



Georg-August-Universität Göttingen  
Fakultät für Agrarwissenschaften  
Forschungs- und Studienzentrum für Landwirtschaft und Umwelt

**Endbericht zum Forschungsprojekt 06HS030**

# **Überarbeitung des Getreide- und Vieheinheitenschlüssels**

September 2010

bearbeitet von:

Dipl. Ing. agr. Stephan Schulze Mönking

M. Sc. Christian Klapp

Projektleitung:

Prof. Dr. Hansjörg Abel

Prof. Dr. Ludwig Theuvsen



## Inhaltsübersicht

### I. Arbeitsziele

### II. Aggregation landwirtschaftlicher Erzeugnisse unter Berücksichtigung aktueller Entwicklungen in der Agrarwirtschaft.

Prof. Dr. Hansjörg. Abel

Dipl. Ing. agr. Stephan Schulze Mönking

### III. Überarbeitung des Getreide- und Vieheinheitenschlüssels. Internationaler Vergleich und Konsequenzen der Anwendung alternativer Viehbewertungen im Kontext rechtlicher Rahmenbedingungen.

Prof. Dr. Ludwig Theuvsen

M. Sc. Christian Klapp

## Arbeitsziele

Für das Forschungsvorhaben „Überarbeitung des Getreide- und Vieheinheitenschlüssels,“ wurden folgende Teilziele formuliert, die eine systematische und zielgerichtete Bearbeitung unterstützen und zu einer umfassenden Neubewertung und methodischen Überarbeitung der Aggregationsverfahren über naturale Einheiten beitragen sollen.

- (1) Erstellung einer umfassenden Übersicht der aktuellen Literatur und quantitativer Quellen zu relevanten Parametern für die Herleitung einer aktualisierten Getreideeinheit und Großvieheinheit.
- (2) Dokumentation qualitativer und quantitativer Veränderungen in der landwirtschaftlichen Produktion der letzten zwei Dekaden inklusive der Fortschreibung und Überarbeitung der über die BLE verfügbaren Statistiken zur Nahrungsmittelproduktion.
- (3) Erstellung einer Übersicht der in anderen Mitgliedsstaaten der EU verfolgten Ansätze und Abgleich der Parameterlisten.
- (4) Überblick über die Vernetzung und Bedeutung der Getreide- und Vieheinheitenschlüssel in agrarökonomischen bzw. agrarpolitischen Entscheidungsfindungen.
- (5) Prüfung der Notwendigkeit, differenzierte Bezugseinheiten für GE und GVE einzuführen, die etwa Alter, Geschlecht und Gewicht von Tieren sowie ihre Haltungform (intensiv vs. extensiv) und ihr Nutzungsziel berücksichtigen und die verschiedenen ausgerichtete Produktionssysteme wie z.B. die ökologische Erzeugung repräsentieren.
- (6) Prüfung und Diskussion, inwieweit „non-food“ Produkte der Landwirtschaft über die Getreideeinheit erfassbar und statistisch dokumentierbar sind.
- (7) Prüfung und Diskussion, inwieweit nicht produktgebundene Parameter, wie Maßnahmen zur Nachhaltigkeit oder Umweltwirkungen, einbezogen werden müssen.
- (8) Ableitung eines neuen geeigneten naturalen Maßstabs für landwirtschaftlich erzeugte Produkte.
- (9) Ableitung von Vorschlägen für ein neues methodisches Vorgehen bei der statistischen Dokumentation landwirtschaftlicher Erzeugung, die einerseits flexibel genug

- (10) sind, um der Vielfalt der Produktionssysteme und Produkte Rechnung zu tragen, und die andererseits robust genug sind, um nach wie vor einen einheitlichen Maßstab zur Quantifizierung landwirtschaftlicher Leistungen zu liefern.
- (11) Überprüfung der Vorschläge anhand von Fallbeispielen und Szenarien; Konsequenzen der veränderten Einheitenschlüssel für die Bereiche Betrieb, Agrarstatistik, Umweltpfade und Agrarpolitik.
- (12) Prüfung von Produktionskosten- und Preispotenzialen von Futtermittelrohstoffen; sie bestimmen die Einsatzintensität einzelner Rohstoffe und damit auch die Umweltbeeinflussung. Dabei ist zu hinterfragen, ob Gerste weiter als Bezugsbasis dienen soll.
- (13) Aktuell bedeutend sind die „Abfallstoffe der Bioenergieerzeugung, hier im Speziellen aus der Biokraftstoffproduktion“. Deren Umfang und Einsatzpotenziale sollten ebenfalls als geeignete Futtermittelpotenziale abgeschätzt werden.

Um dem Leser einen Überblick und schnellen Zugriff auf die Ergebnisse zu gewähren, sind im nachfolgenden Abschnitt die Kapitel aufgeführt, in denen die jeweiligen Teilziele bearbeitet und erörtert wurden.

Zu (1): Die Ergebnisse der Literaturrecherche wurden im Zwischenbericht „Überarbeitung des Getreide- und Vieheinheitenschlüssels – Ergebnisse der Literaturrecherche - Stand Februar 2008“ zusammengefasst und im Verlauf des Projekts ständig aktualisiert und fortgeschrieben. Weitere Quellen können somit dem Literaturverzeichnis dieses Berichts entnommen werden.

Zu (2): Einen Überblick über die Entwicklungen der deutschen Nutztierhaltung beinhaltet der Zwischenbericht „Überarbeitung des Getreide- und Vieheinheitenschlüssels – Kennzahlen der tierischen Erzeugung -“, September 2008, sowie Teil II Kapitel 6 dieses Berichts. Detaillierte Angaben zur Entwicklung der tierischen Leistungen finden sich in den einzelnen, tierartspezifischen Abschnitten zur Energiebedarfsberechnung.

- Zu (3): Die Ergebnisse des internationalen Vergleichs von Aggregationsverfahren in landwirtschaftlichen Gesamtrechnungen sind im Teil III in den Kapiteln 2 bis 4 enthalten.
- Zu (4): Ein Überblick über die vielfältigen Kennzahlenschlüssel und deren aktuelle Verwendung in der Agrarwirtschaft und darüber hinaus wird in Teil II Kapitel 3 gegeben.
- Zu (5): Die Berechnung der GE und VE erfolgt nach dem Energiegehalt von Futtermitteln bzw. den Energiebedarf von Nutztieren. In Teil II Kapitel 4 wurden daher relevante Aspekte des Energiehaushalts von Nutztieren sowie Energiebewertungssystemen angesprochen und Einflussgrößen hierauf und somit auf den Wert der Kennzahlen dargestellt. Für die entscheidenden Leistungsparameter der jeweiligen Tierarten wurden Sensitivitätsanalysen durchgeführt und erörtert. Wenn es nicht möglich erschien, verschiedene Erzeugungsweisen in einem Standardproduktionsverfahren zusammenzufassen, wurden gewichtete Kennzahlen für ein Produktionssystem berechnet, die sich anteilig aus einzelnen Produktionsverfahren zusammensetzen.
- Zu (6): Erste Vorschläge zur Integration erneuerbarer Energieträger in physische Aggregationsverfahren wurden im Zwischenbericht „Überarbeitung des Getreide- und Vieheinheitenschlüssels – Kennzahlen der tierischen Erzeugung“, vom Juli 2009 unterbreitet. Weitergehende Ausführungen zu diesem Themenkomplex werden im Teil II Kapitel 5 und 7 vorgenommen.
- Zu (7): In Teil II Kapitel 2 wird dargelegt, dass in Aggregationsverfahren jeweils nur ein spezifisches Merkmal als Generalnenner dienen kann, um die verschiedenartigsten Produkte zu harmonisieren. Aggregationsverfahren sollten problemadequat für die spezielle Fragestellung ausgestaltet werden. Schon der Informationsverlust, der mit zu hohen Aggregationsgraden verbunden ist, wird vielfach kritisch beurteilt. Ein aus mehreren Komponenten zusammengesetzter Generalnenner führt daher insbesondere bei zunehmender Aggregationstiefe zu Interpretationsschwierigkeiten und schafft keinen Erkenntnisgewinn.

Möglich sind dagegen parallel verlaufende Aggregationen. BECKER (1988a) diskutiert beispielsweise eine zusätzlich Proteinaggregation, erachtet allerdings die methodischen Schwierigkeiten einer Realisierung als zu groß. Denkbar ist weiterhin, die Getreide- und Vieheinheiten als einheitliche Bezugsgröße für Umweltwirkungen zu nutzen, wie es in Ökobilanzen geschieht. Eine direkte Aggregation umweltrelevanter Stoffe erfolgt beispielsweise durch Umrechnung klimaschädlicher Gase in CO<sub>2</sub>-Äquivalente.

- Zu (8): Die neu berechneten Getreide- und Vieheinheitenschlüssel sind in den Tabellen in Kapitel 5 und 6 des Teils II dargestellt und weiterhin im Anhang aufgeführt.
- Zu (9): Das neue methodische Vorgehen betrifft vor allem die Integration erneuerbarer Energieträger in die Aggregationsverfahren (Teil II Kapitel 5 und 7). Die Zusatzkennzahlen ermöglichen es dabei, einerseits den Futterbedarf der Tiere in gewohnter Weise mit der gebotenen Genauigkeit abzuschätzen und andererseits das Potenzial pflanzlicher Biomasse zur Energieerzeugung zu erfassen. Zur EDV-gestützten Erstellung von Futterbilanzen sei auf die Lösung Österreichs hingewiesen (Teil II Kapitel 5, Teil III, Kapitel 4).
- Zu (10): Teil III zeigt in den Kapiteln 8 bis 11 beispielhaft auf einzelbetrieblicher Ebene, welche Anpassungsstrategien an veränderte Viehbesatzvorgaben in Grünlandextensivierungsmaßnahmen und die damit verbundenen Einflüsse auf den betriebswirtschaftlichen Erfolg existieren. Eine Analyse unter Verwendung von InVeKoS-Daten (dienen der Agrarverwaltung zur Bearbeitung und Auszahlung von Beihilfeanträgen) verdeutlicht, dass Betriebsgruppen mit unterschiedlichen Anpassungsverhalten auf Veränderungen der Viehbesatzforderungen reagieren. Daran anschließend werden die möglichen Flächenveränderungen bei Anwendung alternativer Viehbesatzgrenzen veranschaulicht. In III Kapitel 12 wird die Bedeutung des Großvieheinheitenschlüssels im Stallbau recht herausgearbeitet und kritisch beleuchtet.
- Zu (11): Der internationale Vergleich der Vorgehensweisen bei der Darstellung der Agrarproduktion und der Methodiken zur Erstellung von Futterbilanzen (Teil

III Kapitel 4) zeigt, dass lediglich Frankreich zeitweise preisbedingte Veränderungen in den Einsatzrelationen von Futtermitteln in quartalsweisen Aktualisierungen berücksichtigt hat. In Erwartung zunehmend volatiler Agrarmärkte scheint dieser Aspekt allerdings an Bedeutung zu gewinnen. BECKER (1988a) konnte deutlich aufzeigen, dass bei einer den tatsächlichen Einsatzmengen der Fütterungspraxis entsprechenden Aufteilung der Futtermittel auf die einzelnen Nutztierarten ein insgesamt höheres und realistischeres Futteraufkommen abgeschätzt werden kann. Im Widerspruch steht dieses Vorgehen allerdings zur Forderung nach möglichst konstanten Methoden bei der Erstellung von langjährigen statistischen Reihen. Streng genommen lassen sich in diesem Fall schon die quartalsweisen Ergebnisse nicht miteinander vergleichen. Die Berechnungen der Kennzahlen des Getreideeinheitenschlüssels erfolgt auf energetischer Basis in der SI-Einheit Joule. Die Bezugsgröße, in diesem Fall Gerste, ist daher beliebig austauschbar. In Teil II Kapitel 5 wird jedoch erläutert und empfohlen, warum an der Bezugseinheit Gerste festgehalten werden kann und sollte.

Zu (12): Nebenstoffe aus der Verarbeitung pflanzlicher Produkte wie beispielsweise Schlempe aus der Alkoholerzeugung, Extraktionsschrot oder Presskuchen aus der Ölgewinnung, sind auch bisher als Futtermittel erfasst und bewertet worden. Das Aufkommen dieser Futtermittel hat sich durch die Energiegewinnung aus Biomasse jedoch deutlich erhöht. Ausführlich dargestellt sind die diesbezüglichen Stoff- und Energieflüsse in Teil II Kapitel 7.



Georg-August-Universität Göttingen  
Fakultät für Agrarwissenschaften  
Forschungs- und Studienzentrum für Landwirtschaft und Umwelt

**Endbericht zum Forschungsprojekt 06HS030**

# **Überarbeitung des Getreide- und Vieheinheitenschlüssels**

September 2010

bearbeitet von:

Dipl. Ing. agr. Stephan Schulze Mönking

Projektleitung:

Prof. Dr. Hansjörg Abel



## Inhaltsverzeichnis

1.	EINLEITUNG .....	1
2.	AUSGEWÄHLTE ASPEKTE ZU AGGREGATIONSVERFAHREN .....	3
2.1	Ziele und Methoden der Aggregation .....	3
2.2	Probleme der Aggregation.....	4
2.3	Aggregationsarten .....	5
2.4	physische Aggregationen in der Landwirtschaft .....	6
3.	AGGREGATIONSSCHLÜSSEL IN DER AGRARWIRTSCHAFT .....	7
3.1.	Getreideeinheiten.....	7
3.2	Vieheinheiten.....	10
3.2.1	Vieheinheit .....	10
3.2.2	Großvieheinheit .....	14
4.	ENERGIEHAUSHALT LANDWIRTSCHAFTLICHER NUTZTIERE .....	16
4.1	Energiebedarf landwirtschaftlicher Nutztiere .....	16
4.2	Bilanzstufen des Energiewechsels.....	19
4.3	Energetische Bewertung der Futtermittel.....	21
5.	AGGREGATION DER PFLANZLICHEN ERZEUGUNG .....	23
5.1	Futtermittel .....	23
5.1.1	Nährstoffgehalte .....	24
5.1.2	Energiegehalt.....	25
5.1.3	Verwendung der Futtermittel .....	27
5.2	Biomasse zur energetischen Nutzung.....	33
5.2.1	Bewertungsunterschiede zwischen Futtermitteln und Energiesubstraten .....	33
5.2.2	Energetische Nutzung von Rest- und Abfallstoffen.....	37
5.2.3	Erfassung von Stoffkreisläufen .....	37
5.3	Kennzahlenschlüssel .....	39

5.3.1	Erhebungsumfang.....	39
5.3.2.	Generalnenner und Bezugsgröße.....	39
5.3.3	Getreide .....	40
5.3.4	Ölhaltige Früchte .....	41
5.3.5	Rauhfuttermittel.....	42
5.4	Sonderkulturen .....	44
5.4.1	Vergleichsrechnungen .....	44
5.4.2	Obst .....	46
5.4.3	Gemüse.....	48
5.4.4	Wein .....	51
5.4.5	Hopfen, Tabak, Hanf, Faserlein .....	53
5.4.6	Baumschulen und Zierpflanzen.....	56
5.4.7	Heil- und Gewürzpflanzen .....	56
5.5	Aufkommen pflanzlicher Erzeugnisse .....	60
5.5.1	Anbaufläche.....	60
5.5.2	Erträge der Kulturen.....	63
5.5.3	Ernteaufkommen .....	63
5.5.4	Futtermittelaufkommen .....	64
6.	AGGREGATION DER TIERISCHEN ERZEUGUNG .....	67
6.1	Milcherzeugung.....	68
6.2	Rinderhaltung .....	72
6.3	Schweinehaltung .....	80
6.4	Eierzeugung.....	87
6.5	Legehennenhaltung .....	91
6.5.1	Elterntiere .....	92
6.5.2	Junghennenaufzucht .....	93
6.5.3	maternales Wachstum.....	95
6.6	Masthühnerhaltung .....	96
6.6.1	Elterntierhaltung .....	97
6.6.2	Masthühnerhaltung .....	99

6.7	Truthühnerhaltung .....	101
6.7.1	Elterntierhaltung .....	101
6.7.2	Truthühnermast .....	103
6.8	Enten- und Gänsehaltung .....	106
6.9	Futterenergiebedarf der Geflügelhaltung .....	109
6.10	Pferdehaltung.....	110
6.11	Schafhaltung .....	114
6.12	Ziegenhaltung .....	119
6.13	Kaninchenhaltung .....	123
7.	AGGREGATION REGENERATIVER ENERGIETRÄGER .....	127
7.1	Biodiesel / Pflanzenöl.....	128
7.2	Bioethanol .....	130
7.3	Biogas .....	132
7.4	Substratbedarf zur Energiegewinnung .....	137
8.	GESAMTBILANZIERUNG .....	138
8.1	Futterbedarf der Tierproduktion .....	138
8.2	Substratbedarf zur Energiegewinnung .....	141
8.3	Gesamtbilanzen .....	141
9.	BERECHNUNG DES VIEHEINHEITENSCHLÜSSELS.....	144
9.1	Vieheinheitenschlüssel .....	144
9.2	Vieheinheitenstaffel.....	151
10.	FAZIT .....	154
11.	LITERATURVERZEICHNIS.....	157
12.	ANHANG.....	183

## Abbildungsverzeichnis

Abb.1:	Schematischer Ablauf eines Aggregationsverfahrens.....	4
Abb.2:	Einflussgrößen auf den Energiebedarf von Nutztieren .....	17
Abb.3:	Bilanzstufen der Energieumsetzung.....	20
Abb.4:	Stoffströme der Biomasse in der Agrar- und Ernährungswirtschaft .....	37
Abb.5:	Anteile verschiedener Obstarten an der gesamten Obsternte.....	47
Abb.6:	Erträge und Anbauflächen von Gemüse.....	49
Abb.7:	Anteile der Gemüsekategorien am Gemüseanbau.....	50
Abb.8:	Anbauflächen und Erträge von Wein .....	52
Abb.9:	Anbauflächen und Erträge von Hopfen.....	53
Abb.10:	Anbaufläche und Erträge von Tabak.....	54
Abb.11:	Anbauflächen von Faserlein und Nutzhanf .....	55
Abb.12:	Baumschul- und Zierpflanzenfläche .....	56
Abb.13:	Ernteaufkommen der Sonderkulturen .....	59
Abb.14:	Vergleich des mit verschiedenen Aggregationskennzahlen gemessenen Ernteaufkommens von Sonderkulturen .....	59
Abb.15:	Flächenstruktur in Deutschland.....	61
Abb.16:	Nutzungsstruktur der Ackerfläche in Deutschland .....	62
Abb.17:	Nutzungsstruktur der Grünlandfläche in Deutschland .....	62
Abb.18:	Erträge landwirtschaftlicher Kulturpflanzen (dt/ha) .....	63
Abb.19:	Bruttobodenproduktion der deutschen Landwirtschaft .....	64
Abb.20:	Nutzungsstruktur der Getreideernte .....	65
Abb.21:	Futtermittelaufkommen in Deutschland.....	66
Abb.22:	Schematische Übersicht zur Aggregationsstruktur der tierischen Erzeugung .....	67
Abb.23:	Vergleich des Futterbedarfs zur Milcherzeugung nach aktuellem und bisherigem Aggregationsschlüssel .....	72
Abb.24:	Produktionsverfahren der Rinderhaltung .....	73
Abb.25:	Produktionsverfahren in der Schweinehaltung.....	81
Abb.26:	Vergleich der Entwicklung des nach verschiedenen Aggregationschlüsseln berechneten Futterenergiebedarfs der Schweinehaltung in Deutschland.....	87
Abb.27:	Anteile verschiedener Haltungssysteme in der Legehennenhaltung.....	88

Abb.28: Produktionsverfahren der Legenhennenhaltung.....	91
Abb.29: Produktionsverfahren der Masthühnerhaltung .....	96
Abb.30: Produktionsverfahren der Truthühnerhaltung .....	101
Abb.31: Produktionsverfahren in der Pferdehaltung.....	110
Abb.32: Entwicklung des Futterenergiebedarfs der Pferdehaltung in Deutschland .....	114
Abb.33: Produktionsverfahren der Schafhaltung .....	115
Abb.34: Produktionsverfahren der Ziegenhaltung .....	119
Abb.35: Vergleich der Entwicklung des nach verschiedenen Aggregationsschlüsseln berechneten Futterenergiebedarfs der Ziegenhaltung in Deutschland .....	123
Abb.36: Produktionsverfahren der Kaninchenhaltung.....	124
Abb.37: Entwicklung der Biokraftstoffproduktion in Deutschland .....	127
Abb.38: Stoff- und Energieflüsse der Pflanzenöl- und Biodieselgewinnung aus Raps durch Pressverfahren .....	129
Abb.39: Stoff- und Energieflüsse der Pflanzenöl und Biodieselgewinnung aus Raps durch Extraktionsverfahren .....	130
Abb.40: Stoff- und Energieflüsse der Bioethanolherstellung aus Roggen.....	131
Abb.41: Ablauf der Biogasbildung .....	133
Abb.42: Substrateinsatz in Biogasanlagen .....	134
Abb.43: Stoff- und Energieflüsse bei der Vergärung von Silomais zu Biomethan .....	134
Abb.44: Entwicklung des Substratbedarfs zur Energiegewinnung aus Biomasse .....	137
Abb.45: Schematische Darstellung der Vorgehensweise zur Erstellung von Futtermittelbilanzen.....	138
Abb.46: Futterbedarf der Nutztierhaltung in Deutschland bei Verwendung verschiedener Aggregationsschlüssel .....	139
Abb.47: Aufkommen von Futtermittel nach verschiedenen Aggregationsschlüsseln in Deutschland .....	140
Abb.48: Mit zunehmender Betriebsfläche maximal zulässige Vieheinheiten nach derzeit gültiger und überarbeiteter Vieheinheitenstaffel.....	153

## Tabellenverzeichnis

Tab.1:	Schematische Darstellung zur faktoriellen Berechnung des Energiebedarfs landwirtschaftlicher Nutztiere .....	18
Tab.2:	Nährstoffgehalte wichtiger Getreidearten .....	25
Tab.3:	Energiegehalte ausgewählter Futtermittel .....	26
Tab.4:	Futterbedarf, Futteraufkommen und Versorgungsgrad nach verschiedenen Berechnungskonzepten.....	27
Tab.5:	Verwendung ausgewählter Futtermittel in der Nutztierfütterung .....	32
Tab.6:	Deckung des Futterenergiebedarfs nach der Futtermittelverteilung, (%) .....	33
Tab.7:	Energiegehalte und Energiedifferenzen von Futtermitteln bei verschiedenen Energiebewertungsstufen, MJ .....	36
Tab.8:	Berechnung energetischer Getreideeinheiten für Reststoffe der tierischen Erzeugung.....	38
Tab.9:	Aggregationskennzahlen (GE, GE <sub>E</sub> ) landwirtschaftlicher Erzeugnisse mit und ohne Berücksichtigung von Nebenprodukten .....	38
Tab.10:	Berechnung eines gewichteten Energiegehaltes von Futtergerste .....	40
Tab.11:	Aggregationskennzahlen für Getreidearten.....	41
Tab.12:	Aggregationskennzahlen ölhaltiger Früchte.....	42
Tab.13:	Aggregationskennzahlen von Rauhfuttermitteln.....	44
Tab.14:	Erträge landwirtschaftlicher Kulturen in Naturalgewicht und Getreideeinheiten	45
Tab.15:	Intensitätsstufen zur Beurteilung von Sonderkulturen .....	46
Tab.16:	Erträge und Aggregationskennzahlen des Obstanbaus .....	48
Tab.17:	Erträge und Aggregationskennzahlen des Gemüseanbaus .....	51
Tab.18:	Erträge und Aggregationskennzahlen von Wein.....	52
Tab.19:	Erträge und Aggregationskennzahlen von Sonderkulturen.....	55
Tab.20:	Erträge und Aggregationskennzahlen von Heil- und Gewürzpflanzen.....	58
Tab.21:	Ausgangsdaten zur Berechnung des Futterenergiebedarfs der Milcherzeugung	69
Tab.22:	Futterenergiebedarf der Milcherzeugung bei unterschiedlichen Milchleistungen	70
Tab.23:	Futterenergiebedarf und Aggregationskennzahlen der Milcherzeugung in Abhängigkeit der Milchleistung, der LM der Kuh und des Milchfettgehaltes ....	71

Tab.24:	Biologische Daten zur Berechnung des Futterenergiebedarfs der Rinderhaltung	74
Tab.25:	Ausgangsdaten zur faktoriellen Berechnung des Energiebedarfs der Rinder	76
Tab.26:	Vergleich des Futterenergiebedarfs verschiedener Produktionsverfahren der Rinderhaltung in Abhängigkeit der Leistungshöhe	77
Tab.27:	Vergleich des Futterenergiebedarfs und der Aggregationskennzahlen verschiedener Produktionsverfahren der Rinderhaltung	79
Tab.28:	Berechnung und Vergleich einer Gesamtkennzahl für die Rinderhaltung in Aggregationsverfahren	80
Tab.29:	Tierzahlen in den Produktionsstufen der Schweinehaltung	81
Tab.30:	Biologische Daten zur Berechnung des Futterenergiebedarfs der Schweinehaltung	82
Tab.31:	Ausgangsdaten zur faktoriellen Berechnung des Energiebedarfs der Schweine	84
Tab.32:	Vergleich des Futterenergiebedarfs verschiedener Produktionsverfahren der Schweinehaltung in Abhängigkeit der Leistungshöhe	85
Tab.33:	Biologische Daten zur Berechnung des Futterenergiebedarfs der Legehennenhaltung	89
Tab.34:	Ausgangsdaten zur faktoriellen Berechnung des Energiebedarfs von Legehennen	89
Tab.35:	Berechnung und Vergleich des Futterenergiebedarfs der Legehennenhaltung	90
Tab.36:	Aggregationskennzahlen der Eierzeugung	90
Tab.37:	Biologische Daten zur Berechnung des Futterenergiebedarfs der Legehennenelterniere	92
Tab.38:	Ausgangsdaten zur faktoriellen Berechnung des Energiebedarfs von Legehennenelternieren	93
Tab.39:	Berechnung und Vergleich des Futterenergiebedarfs zur Produktion eines Eintagsküken für die Legehennenhaltung	93
Tab.40:	Futter- und Energiebedarf in Abschnitten der Legehennenaufzucht	95
Tab.41:	Berechnung und Vergleich des Futterenergiebedarfes zur Aufzucht einer Hybridhenne	96
Tab.42:	Biologische Daten zur Berechnung des Futterenergiebedarfs der Masthühnerelterniere	97

Tab.43: Ausgangsdaten zur faktoriellen Berechnung des Energiebedarfs der Masthühnerelterniere.....	97
Tab.44: Berechnung und Vergleich des Futterenergiebedarfes zur Produktion eines Eintagsküken zur Hühnermast.....	98
Tab.45: Ausgangsdaten zur faktoriellen Berechnung des Energiebedarfs der Masthühner	99
Tab.46: Futter- und Energieaufwand in verschiedenen Phasen der Hühnermast.....	100
Tab.47: Berechnung und Vergleich des Futterenergiebedarfs der Masthühner .....	100
Tab.48: Biologische Daten zur Berechnung des Futterenergiebedarfs der Truthühnerelterniere.....	102
Tab.49: Futter- und Energiebedarf in verschiedenen Phasen der Aufzucht von Elterntieren der Truthühnerhaltung .....	103
Tab.50: Futter- und Energieaufwand in verschiedenen Phasen der Truthühnermast.....	105
Tab.51: Berechnung und Vergleich des Futterenergiebedarfs der Truthühnermast.....	106
Tab.52: Produktionsverfahren in der Gänsehaltung .....	107
Tab.53: Biologische Daten der Entenhaltung.....	107
Tab.54: Berechnung des Futterenergiebedarfs der Enten und Geflügelhaltung .....	108
Tab.55: Berechnung und Vergleich einer Gesamtkennzahl für die Geflügelhaltung in Aggregationsverfahren .....	109
Tab.56: Faktoren und Gleichungen zur Berechnung biologischer Leistungen von Pferde	111
Tab.57: Biologische Daten zur Berechnung des Futterenergiebedarfs der Pferdehaltung	111
Tab.58: Ausgangsdaten zur faktoriellen Berechnung des Energiebedarfs der Pferdehaltung.....	113
Tab.59: Berechnung und Vergleich des Futterenergiebedarfs zur Aufzucht eines Pferdes	113
Tab.60: Berechnung und Vergleich des Futterenergiebedarfes zur Haltung von Pferden	114
Tab.61: Biologische Daten zur Berechnung des Futterenergiebedarfs der Schafhaltung	116
Tab.62: Ausgangsdaten zur faktoriellen Berechnung des Energiebedarfs der Schafhaltung.....	117
Tab.63: Berechnung und Vergleich des Futterenergiebedarfs der Lämmermast .....	117
Tab.64: Kennzahlen der Schafhaltung in Getreideeinheitenschlüsseln.....	118
Tab.65: Biologische Daten zur Berechnung des Futterenergiebedarfs der Ziegenhaltung	120

Tab.66: Ausgangsdaten zur faktoriellen Berechnung des Energiebedarfs der Ziegenhaltung.....	121
Tab.67: Berechnung und Vergleich des Futterenergiebedarfs der Ziegenlämmermast ..	121
Tab.68: Berechnung des Futterenergiebedarfs einer „Produktionseinheit Ziegenhaltung	122
Tab.69: Futterenergiebedarf und Aggregationskennzahlen für Ziegenmilch.....	122
Tab.70: Biologische Daten zur Berechnung des Futterenergiebedarfs der Kaninchenhaltung.....	125
Tab.71: Ausgangsdaten zur faktoriellen Berechnung des Energiebedarfs der Kaninchen	125
Tab.72: Futterenergiebedarf und Aggregationskennzahlen der Kaninchenhaltung .....	126
Tab.73: Ölausbeute verschiedener Anlagentypen zur Pflanzenölgewinnung und Anteile verschiedener Anlagentypen an der Rohstoffverarbeitung .....	129
Tab.74: Rohstoffbedarf und Aggregationskennzahlen für die Bioethanolherstellung ....	132
Tab.75: Substratbedarf und Aggregationskennzahlen der Biogaserzeugung .....	136
Tab.76: Entwicklung des Substratbedarfs (GE) zur Energiegewinnung aus Biomasse ..	141
Tab.77: Gegenüberstellung des Futtermittelbedarfs mit dem Futtermittelaufkommen für das Jahr 2008 .....	142
Tab.78: Gegenüberstellung des Verbrauchs durch Nutztiere und Bioenergiegewinnung mit dem Ernteaufkommen aus der Bruttobodenproduktion im Jahr 2008 .....	143
Tab.79: Täglicher Futterenergiebedarf einer Vieheinheit .....	144
Tab.80: Unterschiedlich berechnete Vieheinheitenschlüssel für nach jährlichem Durchschnittsbestand zu bewertenden Tierarten.....	146
Tab.81: Unterschiedlich berechnete Vieheinheitenschlüssel für nach erzeugter Stückzahl zu bewertende Tierarten Vieheinheitenschlüssel für nach erzeugter Stückzahl zu bewertender Tierarten nach verschiedenen Berechnungskonzepten.....	148
Tab.82: Vieheinheitenschlüssel für die Schweinehaltung nach verschiedenen Berechnungskonzepten.....	149
Tab.83: Vieheinheitenschlüssel für Mastrinder nach verschiedenen Berechnungskonzepten.....	150
Tab.84: Anzahl der zulässigen Vieheinheiten je ha Betriebsfläche (Vieheinheitenstaffel)	152

## Anhangsverzeichnis

ATab1: Aggregationskennzahlen für Getreide.....	183
ATab2: Aggregationskennzahlen ölhaltiger Früchte.....	183
ATab3: Aggregationskennzahlen pflanzlicher Fette .....	183
ATab4: Aggregationskennzahlen für Futtermittel aus der Getreideverarbeitung .....	184
ATab5: Aggregationskennzahlen für Futtermittel aus der Verarbeitung ölhaltiger Früchte.....	185
ATab6: Aggregationskennzahlen für Nebenprodukte der Stärkeindustrie.....	186
ATab7: Aggregationskennzahlen für Nebenprodukte der Brenn- und Brauereibetriebe	186
ATab8: Aggregationskennzahlen für Nebenprodukte der Zuckerrüben- und Obstverarbeitung .....	187
ATab9: Aggregationskennzahlen von Wurzeln und Knollen.....	187
ATab10: Aggregationskennzahlen von Rauhfuttermitteln.....	188
ATab11: Aggregationskennzahlen für Erzeugnisse und Nebenerzeugnisse der Lebensmittelindustrie .....	188
ATab12: Aggregationskennzahlen tierischer Futtermittel .....	189
ATab13: Aggregationskennzahlen von Sonderkulturen.....	190
ATab14: Aggregationskennzahlen von Obst.....	191
ATab15: Aggregationskennzahlen für Gemüse I.....	192
ATab16: Aggregationskennzahlen für Gemüse II.....	193
ATab17: Getreideeinheitenschlüssel der Nutztierhaltung.....	194
ATab18: Futterenergiebedarf der Pferdehaltung.....	195
ATab19: Vieheinheiten der Rinderhaltung.....	196
ATab20: Vieheinheiten der Schweinehaltung.....	197
ATab21: Vieheinheiten der Geflügelhaltung .....	198
ATab22: Vieheinheiten der Schafhaltung .....	199
ATab23: Vieheinheiten der Ziegenhaltung .....	199
ATab24: Vieheinheiten der Pferdehaltung.....	200
ATab25: Vieheinheiten der Kaninchenhaltung .....	200

## Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
abg.	abgesetzt
ad lib.	ad libitum, zur freien Aufnahme
ADR	Arbeitsgemeinschaft deutscher Rinderhaltung
AK	Arbeitskraft
AMI	Agrarmarktinformationsgesellschaft
AS	Aminosäure
BAUG	Baugesetz
BEWG	Bewertungsgesetz
BFS	bakteriell fermentierbare Substanz
BIMSCHG	Bundesimmissionsschutzgesetz
BLE	Bundesanstalt für Landwirtschaft
BMELV	Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz
BUT	British United Turkey
bzw.	beziehungsweise
°C	Celsius
CCM	Corn Cob Mix
CH <sub>4</sub>	Methan
CO <sub>2</sub>	Kohlendioxid
CSIRO	Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation
CVB	centraal veevoederbureau
DE	Digestible Energy (verdauliche Energie) Dungeinheit
d. h.	das heißt
DHV	Deutscher Holstein Verband
DLG	Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft
DV	Düngeverordnung
DVT	Deutscher Verband Tiernahrung
DÜV	Düngeverordnung

EEG	Erneuerbare Energien Gesetz
EG	Europäische Gemeinschaft
e. G.	eingetragene Genossenschaft
etc.	et cetera
ESTG	Einkommenssteuergesetz
ESTR	Einkommenssteuerrichtlinie
EU	Europäische Union
e. V.	eingetragener Verein
FAO	Food and Agricultural Organization of the United Nations
FEFAC	Europäischer Verband der Mischfutterindustrie
FG	Futtergerste
FGE	Futtergersteneinheit
FM	Futtermittel
FMG	Futtermittelgesetz
FNR	Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe
g	Gramm
geb.	geboren
GE	Getreideeinheit gross energy (Bruttoenergie)
GEH	Gesellschaft für Ernährungsphysiologie der Haustiere
GFE	Gesellschaft für Ernährungsphysiologie
GJ	Gigajoule
GVE	Grossvieheinheiten
ges.	gesamt
ICAR	International committee for animal Recording
i.d.R.	in der Regel
I.E.	internationale Einheit
JS	Jungsau
H	Heat (Wärme)
HF	Holstein Friesian
H <sub>2</sub> O	Wasser

INRA	Institut National de la Recherche Agronomique
Kap.	Kapitel
kg	Kilogramm
KTBL	Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V.
l	Liter
leb.	Lebend
LG	Lebendgewicht
LK	Leerkörper
LKM	Leerkörpermasse
LKMZ	Leerkörpermassezuwachs
LM	Lebendmasse
LM <sup>0,75</sup>	metabolische Lebendmasse
LTZ	Lebenstagszunahme
LWK	Landwirtschaftskammer
LK-WL	Landwirtschaftskammer Westfalen-Lippe
m	Meter
m <sup>3</sup>	Kubikmeter
MJ	Megajoule
ME	metabolizable energy (umsetzbare Energie)
mg	Milligramm
MS	Mastschwein
N	Stickstoff
NE	net energy (Nettoenergie)
NFE	Stickstoff freie Extraktstoffe
NRC	National Resarch Center
OM	organische Masse
O <sub>2</sub>	Sauerstoff
RP	Rohprotein
s	Standardabweichung
sbt	schwarzbunt
t	Tonne

Tab.	Tabelle
tgl.	tägliche
TM	Trockenmasse
TS	Trockensubstanz
TZ	Tageszunahmen
u.a.	unter anderem
VDI	Verein deutscher Ingenieure
VDL	Vereinigung deutscher Landesschafzuchtverbände e.V.
VE	Vieheinheiten
VIT	Vereinigte Informationssysteme Tierhaltung w V.
XA	Rohasche
XF	Rohfaser
XL	Rohfett
XP	Rohprotein
z.B.	zum Beispiel
ZDS	Zentralverband der deutschen Schweineproduktion
ZDK	Zentralverband deutscher Kaninchenzüchter e.V.
ZDL	Zentralausschuss der deutschen Landwirtschaft
ZEG	Zentralverband Eier und Geflügel
ZMP	Zentrale Markt und Preisberichtsstelle

## 1. Einleitung

Um die begrenzte landwirtschaftliche Erzeugung konkurriert eine zunehmende Zahl möglicher Verwertungspfade. Neben der ursprünglichen Verwendung der pflanzlichen Erzeugnisse zur Ernährung von Menschen und Tieren, haben sich industrielle Nutzungsformen und die regenerative Energieerzeugung aus Biomasse als weitere Verwendungsmöglichkeiten etabliert. Die zunehmende Nutzungskonkurrenz ruft allerdings kontroverse Diskussionen über die Priorität bei der Verwertung der verfügbaren Ressourcen aus.

Als Entscheidungsgrundlage zur Bewertung verschiedenen Nutzungsmöglichkeiten sind quantitative Informationen zum Aufkommen und zur Verfügbarkeit der Rohstoffe sowie Kenntnisse über die mit der Produktions- und Verfahrenstechnik zusammenhängenden Stoffflüsse erforderlich. Die Vielfalt und Heterogenität der landwirtschaftlichen Produktion sowie der quantitative Charakter der Fragestellung, der eine monetäre Bewertung ausschließt, schaffen hierbei spezifische methodische Probleme.

Zur Lösung werden in der Agrarstatistik Substitutions- und Aggregationsverfahren angewendet, die unter Zuhilfenahme eines Generalnenners ermöglichen, die verschiedensten Produkte auf ein gemeinsames Merkmal umzurechnen oder zu einem Gesamtwert zusammen zu fassen. Den hierzu entwickelten und noch heute zum Einsatz kommenden Generalnenner bildet die Getreideeinheit, die eine Bewertung der Produkte auf der Basis ihres Energiegehaltes vornimmt (WOERMANN, 1944, BESCH und WÖHLKEN, 1976). Weiterhin dienen hieraus abgeleitete Vieheinheitenschlüssel zur standardisierten Bewertung von Viehbeständen (BEWG, 2008; ENGEL, 1998; ENGEL, 1988; MILCH, 1985).

Die aus diesen statistischen Verfahren hervorgehenden Informationen besitzen nur dann eine zufrieden stellende Aussagekraft, wenn die Umrechnungsfaktoren dem aktuellen Leistungsstand der landwirtschaftlichen Praxis entsprechen. Der Notwendigkeit einer fortlaufenden Anpassung der Umrechnungsschlüssel an die erzielten Fortschritte wurde in der Vergangenheit nur ungenügend entsprochen und hat zu Informationsdefiziten im Rahmen von Entscheidungserfordernissen geführt.

Ziel dieser Untersuchung ist die Aktualisierung und konzeptionelle Überarbeitung der in der Agrarwirtschaft angewendeten Aggregationsverfahren. Schwerpunkte liegen in der Ableitung eines geeigneten physischen Maßstabs, der die Erfassung der tierischen und

pflanzlichen Produktion genauso ermöglicht, wie die der Erzeugung „erneuerbarer Energie“ sowie in der Bilanzierung und Analyse der Stoffströme innerhalb der Agrarwirtschaft.

## 2. ausgewählte Aspekte zu Aggregationsverfahren

### 2.1 Ziele und Methoden der Aggregation

Zur Beantwortung bestimmter, oft hypothetischer Fragestellungen können Informationen erforderlich sein, die nicht durch einfache Erhebungsmethoden wie Zählen, Messen oder Wiegen gewonnen werden können, sondern erst durch statistische Bearbeitung und Aufbereitung zur Verfügung stehen. Die Aggregation als ein solches statistisches Aufbereitungsverfahren hat das Ziel, Informationen als Entscheidungshilfe bereit zu stellen, indem sie inhaltlich oder verfahrenstechnisch inkongruente Einzelwerte zu einer übergeordneten Gesamtgröße zusammenfasst und so die komplexe Wirklichkeit durch ein überschaubares Schema ersetzt. SCHOER et al. (2002) sprechen in diesem Zusammenhang von prozeduraler Rationalität. Nach SCHNEEWEISS (1967) erstreckt sich das Aggregationsproblem daher darauf, den Einzelwert eines statistischen Kollektivs zu finden, auf den ein Maximum an Information konzentriert ist. Je nach der zu behandelnden Fragestellung kann dabei ein anderer Informationsteil des Kollektivs von Interesse sein, so dass die Ausgestaltung des Aggregationsverfahrens problemadäquat für jede Fragestellung erfolgen muss und somit einen sehr spezifischen Charakter erlangt (ESENWEIN-ROTHE, 1976).

Wenn es für die Information erforderlich wird, heterogene Größen zu verschmelzen, entsteht im Gegensatz zu homogene Größen, die ohne Verstoß gegen den Identitätsgrundsatz im Rahmen einer Addition summiert werden können, ein grundlegendes, spezifisches Methodenproblem (KANN, 1968). Mit Hilfe von Aggregations- und Substitutionsverfahren soll dieses Problem numerisch und konzeptgerecht realisiert werden (Abb.1). Dazu wird auf der Basis von Ähnlichkeiten oder Relationen, also auf Grundlage eines artenerzeugenden Merkmals, ein System begründet, durch das die Vielzahl von Objekten in eine Ordnung gebracht wird. Die so durch sylleptische Verknüpfung nicht addierbarer, inkongruenter Größen- und Wertangaben zustande gebrachte rechnerische Figur ist dann keine Summe, sondern ein statistisches Aggregat summenhaften Charakters, für das RÜMELIN (1898) die Bezeichnung Pluralitätsbegriff prägte (ESENWEIN-ROTHE, 1967).

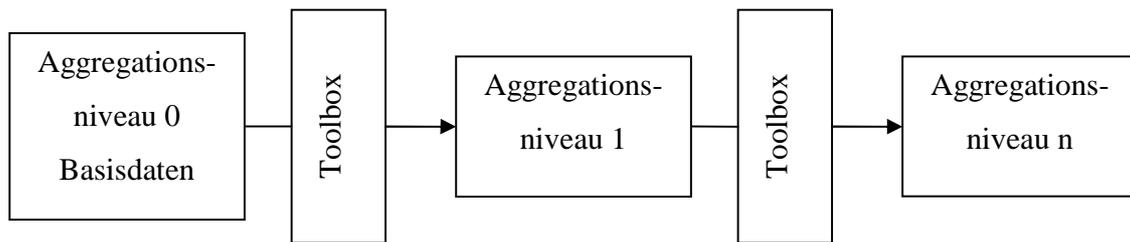


Abb.1: Schematischer Ablauf eines Aggregationsverfahrens

Quelle: KANN (1968), verändert

## 2.2 Probleme der Aggregation

Zumindest im perfektionistischen Sinne wird das Aggregationsproblem von einer Großzahl der Wirtschaftsstatistiker als unlösbar angesehen, da es theoretisch unmöglich sei, eine heterogene Masse von Daten durch einen einzigen Ausdruck zu repräsentieren, so dass es nicht darum geht, das eine richtige Verfahren zu entwickeln, sondern sich die Bemühungen darauf erstrecken, den Schätzfehler möglichst gering zu halten (SCHNEEWEISS, 1967; KANN, 1968). Die moderne Aggregationstheorie nimmt somit Fehler bewusst in Kauf, um sie gegen eine rationelle Informationsverarbeitung einzutauschen, wodurch die Zuverlässigkeit und Aussagekraft der Verfahrensergebnisse jedoch stark relativiert wird. Der oftmals verwendete Begriff der „fundierte Schätzung“ bringt dies zum Ausdruck. ESENWEIN-ROTHER (1967) weist darauf hin, dass, „solange die sylleptische Forschungsmethode als eigenständiges Erkenntnisssystem nicht voll entwickelt ist, die für die Makrogrößen gesetzten Werte weder als konzeptgerecht erhobene Zahlen der messenden und zählenden Statistik vorgelegt werden, noch als stochastisch gesicherte Schätzwerte gelten können“.

Zu den Parameter, von denen die bei der Gewinnung von aggregierten Zahlen auftretenden Informations- und Genauigkeitsverluste abhängen, zählen u. a. der Aggregationsumfang (Zahl der zu verschmelzenden Teilgrößen) und die Aggregationstiefe (Zahl der hintereinander geschalteten Rechenoperationen), sowie die Qualität und Verfügbarkeit der statistischen Ausgangsdaten (ESENWEIN-ROTHER, 1967; KANN, 1968). Eine steigende Aggregationstiefe führt in den meisten Fällen zu einer sinkenden Zuverlässigkeit, da die

zunehmende Verdichtung der Informationen in jeder Rechenstufe einerseits einen Informationsverlust in Kauf nimmt und andererseits unvermeidbare Restfehler in sich birgt, die sich jeweils über den Berechnungsprozess fortsetzen. Je mehr Bestandteile in ein Aggregat einbezogen werden, um so weniger spezifisch können die darauf aufgebauten Theorien die komplexe Realität erklären, denn je allgemeiner eine Theorie formuliert werden muß, desto geringer ist ihr Informationsgehalt bezüglich einzelner zu beobachtender Fakten. Ihre Erklärungskraft steigt also mit abnehmender und sinkt mit zunehmender Aggregation (KANN, 1968). Bei zu weit gehender Aggregation werden Tatbestände ohne inhaltlichen Zusammenhang verschmolzen, so dass die erzielten Modelle zwar leicht zu behandeln sind, aber, wenn überhaupt, nur geringen Informationswert haben. BESCH und WÖHLKEN (1976) konnten beispielsweise nachweisen, dass die kompensatorische Wirkung gegenläufiger Preis- und Mengenentwicklungen in großen Aggregaten dazu führen, dass mit steigendem Aggregationsgrad die beobachteten Schwankungen im Zeitverlauf immer geringer ausfallen. Welcher Aggregationsgrad noch als zulässig angesehen wird, ist operational zu entscheiden, wobei neben den logischen Fragen noch eine Vielzahl anderer Faktoren (gewünschter Genauigkeitsgrad, Kosten der Realisierung) zu berücksichtigen sind (VON DER LIPPE, 1990).

### 2.3 Aggregationsarten

Grundsätzlich kann zwischen monetären und physischen Aggregationsverfahren unterschieden werden. Die beiden Aggregationsverfahren führen zwangsläufig immer dann zu unterschiedlichen Ergebnissen, wenn entweder gleich beschaffene Produkte preislich differenziert werden oder eine unterschiedliche Beschaffenheit preislich nicht abgestuft honoriert wird (BESCH und WÖHLKEN, 1976). Treffen diese Bedingungen zu, kann es zu beträchtlichen Abweichungen zwischen monetären und physischen Aggregaten kommen. Insbesondere die preislich meist gering bewerteten Koppelprodukte sind in diesem Zusammenhang problematisch zu beurteilen, da sie physisch oftmals gleichberechtigt bewertet werden. Zusammenfassend kommen BESCH und WÖHLKEN (1976) zu dem Schluss, dass monetäre Maßstäbe deutlich zuverlässigere Aussagen ermöglichen, da der Preis durch eine Vielzahl von Aspekten determiniert wird, während physische Einheiten sich i.d.R. auf ein konstitutives Merkmal beschränken.

## 2.4 physische Aggregationen in der Landwirtschaft

Aggregationsverfahren verfolgen das Ziel, Informationen als Entscheidungshilfe bereitzustellen, indem sie inhomoge Einzelgrößen harmonisieren und zu einem übergeordneten Komplex, dem Aggregat vereinigen. Hierbei entstehen immer dann besondere methodische Probleme und Genauigkeitsverluste, wenn

- viele Einzelelemente in das Aggregat einbezogen werden,
- mehrere hintereinander geschaltete Rechenoperationen notwendig sind, um die Einzeldaten zu harmonisieren,
- der gewählte Generalnenner die Eigenschaften der Einzelgrößen unzureichend charakterisiert,
- die Zuverlässigkeit der Ausgangssätze nicht gewährleistet ist oder
- multiple Fragestellungen durch ein universelles Verfahren beantwortet werden sollen.

Für die Landwirtschaft treffen diese sensiblen Kriterien nahezu vollkommen zu, da sie sich durch

- ein sehr vielfältiges Produktionsprogramm
- einen stark vernetzten und vielfach gekoppelten arbeitsteiligen Produktionsprozess und
- sehr heterogene Betriebs- und Produktionsstrukturen mit vielen Einzelerzeugern

auszeichnet und die Ergebnisse der Aggregationsverfahren in diversen Fachgebieten, die von steuerlichen Regelungen über Nachhaltigkeitsgedanken bis zur Frage der Ernährungssicherheit und –vorsorge reichen, angewandt werden. Die Beantwortung dieser vielfältigen Fragestellungen mit Hilfe eines Aggregationsmaßstabes erschwert nicht nur die Wahl eines geeigneten Generalnenners über die Maßen, sondern mindert auch die Aussagekraft der Ergebnisse für die jeweilige Problematik. Bei der Ausgestaltung von Aggregationsverfahren ist daher sorgfältig zwischen hoher Verdichtung und Vereinfachung der Realitäten durch einen hohen Aggregationsgrad und methodischen Schwierigkeiten sowie erwünschter bzw. notwendiger Genauigkeit abzuwägen.

### 3. Aggregationsschlüssel in der Agrarwirtschaft

Um die Ausrichtung der neu zu gestaltenden Kennzahlenschlüssel zu konkretisieren, ist es erforderlich, die spezifischen Anforderungen an die Kennzahlen zu identifizieren. Hierzu erscheint es sinnvoll, einen Überblick über die mit den Aggregationsschlüsseln verfolgten Ziele und deren aktuelle Anwendungsfelder in der Agrarwirtschaft zu geben. Im folgenden Abschnitt werden daher die Ziele und Hintergründe der verschiedenen Kennzahlen dargestellt.

#### 3.1. Getreideeinheiten

##### **Definition**

Die Getreideeinheit (GE) ist eine Kennzahl, die „in Abhängigkeit von der Verwendungsstruktur des landwirtschaftlichen Erzeugnisses in der Fütterung das Energieliefervermögen eines Erzeugnisses im Verhältnis zum errechneten Energieliefervermögen von Futtergerste wiedergibt. Die tierischen Erzeugnisse werden nicht nach ihrem eigenen Nettoenergiegehalt, sondern nach dem Nettoenergiegehalt des Futters bewertet, das durchschnittlich zu ihrer Erzeugung notwendig ist.“(BMELV, 2009).

##### **Zielsetzung**

Der Getreideeinheitenschlüssel wurde während der Notstandszeiten im zweiten Weltkrieg entwickelt und diente im Rahmen eines nationalen Autarkiestrebens sowohl einzelbetrieblich als auch gesamtwirtschaftlich als Schätz- und Optimierungsinstrument zur Maximierung der landwirtschaftlichen Erzeugung. In der Folgezeit hat sich die Zielsetzung im Gleichklang mit der gesellschaftlichen Entwicklung zwar verschoben, die grundlegende Ausrichtung blieb jedoch stets erhalten. So diente der Getreideeinheitenschlüssel zur Dokumentation der landwirtschaftlichen Produktionsleistung, zur Abschätzung der Versorgungslage im Rahmen von Versorgungsbilanzen und Selbstversorgungsgraden oder zur Erfassung und Darstellung von Stoffströmen in der Agrarwirtschaft.

## **Methodik**

Die Getreideeinheit dient als zusätzliche Bezugseinheit in einem physischen Aggregationsverfahren, die den als Generalnenner gewählten und in Joule berechneten Energiegehalt bzw. Energiebedarf in einer anschaulicheren Größe ausdrückt. Der errechnete Energiegehalt bzw. Energiebedarf wird jeweils ins Verhältnis zu diesem Generalnenner gesetzt. Methodisch zu unterscheiden sind hierbei die pflanzlichen Erzeugnisse, die mit ihrem Energieliefervermögen als Futtermittel in der Tierhaltung und die tierischen Erzeugnisse, die nicht anhand ihres eigenen, sondern anhand des Energiegehaltes des Futters, das zu ihrer Erzeugung notwendig ist, beurteilt werden. Als Energiebewertungsmaßstab dient derzeit die umsetzbare Energie (ME), die in der international gebräuchlichen Einheit Joule berechnet wird. Die Getreideeinheit (GE) umfasste bis 1988 einen mittleren, aus den vier Hauptgetreidearten Weizen, Roggen, Gerste und Hafer berechneten Energiegehalt von 696 Stärkeeinheiten. Im Rahmen der Überarbeitung des Getreideeinheitenschlüssels im Jahr 1988 wurde Futtergerste mit einem gewichteten Energiegehalt von 12,35 MJ ME als alleinige Bezugsgröße eingeführt, so dass es sich seitdem bei der Getreideeinheit im engeren Sinn um eine Futtergersteneinheit (FGE oder GE) handelt. Der gewichtete Energiegehalt wird aus den tierartspezifischen Energiewerten und den Anteilen der Tierarten am Futtermittelverbrauch berechnet. Um die nicht direkt zur Verfütterung vorgesehenen pflanzlichen Erzeugnisse wie Obst, Gemüse, Blumen und Ziersträucher oder Wein bewerten zu können, wurden Hilfsrechnungen auf der Basis von Vergleichsfrüchten durchgeführt. Zu diesem Zweck wurden die zu bewertenden Kulturen anhand von ackerbaulichen und ökonomischen Gesichtspunkten einer von drei Intensitätsstufen mit Referenzerträgen von 135, 65 und 35 dt zugeteilt und anschließend der Ertrag dieser Kultur in Relation zum Referenzertrag gesetzt.

Eine korrekte Definition müsste daher lauten: Die Getreideeinheit (GE) ist eine Kennzahl, die „in Abhängigkeit von der Verwendungsstruktur des landwirtschaftlichen Erzeugnisses in der Fütterung das Energieliefervermögen eines Erzeugnisses im Verhältnis zum errechneten Energieliefervermögen von Futtergerste wiedergibt. Die tierischen Erzeugnisse werden nicht nach ihrem eigenen Nettoenergiegehalt, sondern nach dem Gehalt umsetzbarer Energie des Futters bewertet, das durchschnittlich zu ihrer Erzeugung notwendig ist.“ Um die nicht direkt zur Verfütterung vorgesehenen pflanzlichen Erzeugnisse

wie Obst, Gemüse, Blumen und Ziersträucher oder Wein bewerten zu können, wurden Hilfsrechnungen auf der Basis von Vergleichsfrüchten durchgeführt. Zu diesem Zweck wurden die zu bewertenden Kulturen anhand von ackerbaulichen und ökonomischen Gesichtspunkten einer von drei Intensitätsstufen mit Referenzerträgen von 135, 65 und 35 dt zugeteilt und anschließend der Ertrag dieser Kultur in Relation zum Referenzertrag gesetzt.

$$\text{GE (tierische Erzeugnisse)} = \frac{\text{Energiebedarf je kg Erzeugnis (MJ ME)}}{\text{tierartspezifischer Energiegehalt Gerste (MJ ME)}}$$

$$\text{GE (Futtermittel)} = \frac{\sum (a_{\text{FM}} * x_{\text{FM}})}{\sum (a_{\text{Gerste}} * x_{\text{Gerste}})}$$

a = tierartspezifischer Energiegehalt,

x = Anteil der Tierart am Futtermittelverbrauch

$$\text{GE (andere pflanzliche Erzeugnisse)} = \frac{\text{Referenzertrag (GE)}}{\text{Ertrag der Kultur}}$$

### **Anwendungsgebiete**

Aus dem Literaturstudium lässt sich ableiten, dass die Getreideeinheit vorrangig die Funktion einer Kalkulations- und Planungsgröße erfüllt. Sie ist Grundlage zahlreicher Statistiken und Schätzverfahren des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) und seines Geschäftsbereichs. Die Getreideeinheit bietet die Möglichkeit der detaillierten Darstellung des gesamten Futteraufkommens einschließlich nicht marktfähiger bzw. marktgängiger Mengenströme und dessen Verwendung. Dies ermöglicht die Abbildung physischer Stoffflüsse zwischen den Produktionsverfahren und die Darstellung intrasektoraler Vorleistungsverflechtungen. Zusammengefasst dargestellt sind die Ergebnisse dieser Berechnungen u.a. in den Versorgungsbilanzen. Neben der administrativen Nutzung wird die Getreideeinheit aber auch als Kalkulationsgröße in verschiedenen wissenschaftlichen Studien z.B. zur Abschätzung des Poten-

zials und des Flächenbedarfs erneuerbarer Energien oder zur Ermittlung des zukünftigen Nahrungsmittelbedarfes verwendet.

Eine weitere wichtige Funktion erfüllt die Getreideeinheit als harmonisierende Vergleichsgröße. Sie wird verwendet, um die Erträge verschiedener Früchte, Fruchtfolgen, Betriebe oder Regionen gegenüberzustellen um so u.a. Optimierungspotenziale zu identifizieren.

Die Verwendung als einheitliche Bezugsgröße kann man als dritte Funktion der Getreideeinheit ausmachen. Neben den ökonomischen Berechnungen beispielsweise zu Faktor- und Betriebsmitteleinsätzen, bilden ökologische Fragestellungen einen Schwerpunkt. In dieser Funktion wird die Getreideeinheit in Ökobilanzen verwendet, oder auf ihr basierende Kennzahlen werden als Umweltindikator diskutiert.

## 3.2 Vieheinheiten

Bezüglich der Vieheinheiten ist zwischen Großvieheinheiten und den Vieheinheiten nach Steuerrecht (BEWG, 2008; ESTR, 2005), zu unterscheiden. Durch die parallele Existenz beider Schlüssel mit zudem nur geringfügigen Unterschieden sowie der vielfältigen Präsenz zahlreicher modifizierter Vieheinheitenschlüssel ist eine nur schwer überschaubare Konstellation entstanden, die in der landwirtschaftlichen Praxis immer wieder Missverständnisse hervorruft.

### 3.2.1 Vieheinheit

#### **Definition**

Die Vieheinheit (VE) stellt eine Relation zwischen der Erzeugungskapazität der landwirtschaftlichen Fläche und dem Futterbedarf der Viehwirtschaft her, um die landwirtschaftliche von der gewerblichen Tierhaltung abzugrenzen. Der jährliche Futterbedarf einer Kuh entspricht einer VE und beträgt 20 dt GE/Jahr (BUNDESTAG, 1963).

#### **Zielsetzung**

Die vom Gesetzgeber mit der Unterscheidung von gewerblicher und landwirtschaftlicher Tierhaltung verfolgten Ziele fasst MILCH (1985) wie folgt zusammen:

- Bewahrung der Produktionsgrundlage für möglichst viele selbständige landwirtschaftliche Betriebe
- Behinderung umweltgefährdender Konzentrationen in der Tierhaltung
- Sicherung landwirtschaftlicher Einkommen und Bewahrung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit durch konkurrenzfähige Betriebsstrukturen.

### **Methodik**

Um die Kennzahlen des Vieheinheitenschlüssels zu berechnen, wird der jährliche Futterbedarf des zu bewertenden Nutztieres ins Verhältnis zum Futterbedarf (20 GE/Jahr) der als Standard definierten Milchkuh gesetzt. Durch dieses Vorgehen ergibt sich das methodische Problem, den Bewertungszeitraum für alle Nutztiere auf ein Jahr anzupassen. Nur für wenige Tierkategorien, i. d. R. die mehrjährig gehaltenen Zuchttiere, lässt sich ein vergleichbarer jährlicher Energiebedarf berechnen. Die Aufzucht- oder Mastzeit des Großteils der Nutztiere ist entweder kürzer (Schweine, Geflügel, Jungrinder) oder dauert länger (Mast-, Aufzuchtrinder; Zuchttiere). Dies veranlasste BECKER (1988a, 1988b), abweichend von der ursprünglichen Definition den täglichen Energiebedarf einer Kuh von 11,5 kg GE/Tag als Vieheinheit festzulegen.

$$VE = \frac{\text{Ø täglicher Futterbedarf des zu bewertenden Tieres (MJME)}}{\text{Ø täglicher Futterbedarf einer Durchschnittskuh (MJME)}}$$

Für die Nutztiere mit einer Aufzuchtperiode von über einem Jahr bietet sich damit eine gute Vergleichsmöglichkeit, für Nutztiere mit einer Aufzuchtdauer von unter einem Jahr geben diese Werte jedoch den Wert je Haltungsort bei einer 365-tägigen Auslastung an, die somit für eine einzeltierbezogene Bewertung durch die Umtriebshäufigkeit dividiert werden müssen. Die im Vieheinheitenschlüssel vorgenommene Unterscheidung in Nutztiere, die nach der erzeugten Stückzahl (Umlaufvermögen) und Nutztiere, die mit dem durchschnittlichen Jahresbestand zu erfassen sind (Anlagevermögen), orientiert sich zwar an den Bewertungsvorlagen der Steuergesetzgebung, entspricht aber in etwa der methodisch notwendigen Aufteilung.

## **Anwendungsbereiche**

Die Unterscheidung in gewerbliche und landwirtschaftliche Tierhaltung ist im Bewertungsgesetz mit den beiden wesentlichen Elementen der Vieheinheitenstaffel und dem Vieheinheitenschlüssel geregelt. Weiterhin findet die Vieheinheit bei der Erfassung des Viehbesatzes im Rahmen der Einheitsbewertung Verwendung. Präzisiert wird die Handhabung des Vieheinheitenschlüssels in der Einkommenssteuerrichtlinie. Erfasst wird der umgerechnete Viehbestand in der Anlage L zur Einkommenssteuererklärung. Die Zuordnung zur landwirtschaftlichen oder gewerblichen Tierhaltung hat für die Tierhaltungsbetriebe weit reichende Konsequenzen, da zahlreiche weitere Gesetze, von denen die bedeutendsten hier aufgeführt sind, hierauf Bezug nehmen. Von besonderer wirtschaftlicher Bedeutung ist hierbei die Möglichkeit zur Pauschalierung im Rahmen der Umsatzsteuergesetzgebung, aber zunehmend auch die Privilegierung des Bauens im Außenbereich.

- Bewertungsgesetz (BewG)
  - § 51 Tierbestände („Vieheinheitenstaffel“)
  - § 41 Abschläge und Zuschläge (übernormale Viehbestände, 50%)
  - Anlage 1 Umrechnungsschlüssel für Tierbestände in Vieheinheiten (VE) nach dem Futterbedarf („Vieheinheitenschlüssel“)
- Einkommenssteuergesetz (ESTG)
  - § 13 Einkünfte aus Land- und Forstwirtschaft („Vieheinheitenstaffel“)
  - § 13a Ermittlung des Gewinns aus Land- und Forstwirtschaft nach Durchschnittssätzen (50 VE-Grenze)
- Einkommenssteuerrichtlinie (ESTR)
- Umsatzsteuergesetz (UStG)
  - § 24 Durchschnittssätze für Land und Forstwirtschaftliche Betriebe in V. m. § 51 BewG
- Baugesetzbuch (BauG)
  - § 35 Bauen im Außenbereich
- Düngeverordnung (DÜV)

Noch umfangreicher in der Agrarwirtschaft verknüpft ist der Einheitswert, über den die Vieheinheit somit indirekt Einfluss auf u. a. folgende Bereiche nimmt:

- steuerlicher Bereich:

Grundsteuer, Vermögenssteuer, Erbschaftssteuer, Grunderwerbsteuer, Umsatzsteuer, Körperschaftssteuer, Gewerbesteuer, Einkommenssteuer und Buchführungspflicht.

- nicht steuerlicher Bereich:

Landwirtschaftskammerbeiträge, Höferecht nach Höfeordnung, Ausbildungsförderung, Altershilfe für Landwirte, landwirtschaftliche Krankenversicherung, landwirtschaftliche Unfallversicherung, agrarpolitische Maßnahmen und Agrarstatistik

Schon dieser kurze Überblick vermittelt einen Eindruck darüber, welcher Stellenwert dem Vieheinheitenschlüssel zukommt und welche Auswirkungen Veränderungen dieses Schlüssels nach sich ziehen.

### **Kommentar**

Die ursprüngliche Berechnungsweise des Vieheinheitenschlüssels bei der Einführung im Jahr 1963 ist heute nur noch schwer nachzuvollziehen. Eine ausführliche Rekonstruktion der Entstehungsgeschichte nahm BECKER (1988b) vor. Hierbei zeigte sich, dass zur Festlegung der Kennzahlen keine Berechnung des Futterbedarfs erfolgte. Vielmehr wurde für die Rauhfutterfresser davon ausgegangen, dass die Gewichtsrelationen, ausgedrückt in Großvieheinheiten, mit den Relationen des Futterbedarfs übereinstimmen. Für Rauhfutterfresser wurden die Kennzahlen aus dem Großvieheinheitenschlüssel übernommen. Für die Schweine und Geflügel wurden Tierzahlen festgelegt, die einer Vieheinheit entsprechen sollten. Demnach bildeten 3 Zuchtsauen, 6,25 Mastschweine, 50 Legehennen mit Nachzucht zur Bestandsergänzung und 600 Jungmasthühner je eine Vieheinheit. Ausgehend von einer Futtererzeugungsmöglichkeit der Fläche von 40 dt je Hektar und dem Grundsatz, dass es möglich ist, die Hälfte des benötigten Futters auf der selbst bewirtschafteten Fläche zu erzeugen, wurde weiterhin der jährliche Futterbedarf einer Vieheinheit auf 20 GE festgesetzt.

Die geschilderte Entstehungsgeschichte des Vieheinheitenschlüssels enthält vielfältige Aspekte, die eine vollständige Überarbeitung des Schlüssels begünstigten (BECKER, 1988b). Engel (1988) fasste sie als „Geburtsfehler des Vieheinheitenschlüssels“ zusammen, für deren Behebung mehrere Autoren Vorschläge ausgearbeitet haben (MILCH,

1983; ENGEL, 1988; BECKER, 1988b) und deren Problematik den Bundestag als entscheidende Instanz bereits mehrmals beschäftigte (BUNDESTAG, 1985).

Als zwei wesentlichen Ursachen für die Fehler im Vieheinheitenschlüssel ist zum einen das unterschiedliche methodische Vorgehen bei der Bestimmung der Kennzahlen und zum anderen die doppelte Definition der Vieheinheit über die Erzeugungskapazität der Fläche und den Futterbedarf der Kuh zu sehen. Der auf 20 Getreideeinheiten festgelegte Wert der Vieheinheit stimmte mit dem tatsächlichen Futterbedarf einer Milchkuh zum damaligen Zeit nicht überein, sondern betrug nach Berechnungen von ENGEL (1988) 34,2 und nach Berechnungen von BECKER (1988b) 27,2 Getreideeinheiten. Dementsprechend fielen die Kennzahlen für die Geflügel- und Schweinehaltung, die näherungsweise nach dem Futterbedarf bestimmt wurden, zu hoch aus. Die aus dem Großvieheinheitenschlüssel übernommenen Kennzahlen für die Rauhutterfresser blieben hiervon zwar unberührt, allerdings kann aus dem Körpergewicht der Tiere nur ein Teil des Futterbedarfs abgeleitet werden, während der oft größere Teilbereich durch das Leistungsniveau der Tiere beeinflusst wird. Die Relationen zwischen den Tierkategorien beinhalteten somit leistungsabhängig Verzerrungen, die besonders bei Tieren mit hohem Gewicht aber niedriger Leistung, zum Beispiel Zuchtbullen, sehr hoch ausfallen und sich mit steigendem Leistungsniveau der Milchkuh stetig vergrößern.

### 3.2.2 Großvieheinheit

#### **Definition**

Die Großvieheinheit (GV, GVE) ist ein Umrechnungsschlüssel für die verschiedenen Nutztierarten auf der Basis des Lebendgewichtes (LG) der einzelnen Tierarten. Eine GV entspricht dabei ca. 500 kg LG und ist auf den ganzjährig im Betrieb gehaltenen Durchschnittsbestand bezogen (BMELV, 2009; KTBL, 2010).

#### **Zielsetzung**

Die Großvieheinheit ist der meistgenutzte Aggregationsschlüssel innerhalb der Agrarwirtschaft und dient zur standardisierten Bewertung der Nutztierhaltung. Sie ermöglicht die Berechnung eines Gesamtviehbestands, der in vielfältigen Berechnungen zur Viehwirtschaft als einheitliche Bezugsgröße oder Kalkulationsgrundlage genutzt wird.

## **Methodik**

Die Kennzahlen des Großvieheinheitenschlüssels ergeben sich aus dem Verhältnis der Lebendmasse des zu bewertenden Tieres zu einer Lebendmasse von 500 kg.

$$GV = \frac{\text{Gewicht des zu bewertenden Tieres (kg LM)}}{500 \text{ kg LM}}$$

Für adulte Tiere erfolgt die Berechnung meist durch Division eines angenommenen Durchschnittsgewichts, während für wachsende Tiere Entwicklungskurven angenommen werden müssen, aus denen sich gewichtete Durchschnittsgewichte errechnen lassen. Rasse- und geschlechtsbedingte Unterschiede in der Entwicklung sowie verschiedene Haltingsformen und Fütterungsverfahren können somit zu erheblichen Abweichungen der Werte für die gleiche Tierkategorie führen.

## **Anwendungsgebiete**

Die Großvieheinheit dient einerseits zur Erfassung der Tierbestände findet darüber hinaus aber vor allem für umweltpolitische Belange Verwendung. Die einheitliche statistische Erfassung der Viehbestände als Aggregat dient zum Vergleich der Agrarstrukturen auf einzelbetrieblicher, regionaler, nationaler sowie internationaler Ebene (EU, 2009). Viele agrarökonomische und ökologische Betrachtungen nutzen die Großvieheinheit als Planungs- und Kalkulationsgröße oder einheitliche Bezugsbasis. Die Berechnung von Viehbesatzdichten dient zur Beurteilung der Nutzungsintensität der landwirtschaftlichen Flächen sowie zur Festlegung von Mindest und Maximalviehbesätzen in Agrarumweltprogrammen. In Baugenehmigungsverfahren werden beispielsweise Abstandsaufgaben mit Hilfe der Großvieheinheit berechnet.

## 4. Energiehaushalt landwirtschaftlicher Nutztiere

Die Kennzahlen des Getreideeinheitenschlüssels, die die tierischen Erzeugnisse betreffen, werden aus dem Energiebedarf abgeleitet, den die jeweilige Tierart aufweist, um eine bestimmte Leistung zu erbringen (WOERMAN, 1944; BECKER, 1988a). Für die Aktualisierung, aber auch bei der Interpretation und Bewertung dieser Zahlen stellt sich zunächst die Frage nach den Faktoren, die die Höhe des Energiebedarfs und somit die Anzahl der veranschlagten Getreideeinheiten beeinflusst. Dies betrifft sowohl die Methodik der Energiebewertung und -bedarfsableitung, als auch die Einflussgrößen auf den Energiehaushalt der Tiere.

### 4.1 Energiebedarf landwirtschaftlicher Nutztiere

Unter „Bedarf“ wird die Menge an Energie und lebensnotwendigen Nährstoffen verstanden, mit der unter definierten Bedingungen eine bestimmte Leistung durch landwirtschaftliche Nutztiere erreicht werden kann (FLACHOWSKY und RODEHUTSCORD, 2005). Der Energiebedarf ist demnach zum einen von den Bedingungen, die das Nutztier vorfindet und zum anderen von der Leistungshöhe abhängig. Schematisch sind diese Zusammenhänge in Abb.2 dargestellt. Die Leistungen, die ein Tier erbringt, sind das Ergebnis aus dem Zusammenspiel der genetisch determinierten Potenziale und der Umwelt, die auf das Tier einwirkt. Das Tier kann sein volles Potenzial nur ausschöpfen, wenn auch stoffliche, d.h. weitere nicht-energetische Faktoren den Bedürfnissen des Tieres entsprechend zielgerichtet ausgestaltet sind. Hierbei ist zu beachten, dass die Faktoren untereinander in Wechselwirkung stehen und sich Effekte verstärken oder abschwächen können (BURGSTALLER et al. 1999; GEVERINK et al. 2004). Streng genommen lässt sich somit der Energiebedarf nur individuell für jedes Tier berechnen. Unter praktischen Gesichtspunkten werden Differenzierungen nur für wesentliche Einflussfaktoren wie Rasse, Geschlecht, Alter oder Haltungssystem vorgenommen, wenn eine fundierte Datenbasis aus wissenschaftlichen Versuchen vorliegt (RODEHUTSCORD, 2007). Bei der Verdichtung der Bedarfswerte auf eine oder wenige Kennzahlen pro Tierart, wie es der Zielsetzung von Aggregationsverfahren entspricht, müssen Interpretation und Bewertung der

Daten berücksichtigen, dass vielfach Durchschnitts- oder Schätzwerte Verwendung finden.

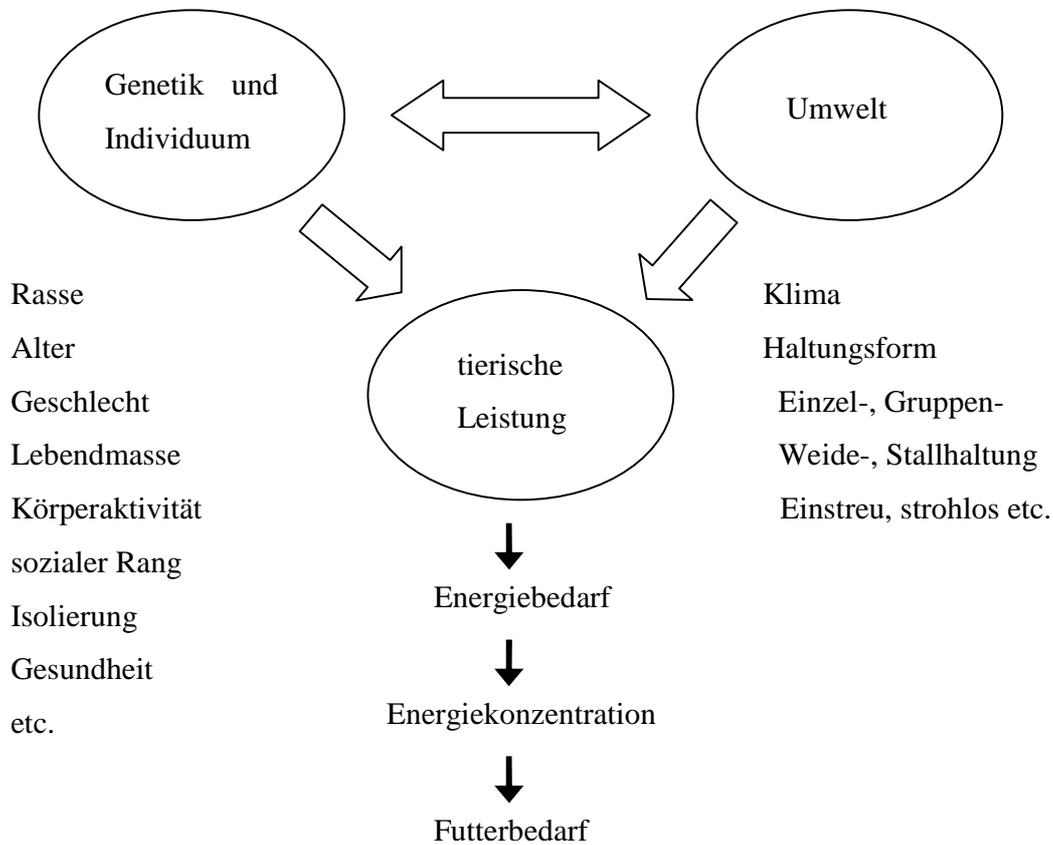


Abb.2: Einflussgrößen auf den Energiebedarf von Nutztieren

Quelle: eigene Darstellung nach WIESEMÜLLER und LEIBETSEDER. (1993); WEIß et al. (1990)

Unabhängig von der Leistungshöhe benötigt jeder Organismus eine gewisse Menge an Energie zur Aufrechterhaltung grundlegender Lebensfunktionen. Bei der Bedarfsberechnung wird daher zwischen Erhaltungs- und Leistungsbedarf unterschieden. Folgendes Berechnungsschema für die faktorielle Ableitung des Energiebedarfs verdeutlicht diese Differenzierung (Tab.1).

Tab.1: Schematische Darstellung zur faktoriellen Berechnung des Energiebedarfs landwirtschaftlicher Nutztiere

<b>Energetischer Gesamtbedarf (umsetzbare Energie) =</b>		
<b>Erhaltungsbedarf</b>	= Energiebedarf bei ausgeglichener Energiebilanz = <b>Grundumsatz</b> + Energie für Verdauung, Resorption und Umsatz der Nährstoffe + Energie für ungerichtete Bewegungsleistung + Energie für Wärmeregulation	= <b>a * Lebendmasse<sup>0,75</sup></b>
+		
<b>Leistungsbedarf</b>	Energiemenge in den einzelnen Leistungsprodukten Ansatz: Fett, Protein Milch, Eier Konzeptionsprodukte Arbeit	+ $\sum$ ( <b>Energie im Produkt i/k<sub>i</sub></b> ) i (index) z.B. g (growth) = f (fat) + p (protein) l (lactation) o (eggs) u, c, g (uterine, concepta, gravidität)

Quelle: eigene Darstellung nach JEROCH et al. (1999); KIRCHGEBNER (2004)

Der Erhaltungsbedarf kann in den Grundumsatz, der als Energiebedarf in Ruhehaltung, Nüchternheit bei thermoneutralen Bedingungen definiert ist, und den Energiebedarf für die Futterraufnahme und Verdauung, für die motorische Aktivität und Homöostase der Körpertemperatur notwendig ist, untergliedert werden (MENKE und HUSS, 1987; WINDISCH 2007). KLEIBER (1947) konnte nachweisen, dass der Grundumsatz im wesentlichen durch die Lebendmasse beeinflusst wird und für ausgewachsene Tiere 293 kJ/kg LM<sup>0,75</sup> beträgt. Die <sup>3</sup>/<sub>4</sub> Potenz der Lebendmasse wird als metabolisches Körpergewicht bezeichnet, das berücksichtigt, dass kleinere Tiere einen im Vergleich zu größeren Lebewesen höheren Grundumsatz je Einheit LM aufweisen. Der größte Anteil der Ener-

gieaufwendungen des Grundumsatzes ist auf Ionentransporte, gefolgt von Turnover-Prozessen sowie nervalen und mechanischen Funktionen zurückzuführen (JEROCH et al.1999).

Erst die Energiemenge, die dem Tier über den Erhaltungsbedarf hinaus zugeführt wird, steht zur Bildung von Leistungsprodukten, z.B. Protein- und Fettansatz, Milch- oder Eibildung oder zur Bedarfsdeckung in der Gravidität zur Verfügung. Aus dem Energiegehalt dieser Produkte lässt sich unter Berücksichtigung der Energieverluste bei der Transformation des Futters in das tierische Produkt der Leistungsbedarf errechnen (MENKE und HUSS, 1987). Die Effizienz dieser Umsetzung ist charakterisiert durch den Teilwirkungsgrad, so dass sich durch die Division des Energiegehaltes im Produkt mit dem Teilwirkungsgrad der Leistungsbedarf errechnet (KIRCHGEBNER, 2004). Letztendlich muss zur Berechnung des Leistungsbedarfs auch die absolute Höhe der Leistung bekannt sein, was sich insbesondere beim wachsenden Tier aufgrund der Dynamik und Variation von Stoffwechselprozessen als schwierig erweist (RODEHUTSCORD, 2007). Für praktische Belange wird daher oftmals von mittleren Gehalten an Rohfett und -protein im Lebendmassezuwachs ausgegangen (WINDISCH, 2007).

## 4.2 Bilanzstufen des Energiewechsels

Den Energiebedarf deckt das Nutztier durch die Verwertung der im Futter enthaltenen Nährstoffe. Dabei ist die Verwertungsrate nicht nur von Tierart zu Tierart unterschiedlich, sondern hängt gleichfalls von der Nutzungsrichtung ab und wird überdies im großen Maße von den Eigenschaften des Futtermittels selbst beeinflusst (MENKE und HUSS, 1987). Die einzelnen Bilanzstufen, die sich bei der schrittweisen Verwertung der über die Nahrung zugeführten Energie ergeben, sowie die an verschiedenen Stellen auftretenden Energieverluste sind in Abb. 3 dargestellt.

Die Bruttoenergie eines jeden Produktes ist die einzige nicht durch die Tierart bestimmte Größe und wird im Bombenkalorimeter als Verbrennungsenergie bestimmt oder aus den analytisch erfassten Nährstofffraktionen Rohprotein (XP), Rohfett (XL), Rohfaser (XF) sowie den stickstofffreien Extraktstoffen (NfE) berechnet ( KIRCHGEBNER, 2004).

$$GE \text{ (kJ)} = 23,9 \cdot XP \text{ (g)} + 39,8 \cdot XL \text{ (g)} + 20,1 \cdot XF \text{ (g)} + 17,5 \cdot NfE \text{ (g)}$$

Die Höhe der Bruttoenergie wird demnach ausschließlich durch die Stoffzusammensetzung bestimmt. Ein Teil der Nahrung bleibt unverdaut und wird über die Faeces ausgeschieden. Die Differenz zwischen diesen ebenfalls im Bombenkalorimeter ermittelten Energieverlusten und der Bruttoenergie wird als verdauliche Energie bezeichnet

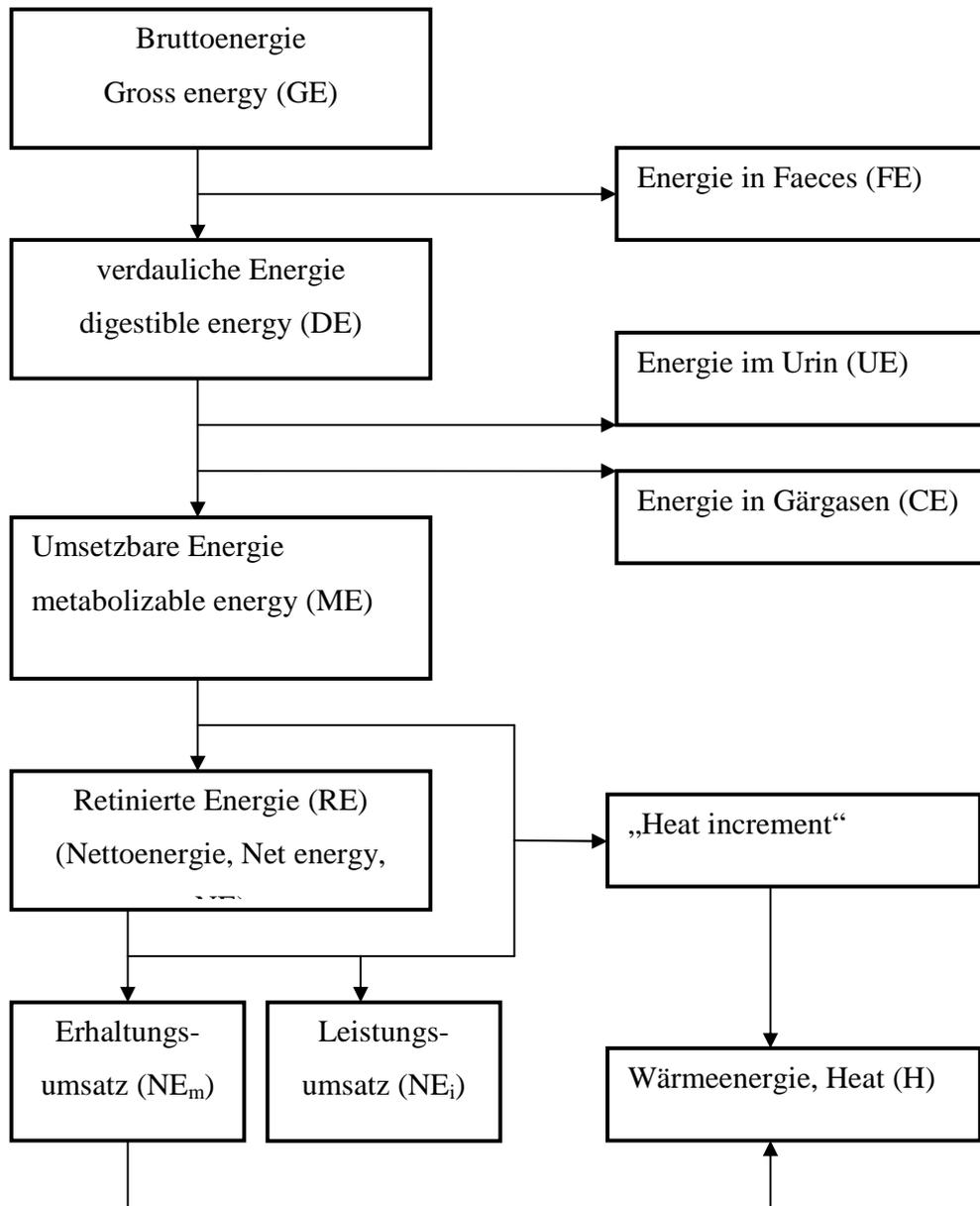
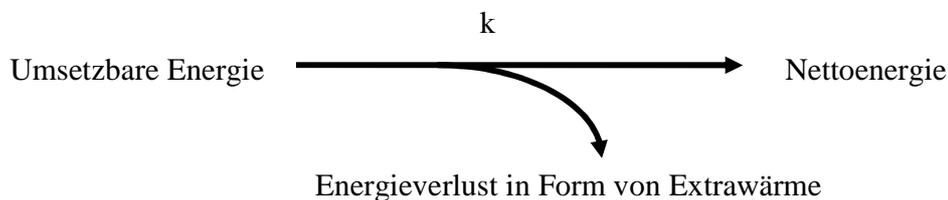


Abb.3: Bilanzstufen der Energieumsetzung

Quelle: eigene Darstellung nach KIRCHGEßNER (2004); JEROCH et al. (2008), WENK (2004)

Werden weiterhin die Energieverluste über den Harn und die bei der mikrobiellen Fermentation im Gastrointestinaltrakt gebildeten Gär-gase berücksichtigt, gelangt man zur Bilanzstufe der umsetzbaren Energie. Diese Energiemenge steht dem Organismus zur Erhaltung der Lebensfunktionen und für Syntheseleistungen zur Verfügung, kann jedoch ebenfalls nur unvollständig genutzt werden. Man spricht in diesem Zusammenhang von Extrawärme („heat increment“), die nach den Gesetzmäßigkeiten der Thermodynamik bei intermediären Umsetzungen entsteht oder durch Reibungsverluste bei Kau-, Verdauungs- und Transportarbeit hervorgerufen wird. Aus der Differenz zwischen der umsetzbaren Energie und dieser durch die Nahrungszufuhr bedingten Wärmebildung errechnet sich die retinierte Energie, die, im Differenzversuch bestimmt, als Nettoenergie bezeichnet wird. Wird zur Extrawärme die im Erhaltungsstoffwechsel gebildete Wärme addiert, ergibt sich die gesamte Wärmeerzeugung (Total heat production, H). Die Effizienz der Umwandlung von umsetzbarer Energie in retinierte Energie entspricht dem energetischen Teilwirkungsgrad  $k$ , der je nach Produktionsrichtung mit verschiedenen Indizes versehen wird (JEROCH et al. 1999; KIRCHGEßNER 2004; KAMPHUES et al. 2004).



$k = \text{Gewinn an Nettoenergie} / \text{Aufwand an umsetzbarer Energie}$

### 4.3 Energetische Bewertung der Futtermittel

Während die Bruttoenergie das vollständige energetische Potential des Futtermittels widerspiegelt, reflektiert die Bewertung der Futtermittel auf der Basis der Nettoenergie aus theoretischer Sicht die Verwertung der Nahrungsenergie für eine spezifische Leistung mit der höchsten Genauigkeit. Im Rahmen der energetischen Futtermittelbewertung wird versucht, das auf physikalischer Basis ermittelte Energiepotential der Nahrung und den physiologischen Bedarf des Organismus an chemisch gebundener Energie in einer Einheit auszudrücken, um einerseits aus einer bestimmten Menge Futter die erwartete Leistung

vorhersagen zu können oder andererseits die für eine definierte Leistung notwendige Futtermenge zu errechnen. Dabei ist grundsätzlich zu entscheiden, ob die Energieverluste während der Umsetzungsprozesse futter- oder tierseitig berücksichtigt werden sollen (FLACHOWSKY und RODEHUTSCORD, 2005; KIRCHGEBNER, 2004; WENK, 2004). Die Energieverluste bis zur Stufe der umsetzbaren Energie hängen stark von der Tierart ab. Ursachen hierfür sind einerseits die Unterschiede im Verdauungssystem, sowie das charakteristische Spektrum der arttypischen Nahrungsmittel. So fressen Wiederkäuer i.d.R. gerüstsubstanzureiche, im Intestinaltrakt nur durch Mikroorganismen abbaubare, im Vergleich zu gerüstsubstanärmeren Komponenten für Monogastrier schwerer verdauliche Futtermittel. Die Energieverluste von der Stufe der umsetzbaren Energie zur Nettoenergie werden dagegen wesentlich von der Leistungsrichtung beeinflusst (MENKE und HUSS, 1987; WINDISCH, 2007). Die Energiebewertung auf der Basis der umsetzbaren Energie (ME) erfolgt somit zwar tierartspezifisch und ist ohne Berücksichtigung der Leistungsrichtung universell über verschiedene Tierarten hinweg verwendbar. Sie hat sich daher mit Ausnahme der Milchkühe und Pferde bei nahezu allen landwirtschaftlichen Spezies durchgesetzt, so dass schon BECKER (1988a) seine Berechnungen auf dieser Basis durchführte. Im Gegensatz zur letzten Überarbeitung des Getreideeinheitenschlüssels, bei dem der Wechsel vom Stärkeeinheitensystem auf Nettoenergiebasis zur umsetzbaren Energie nachvollzogen worden ist, sind seitdem keine grundlegenden Veränderungen in der Energiebewertung vorgenommen worden.

## 5. Aggregation der pflanzlichen Erzeugung

Die Aggregationskennzahlen pflanzlicher Erzeugnisse ergeben sich aus ihrem Liefervermögen für umsetzbare Futterenergie in Relation zum Energieliefervermögen eines als Generalnenner definierten Futtermittels. Die Wahl der Futterenergie als Bewertungsmaßstab hat von jeher zur Frage geführt, ob sie tatsächlich geeignet ist, um alle pflanzlichen Erzeugnisse zu erfassen. Aus dieser Frage resultierte die Unterscheidung in zur Fütterung vorgesehener und nicht zur Fütterung vorgesehener bzw. nicht zur Fütterung geeigneter Erzeugnisse. Die verstärkte Nutzung pflanzlicher Biomasse für energetische Zwecke macht eine weiterführende Differenzierung in zur Fütterung geeignete aber nicht zur Fütterung vorgesehene pflanzliche Erzeugnisse notwendig.

Für die auf diese Weise unterschiedenen Gruppen der Futtermittel, Energiesubstrate und Sonderkulturen werden in den folgenden Abschnitten relevante Aspekte und Einflussfaktoren erläutert, um hieraus einen neuem Getreideeinheitenschlüssel für die pflanzlichen Erzeugnisse abzuleiten.

### 5.1 Futtermittel

Futtermittel bilden die größte Gruppe innerhalb der pflanzlichen Erzeugnisse. Sie können über ihren Futterwert erfasst werden. Folglich steht nicht die Frage nach dem eigentlichen Bewertungsmaßstab sondern nach der geeignetsten Vorgehensweise bei der Bewertung im Vordergrund. Zu den besonders relevanten Aspekten zählen in diesem Zusammenhang der Energiegehalt, das Energiebewertungssystem und die Berechnungsmethodik.

Der Bruttoenergiegehalt der Futtermittel wird von der Nährstoffzusammensetzung bestimmt. Da aber nicht der Bruttoenergiegehalt als Bewertungskriterium dient, sondern die nach der Berücksichtigung von Stoffwechselverlusten dem Tier zur Verfügung stehende umsetzbare Energie, nimmt weiterhin das Energiebewertungssystem und die unterschiedliche Umsetzbarkeit der Futtermittel durch die Nutztiere Einfluss auf die Höhe der Kennzahlen.

### 5.1.1 Nährstoffgehalte

Daten zu analytisch bestimmten Nährstoffgehalten der Futtermittel werden zentral gesammelt und in Futterwerttabellen zusammengefasst. In Deutschland wurden diese Datensammlung lange Zeit von der Dokumentationsstelle Hohenheim geführt, bevor die DLG dieses Archiv übernahm und seither weiterentwickelt und betreut (CHUDASKE, 2003). Die DLG-Futterwerttabellen bilden daher auch die Grundlage für die weiteren Berechnungen und wurden gegebenenfalls durch Werte vergleichbarer Institutionen oder der Futtermittelwirtschaft ergänzt (SAUVANT et al., 2004; CVB, 2007; HYBRIMIN, 2008).

Der für die Getreidearten beispielhaft geführte Vergleich der in den zurückliegenden Ausgaben der DLG-Futtermitteltabellen (DLG, 1970; DLG, 1984; DLG, 1997a; DLG, 2009) zusammengefassten und tabellierten Nährstoffgehalte (Tab.2) zeigt, dass sich die dort angegebenen Durchschnittswerte im Zeitverlauf nur sehr geringfügig geändert haben, obwohl sich Einzelproben sortenbedingt oder aufgrund unterschiedlicher Anbauregionen verbunden mit abweichenden Boden- und Klimaverhältnissen sowie unterschiedlicher Düngeintensitäten erheblich voneinander unterscheiden können (DLG, 2009).

Tab.2: Nährstoffgehalte wichtiger Getreidearten

Nährstoff	Jahr	Weizen	Gerste	Roggen	Hafer
XP, g/kg T	1970	132	118	108	124
	1984	136	119	112	124
	1997	143	124	119	144
	2009	138	124	113	121
XL, g/kg T	1970	20	22	17	54
	1984	20	25	18	54
	1997	21	24	21	58
	2009	20	20	18	53
XF, g/kg T	1970	29	54	29	115
	1984	30	68	28	116
	1997	31	54	25	89
	2009	29	57	28	116
NFE, g/kg T	1970	799	777	823	674
	1984	794	754	820	673
	1997	787	771	813	678
	2009	794	765	819	677

Quelle: DLG (1970), DLG (1984) DLG (1997a) DLG (2009)

### 5.1.2 Energiegehalt

Aus den Brennwerten der Nährstoffe und deren Gehalt im Futtermittel errechnet sich nach folgender Formel die Bruttoenergie (GE) (DLG, 1997a; GFE, 2001; KIRCHGEßNER, 2008; JEROCH et al. 2008);

$$GE \text{ (kJ)} = 23,9 \cdot XP \text{ (g)} + 39,8 \cdot XL \text{ (g)} + 20,1 \cdot XF \text{ (g)} + 17,5 \cdot NfE \text{ (g)}$$

Wählte man die Bruttoenergie als Ausgangspunkt für die Energiebewertung und somit ebenfalls für die Aggregationsverfahren auf Energiebasis (siehe Kap. 5), so bietet diese eine sehr konstante Berechnungsgrundlage. Da die Bruttoenergiegehalte andererseits auch zwischen verschiedenen Futtermitteln nur geringe Variationen aufweisen (Tab. 3), bietet sie nur geringe Möglichkeiten einer differenzierten Bewertung. Die Berücksichti-

gung der Verdaulichkeit bzw. Umsetzbarkeit der Futtermittel ermöglicht zwar eine differenziertere Bewertung, geht allerdings mit anderen Schwierigkeiten einher.

Tab.3: Energiegehalte ausgewählter Futtermittel

	Bruttoenergie (GE), MJ/kg FM	Umsetzbare Energie (ME), MJ/kg FM			
		Rind	Schwein	Geflügel	Pferd
Stroh	15,29	5,16	3,1	1,35	5,58
Heu	15,56	7,72	5,7	5,5	7,22
Gras, frisch	3,36	1,89	1,23		1,71
Grassilage	5,5	2,89	1,9	1,18	2,65
Maissilage	6,46	3,75	2,42	1,73	3,88
Weizen	16,41	11,77	13,79	12,78	12,17
Gerste	16,28	11,30	12,63	11,43	11,65
Sojaschrot	17,68	12,10	13,04	10,17	8,89
Pflanzenöl	39,72	30,53	37,32	37,46	38,38

Quelle: DLG (1970), DLG (1984) DLG (1997a) DLG (2009)

Die unterschiedlichen Verdauungssysteme ermöglichen den Nutztieren, bestimmte Futtermittel besser oder schlechter zu verwerten als andere. So lassen sich tierartspezifische Futtermittelspektren bilden. Dies hat zur Folge, dass es für jedes Futtermittel auch tierartspezifische Energiewerte gibt (Tab.3), die jeweils als Bewertungsgrundlage dienen könnten. Hieraus ergibt sich die Frage, wie eine einheitliche Bewertungsgrundlage geschaffen werden kann. Hierzu sind zwei Verfahren, die seit Einführung der Aggregationsverfahren jeweils für gewisse Perioden angewendet wurden, denkbar.

Bis zum Jahr 1988 dienten die Futterwerte für Wiederkäuer auf Basis der Stärkeeinheit als einheitliches System für alle Tierarten (PADBERG, 1970). Mit dieser einheitlichen Bewertung anhand einer Tierart werden Schätzfehler, die entstehen, da auch von der gewählten Tierart weniger gut verwertete Futtermittel mit den Futterwerten dieser Tierart beurteilt werden, zu Gunsten einer einfachen Berechnungsweise in Kauf genommen. Dies betrifft beispielsweise Raufuttermittel, die von Monogastriern und Konzentratfuttermittel, die von den Wiederkäuern weniger gut verwertet werden. BECKER (1988a) konnte hier-

aus entstehende und nicht tolerierbare Differenzen aufzeigen (Tab.4) und plädierte für einen nach tatsächlicher Einsatzmenge der Futtermittel gewichteten Energiewert.

Tab.4: Futterbedarf, Futteraufkommen und Versorgungsgrad nach verschiedenen Berechnungskonzepten

	Konzept	79/80	80/81	81/82	82/83	83/84	84/85
Futterbedarf,	a	57525	57958	56838	59640	60421	58714
1000 t GE	b	55009	55226	54337	56983	57858	56043
Futtermittelaufkom-	a	57505	55505	58183	58463	55832	58235
men, 1000 t GE	b	61244	59018	62040	62452	58804	61530
Versorgungsgrad,	a	100,0	95,8	102,4	98,0	92,4	99,2
%	b	111,3	106,9	114,2	109,6	101,6	109,8

a) nur Wiederkäuerfütterung; b) Futtermittelaufteilung entsprechend der Fütterungspraxis

Quelle: BECKER (1988a)

### 5.1.3 Verwendung der Futtermittel

BECKER (1988a) entwickelte das „Konzept der Futtermittelverwendung“, welches im Folgenden kurz beschrieben werden soll.

Ausgehend von Angaben auf Sackanhängern und den geschätzten Anteilen verschiedener Futtersorten am gesamten Futtereinsatz für eine Tierart wurde eine Universalmischung für die Rinder-, Schweine-, Geflügel- und Pferdehaltung ermittelt. Mit Hilfe der Mischungsanteile wurde der Bedarf an Einzelfuttermittel berechnet und die zur Verfügung stehenden Mengen dieser Einzelfuttermittel vom höchsten Fertigfuttereinsatz ausgehend in absteigender Reihenfolge auf die Geflügel-, Schweine-, Pferde- und Rinderhaltung aufgeteilt. Für den nicht über Mischfutterzukaufe abgedeckten Futterbedarf wurden anhand von Beispielrationen die benötigten Einzelfuttermengen bestimmt und den entsprechenden Tierkategorien zugeteilt. Sollte nach dieser Verteilung das jährliche Aufkommen eines Futtermittels unter dem berechneten Verbrauch liegen, wurden die Mischungsanteile entsprechend korrigiert. Die Aufteilung der Futtermittel nach diesem Schema erfolgte für einen Zeitraum von sechs Jahren, so dass die für die Berechnung verwendeten Anteile als Mittelwerte dieses Zeitraums einfließen BECKER (1988a).

Dies Vorgehen kann dazu führen, dass bei stark schwankendem Aufkommen einiger Futtermittelkomponenten die Anteile eines Futtermittels in der Rinderfütterung, die jeweils zu letzt berücksichtigt wird, stark schwanken, die im Geflügelbereich eingesetzten Mengen dagegen kaum Veränderungen aufweisen. Die einmalige Festlegung der Verwendung für einen Zeitraum von zwanzig Jahren hat zudem zur Folge, dass bei veränderten Anbauverhältnissen einiger Futtermittel, z. B. Hülsenfrüchte, aufgrund der sinkenden Anbaufläche nicht in ausreichender Menge zur Verfügung stehen, andererseits die Aufteilung bei steigenden Futtermittelaufkommen, z.B. Mais, falsch eingeschätzt wird.

Die Präferenzierung einer der vorgestellten Verfahrensweisen hängt im Wesentlichen von der Genauigkeit und dem Schätzfehler des Verfahrens ab. In diesem Fall ist also zu ermitteln, ob die einheitliche Bewertung der Futtermittel über die Energiewerte der Wiederkäuer zu höheren Schätzfehlern führt als die Berechnung gewichteter Energiewerte. Entscheidend hierfür ist die Frage, wie zuverlässig die Anteile der Tierarten am Futtermittelverbrauch abgeschätzt werden können. Dabei zeigt sich, dass es große Schwierigkeiten bereitet, diese Aufteilung praxisnah und realistisch einschätzen.

Das BMELV veröffentlichte bis zum Jahr 1997 eine Verteilung der Futtermittelkategorien Getreide, Hülsenfrüchte, Hackfrüchte, Kraftfutter, Grünfutter und Heu, sowie Stroh und Milch auf verschiedene Tierarten. Aufgrund des hohen Schätzungsanteils und der damit verbundenen Unzuverlässigkeit der Aussagen wurde diese Statistik jedoch eingestellt (BMELV, 1998).

Zur Erstellung einer nationalen Futtermittelbilanz für Österreich erarbeiteten STEINWIDDER und KIRCHBERGER (2003) ein umfangreiches EDV-Programm, in dem eine sehr detaillierte Futtermittelaufteilung nach Tierarten vorgenommen wird. In einer schrittweisen Aufteilung werden hierbei zunächst Fixmengen bestimmter Futtermittel Tierarten zugeteilt, die für den Futtermittelverbrauch von geringerer Bedeutung und deren Futterbedarf sich nur schwer bestimmen lässt (Heimtiere, Wildhaltung, etc.). Für die Hauptnutztierarten werden unter Berücksichtigung von Bedarfs- und Erfahrungswerten der Wissenschaft, Beratung und Mischfutterindustrie Standardrezepturen entwickelt, nach denen die Futtermittel bis zu einer Bedarfsdeckung von 60 % bei Schweinen und Geflügel und von 50 % bei den Raufutterfressern aufgeteilt werden. Die nach diesem Zuteilungsschritt noch verbleibenden Futtermittel und Restfuttermengen werden in einem drit-

ten Schritt anhand eines nach Expertenmeinung aufgestellten Verwendungsschlüssels den Tierkategorien in der Reihenfolge Geflügel, Schweine, Pferde, Schafe und Ziegen und Rinder zugeteilt. Im letzten Schritt erfolgt ein Abgleich des Futterbedarfs und des Futteraufkommens für die während des Aufteilungsprozesses zuletzt berücksichtigte Rinderhaltung. Anhand der festgestellten Über- oder Unterdeckungen werden anschließend anteilmäßig die Futtermittelverbräuche bei allen Tierkategorien angepasst.

Diese jährlich durchgeführte schrittweise Futtermittelaufteilung ermöglicht durch die Anpassung des Verteilungsschlüssels eine flexible Reaktion auf Marktveränderungen ohne regelmäßig die Standardrezepturen korrigieren zu müssen, so dass gleichzeitig eine gewisse Konstanz erhalten bleibt. Auch diese sollten nach Meinung der Autoren jedoch in einem Abstand von 5-10 Jahren überprüft, bei gravierenden Marktveränderungen auch kurzfristig angepasst werden.

In Frankreich erfolgte zeitweise eine noch flexiblere Anpassung der Futtermittelverteilung an das Marktgeschehen indem die Mischfutterrezepturen anhand der aktuellen Preislage und den vorgegebenen Bedarfswerten quartalsweise optimiert wurden. Die Verteilung der Raufuttermittel erfolgte nach Expertenmeinung und die der direkt auf den landwirtschaftlichen Betrieben verwerteten Futtermittel durch Umfragen. Dieses Vorgehen musste jedoch aus finanziellen Gründen eingestellt werden (KLAPP, 2008).

Der internationale Vergleich zeigt, dass im Wesentlichen drei methodische Elemente zur Verteilung der Futtermittel auf verschiedene Tierkategorien genutzt werden. Dabei werden

- Expertenschätzungen
- Standardrezepturen
- Umfragen

meist in Kombination mehrerer oder aller dieser Elemente genutzt.

Das Vorgehen der hier aufgeführten Länder bei der Aufteilung des Futtermittelverbrauchs auf die Tierarten unterscheidet sich methodisch nur geringfügig von der Vorgehensweise BECKERS (1988a), die hiermit verfolgten Ziele sind jedoch sehr verschieden. In Deutschland wird diese Aufteilung zur Ermittlung von gewichteten Energiewerten, die zur Berechnung von Aggregationskennzahlen notwendig sind, durchgeführt,

während die Mehrzahl anderer europäischer Länder auf eine Aggregation natürlicher Werte verzichtet (KLAPP, 2008). In Österreich erfolgt sie zur Berechnung des Futtermittelbedarfs und der Erstellung von Futtermittelbilanzen, während in Deutschland und vielen anderen Ländern das Futtermittelaufkommen als Restgröße nach Abzug von Saatgut und Verlusten sowie dem Verbrauch anderer Bereiche vom Ernteaufkommen ermittelt wird. Die unterschiedliche Zielsetzung begünstigt verschiedene Überarbeitungsintervalle. Für die mit Aggregationsschlüsseln berechneten Statistiken sind möglichst große Intervalle anzustreben, um eine langjährige Vergleichbarkeit zu gewährleisten, während die Erstellung von Futterbilanzen jährliche Aktualisierungen notwendig machen. In der Fütterungspraxis führt die weitgehende Substituierbarkeit der überwiegenden Zahl der Futtermittel bei zunehmend volatilen Märkten mit hohen Preisschwankungen dazu, dass sich bei preisoptimierter Rationsgestaltung die eingesetzten Rohstoffmengen sehr kurzfristig verschieben. Da das nicht marktgängige wirtschaftseigene Futter von diesen Schwankungen weniger stark betroffen ist, sich wetterbedingte Ernteschwankungen jedoch nicht so problemlos wie bei den Marktfrüchten ausgleichen lassen, scheint eine jährliche Anpassung auf Basis der Ernteergebnisse angebracht. Die variable Definition der Getreideeinheiten über gewichtete Energiewerte steht somit dem ursprünglichen Anspruch auf möglichst konstante Kennzahlen entgegen. Die hiermit erzielten Genauigkeitsgewinne kommen nur zur Geltung, wenn entweder regelmäßige Aktualisierungen der Verteilungsschlüssel vorgenommen werden oder davon ausgegangen werden kann, dass nur geringfügige Schwankungen in der Verwendungsstruktur der Futtermittel zu erwarten sind. Der Grenzwert, ab dem nicht berücksichtigte Schwankungen in der Verwendungsstruktur zu größeren Schätzfehlern führen als eine einheitliche Bewertung mit dem konstanten Energiewert einer Tierart ist dabei kaum zu bestimmen, da er von einer Vielzahl von Faktoren wie der Entwicklung der Tierbestände, von den Erntemengen und Preisrelationen abhängt. Zu den Faktoren, die nur geringfügige Verschiebungen der Einsatzmengen vermuten lassen und somit längere Aktualisierungsintervalle ermöglichen, zählt zum einen die Bildung tierartspezifischer Futtermittelspektren und zum anderen die grobe Differenzierung der Tierkategorien, die sich aus der Verfügbarkeit umfangreicher Futter- und Energiewerte ergibt. Futterwerttabellen, die diesen Ansprüchen genügen, liegen nur für Wiederkäuer, Schweine, Pferde und in eingeschränkter Weise für Geflügel vor. Eine genaue-

re Aufteilung ist für die Berechnung gewichteter Energiewerte unter diesen Voraussetzungen nicht sinnvoll. Futtermittel mit besonders großen Abweichungen in der tierartspezifischen Verwertbarkeit lassen sich recht eindeutig zuordnen. So werden die Rauhfuttermittel fast ausschließlich an Wiederkäuer und Pferde verfüttert, während die in ihren Einsatzmengen variableren Konzentratfuttermittel geringere Differenzen der Energiewerte aufweisen.

Der anhaltende Trend zum Abbau der Rinder- und zum Ausbau der Schweine- und Geflügelbestände vergrößert die durch einheitliche Bewertung nach der Wiederkäuerfütterung hervorgerufenen Verzerrungen, so dass weiterhin für die Berechnung gewichteter Energiewerte nach der Verwendung der Futtermittel in der Fütterung plädiert wird.

In Anlehnung an die Vorgehensweise in Österreich wurden die statistisch erfassten Ernte- und Futtermengen nach Standardrezepturen und Expertenschätzungen aufgeteilt. Einhergehend mit den erzielten Leistungssteigerungen in der Nutztierhaltung wurde auch die Fütterung hinsichtlich optimaler Versorgung und minimaler Nährstoffausscheidung stetig verbessert und in wesentlich differenzierteren Fütterungsstrategien umgesetzt. Die Erfassung dieser umfangreichen Konzepte in wenigen Standardrezepturen erweist sich daher als aufwendiger als noch vor zwei Dekaden und ist mit höheren Schätzanteilen verbunden.

Die resultierende Aufteilung der statistisch erfassten Ernte- und Futtermittelmengen ist Tabelle 5 zu entnehmen. Erwartungsgemäß stieg der Anteil der Schweine- und Geflügelhaltung am Futtermittelverbrauch korrespondierend mit den gewachsenen Tierbeständen an. Dennoch wird der Futterbedarf der Wiederkäuer- und Pferdehaltung deutlich höher überdeckt als derjenige der Schweine- und Geflügelhaltung (Tab. 6). Diese Entwicklung ist vor allem auf die höhere Bewertung einiger Rauhfuttermittel, insbesondere des Grünlandaufwuchses und Silomais zurückzuführen. Eine weitere Reduzierung des Konzentratfuttoreinsatzes in der Wiederkäuer und Pferdehaltung mit dem Ziel einer ausgewogeneren Verteilungsstruktur scheint aufgrund der Rationsgestaltung jedoch nicht angebracht.

Tab.5: Verwendung ausgewählter Futtermittel in der Nutztierfütterung

Futtermittel	Verwendung für ..., %			
	Rinder	Schweine	Geflügel	Pferde
<b>Getreide</b>				
Weizen	20	54,5	25	0,5
Roggen	40	55	5	
Gerste	5	95		
Hafer	60	30		10
Körnermais	7,4	60	32,5	0,1
anderes Getreide	30	45	25	
Futterreis	100			
<b>Hülsenfrüchte</b>				
Futtererbsen	40	50	10	
Ackerbohnen	45	25	30	
and. Hülsenfrüchte	100			
<b>öhlhaltige Früchte</b>				
Raps	60	40		
Sonnenblumen	100			
Trockengrünfütter	60	18,5	10	11,5
Maniok u.a. stärkehaltige Knollen	20	60	20	
<b>Futtermittel aus Verarbeitungsprozessen</b>				
Kleie	35	55	7,5	2,5
Schwimmgerste	100			
Biertreber (Frischwert)	90	10		
Malzkeime	80			20
Bierhefe (getrocknet)	75	25		
Schlempen (Trockenwert)	100			
Maiskleberfütter u.a.Rückstände der Stärkeherstellung	45	25	30	
Kartoffelpülpe (Frischwert)	100			
Trockenschnitzel	79	20		1
Melasse	45	30	23	2
Zitrus-/Obsttrester	90	9		1
Ölkuchen und -schrote				
Raps	39	50	10	1
Sonnenblumen	70	20	10	
Sojabohnen	30	49	20	1
Maiskeime	100			
Lein	60	40		
Erdnuß	100			
Kopra	100			
Palmkern	60	40		
Baumwollsaat	100			
andere	100			
<b>pflanzliche Öle und Fette</b>				
	30	55	15	
<b>tierische Futtermittel</b>				
Fischmehl		85	15	
Mager- und Buttermilch	30	70		
Molke	45	55		
Ziegenmilch	100			
Magermilchpulver	70	30		
Molkepulver	55	45		
Tierische Fette		85	15	
<b>Rauhfuttermittel</b>				
Kartoffeln (einschl. Abfälle)	55	45		
Futterhackfrüchte	98			2
Silomais	100			
Klee und Luzerne ohne Trockengrün	98			2
Wiesen und Weiden	95			5
Sonstige Futterpflanzen im Hauptbau	95			5
Zwischenfrüchte	100			
Stroh	97,5			2,5
Rübenblatt	100			
Vollwertige Rübenschnitzel	98			2

Tab.6: Deckung des Futterenergiebedarfs nach der Futtermittelverteilung, (%)

Jahr	WK	Schweine	Geflügel	Pferde	zusammen
2004	1,22	1,14	1,00	1,28	1,18
2005	1,51	1,23	1,13	1,39	1,39
2006	1,53	1,22	1,28	1,60	1,42
2007	1,36	1,16	1,18	1,44	1,28
2008	1,51	1,09	1,10	1,58	1,34
Mittelwert	1,43	1,17	1,14	1,46	1,32

1 = 100 % Deckung des Futterenergiebedarfs

## 5.2 Biomasse zur energetischen Nutzung

Die Energieerzeugung aus Biomasse stellt erweiterte Anforderungen an die Aggregationsverfahren. Drei Punkte, die jedoch im engen Zusammenhang stehen, sollen im Folgenden besonders angesprochen werden.

- Möglichkeit alternativer Verwertung der Futtermittel
- Ausweitung des nutzbaren Substratspektrums
- Deutlich erweiterte Stoff- und Energieströme

### 5.2.1 Bewertungsunterschiede zwischen Futtermitteln und Energiesubstraten

Die Definition des Futterwertes verdeutlicht, dass dieses Berechnungskonzept umso mehr in Frage gestellt ist, je mehr pflanzliche Produkte nicht verfüttert werden. Beschränkte sich der Umfang alternativer Nutzungsformen vormals im wesentlichen auf Sonderkulturen, die ursprünglich nicht zur Verfütterung vorgesehen sind, so bietet die Verwendung als erneuerbare Energieträger heute für nahezu alle pflanzlichen und zumindest theoretisch auch für die tierischen Erzeugnisse eine Nutzungsalternative. Wurden diese alternativen Nutzungsmöglichkeiten bisher über die beschriebenen Hilfsrechnungen in das Konzept eingebunden oder blieben sie im Falle der erneuerbaren Energien aufgrund des geringen Anteils am Gesamtaufkommen unberücksichtigt (BECKER, 1988), so muss im Rahmen einer Aktualisierung dieser neuen Situation Rechnung getragen werden. Es stellt

sich somit die Frage, ob und in welcher Form für die neuen Verwertungspfade Kennzahlen berechnet werden können.

Diese Frage beschränkt sich aber nicht nur auf die Verwendung, sondern auch auf das Aufkommen der Primärproduktion. Der tierische Organismus kann nur physiologisch wertvolle Stoffe, im Wesentlichen also Futtermittel verwerten. Energetisch kann im Rahmen von Verbrennung oder Vergärung nicht nur ein breiteres Substratspektrum genutzt, sondern auch auf die gesamte im Substrat enthaltene Energiemenge direkt oder im Rahmen einer mehrstufigen Verwertungskaskade zurückgegriffen werden. Die Nutztiere hingegen können je nach Ausgestaltung des Verdauungssystems nur einen geringen Teil der im Nahrung enthaltenen Energie nutzen, während der überwiegende Teil der Nahrungsenergie mit den Exkrementen wieder ausgeschieden oder als Wärme an die Umwelt abgegeben wird. Die aus der Differenz von Bruttoenergie und der im Kot und Harn sowie Gärgasen enthaltenen Energie errechnete umsetzbare Energie erfasst also nur einen Teil der für alternative Energiegewinnung nutzbaren Bruttoenergie. Werden für die erneuerbare Energie über Kennzahlen einerseits Verbrauchsmengen ermittelt, muss andererseits das zur Verfügung stehende Energiepotenzial zum einen um die beschriebenen Differenz zwischen Brutto- und umsetzbarer Energie korrigiert und zum anderen den bisher ungenutzten Rest- und Nebenprodukten ebenfalls ein Wert zugeteilt werden.

Die Neubewertung der pflanzlichen Erzeugnisse muss den unterschiedlichen Zielsetzungen der energetischen Nutzung und der tierischen Veredlung gerecht werden. Während die energetische Nutzung organischer Biomasse für ein Bruttoenergiesystem spricht, bei dem die gesamte gespeicherte Photosyntheseleistung berücksichtigt wird, ist ein solches System für die Bedarfsermittlung der Nutztiere kaum geeignet. Deshalb wurden für die Verwendung als Futtermittel Nettoenergiesysteme (Stärkeeinheiten) oder Bewertungsverfahren auf Basis der umsetzbaren Energie entwickelt. Um diese unterschiedlichen Vorgehensweisen in Einklang zu bringen und die neuen Verwertungswege pflanzlicher Produkte im Rahmen regenerativer Energieerzeugung in das Konzept der Getreidearten zu integrieren, sind grundsätzlich drei Verfahren denkbar:

1. Die Energiebewertung erfolgt komplett auf Basis der umsetzbaren Energie.
2. Die Energiebewertung erfolgt komplett auf Basis der Bruttoenergie.
3. Es wird ein Kombinationsmodell gewählt, das die Differenzen ausgleicht.

Während sich die ersten beiden Verfahren zunächst durch Einfachheit und Überschaubarkeit auszeichnen, bestehen bei näherer Betrachtung doch erhebliche Mängel, die diese Vorgehensweise als ungeeignet erscheinen lassen. Gegen die weitere Verwendung der umsetzbare Energie als gemeinsame Basis nach dem ersten Verfahren spricht, dass gewichtete Energiewerte nur gebildet werden können, wenn alle Einzeldaten in der gleichen Einheit innerhalb eines identischen Energiebewertungssystems ausgedrückt werden. Konnten für die verschiedenen Nutztiere noch gewichtete Energiewerte berechnet werden, so sind die technischen Abläufe der Energiegewinnung mit den physiologischen Vorgängen im tierischen Organismus nicht vergleichbar, so dass eine gemeinsame Berechnungsbasis fehlt. Dieses Problem würde durch den Wechsel auf ein Bruttoenergiesystem nach dem zweiten Vorschlag zwar behoben, jedoch lässt sich bei diesem Vorgehen weder der Energiebedarf der Nutztiere zuverlässig abschätzen noch können aussagekräftige Kennzahlen für die pflanzliche Produktion gewonnen werden, da die Bruttoenergiegehalte nur ein wesentlich geringere Variationsbreite aufweisen. In einem Kombinationsmodell würden für die in den Rest- und Nebenprodukten verbleibende Energie gesonderte Kennzahlen, bzw. für die pflanzlichen Rohstoffe Aufschläge in Form von Zusatzkennzahlen berechnet, die den Unterschied zwischen umsetzbarer Energie als Futtermittel und Bruttoenergie als Energieträger ausgleichen. Die Bruttoenergie wird also als Vielfaches der umsetzbaren Energie ausgedrückt. Der dritte Vorschlag stellt somit einen Kompromiss dar, bei dem die Kennzahlen der tierischen Produktion weiterhin auf Basis der umsetzbaren Energie berechnet werden und die Differenz zur Bruttoenergie als zusätzliches Potenzial für energetische Zwecke gesehen wird. Hierbei bleiben weitere Energieverluste zunächst unberücksichtigt.

$$GE_{\text{Energie}} = \frac{\text{Bruttoenergie} - \text{umsetzbare Energie}}{\text{umsetzbare Energie}}$$

Tab.7: Energiegehalte und Energiedifferenzen von Futtermitteln bei verschiedenen Energiebewertungsstufen, MJ

	Weizen	Gerste	Sojaschrot	Maissilage	Grassilage	Stroh
Bruttoenergie	16,41	16,28	17,68	6,46	5,50	15,29
ME-Rind	11,77	11,30	12,10	3,75	2,89	5,16
ME-Schwein	13,79	12,63	13,04	2,42	1,90	3,10
ME-Pferd	12,17	11,65	8,89	3,88	2,65	5,58
ME-Geflügel	12,78	11,43	10,17	1,73	1,18	1,35
Energiedifferenz MJ (Bruttoenergie - umsetzbare Energie) bei der Verfütterung an						
Rinder	4,64	4,98	5,58	2,72	2,61	10,13
Schweine	2,62	3,65	4,64	4,04	3,60	12,19
Pferde	4,24	4,63	8,79	2,58	2,85	9,71
Geflügel	3,63	4,85	7,51	4,73	4,32	13,94
zusätzliche Getreideeinheiten zur energetischen Nutzung bei der Verfütterung an						
Rinder	0,39	0,44	0,46	0,73	0,90	1,96
Schweine	0,19	0,29	0,36	1,67	1,89	3,93
Pferde	0,35	0,40	0,99	0,67	1,08	1,74
Geflügel	0,28	0,42	0,74	2,74	3,66	10,33

eigene Berechnungen nach DLG (1997a), DLG (1995), DLG (1991), ZDG (2009)

Wie aus Tabelle 7 ersichtlich, ergeben sich je nach Verdaulichkeit bzw. Umsetzbarkeit für die einzelnen Futtermittel bei der Verfütterung an Wiederkäuer, Schweine, Pferde oder Geflügel sehr unterschiedliche Differenzen zwischen Brutto- und umsetzbarer Energie, so dass möglichst genaue Kenntnisse über die Verteilung der Futtermittel auf die einzelnen Nutztierkategorien vorliegen müssen, um die Zusatzkennzahlen zu ermitteln. Wird beispielsweise Weizen an Schweine verfüttert, so stehen für jedes verfütterte Kilogramm nochmals 0,19 FG aus den Exkrementen zur energetischen Nutzung zur Verfügung. Wird der Weizen jedoch an Pferde verfüttert, die das stärkereiche Getreide weniger gut verwerten können, erhöht sich dieser Wert auf 0,35 GE/kg.

## 5.2.2 Energetische Nutzung von Rest- und Abfallstoffen

Neben dem höheren energetischen Potenzial, das sich für Futtermittel durch die Nutzung als Energieträger ergibt, kann durch die Verwertung von Reststoffen, die nicht als Futtermittel verwendet werden können weitere pflanzliche Biomasse bereitgestellt werden. Dies betrifft vor allem Erntenebenprodukte wie Raps- und Maisstroh, die über Korn-Strohverhältnisse statistisch erfasst werden könnten. Die Nutzung dieser Erzeugnisse ist derzeit aber kaum verbreitet.

## 5.2.3 Erfassung von Stoffkreisläufen

Abfallstoffe der Nutztierhaltung und Ernährungsindustrie werden im größeren Umfang genutzt. Diese kaskadische Verwertung der Biomasse, beispielsweise primär als Futtermittel, anschließend als Gärsubstrat und möglicherweise noch als Brennstoff, hat die Stoffkreisläufe innerhalb der Agrarwirtschaft erheblich ausgeweitet (Abb.4). Von Stufe zu Stufe fließt dabei ein gewisser Anteil der über die Bruttoenergie erfassten und theoretisch nutzbaren Energiesumme in einen Energiepool zurück, ähnlich wie Futtermittel aus der Verarbeitung pflanzlicher Erzeugnisse zu Nahrungsmittel in einen Futtermittelpool zurückfließen.

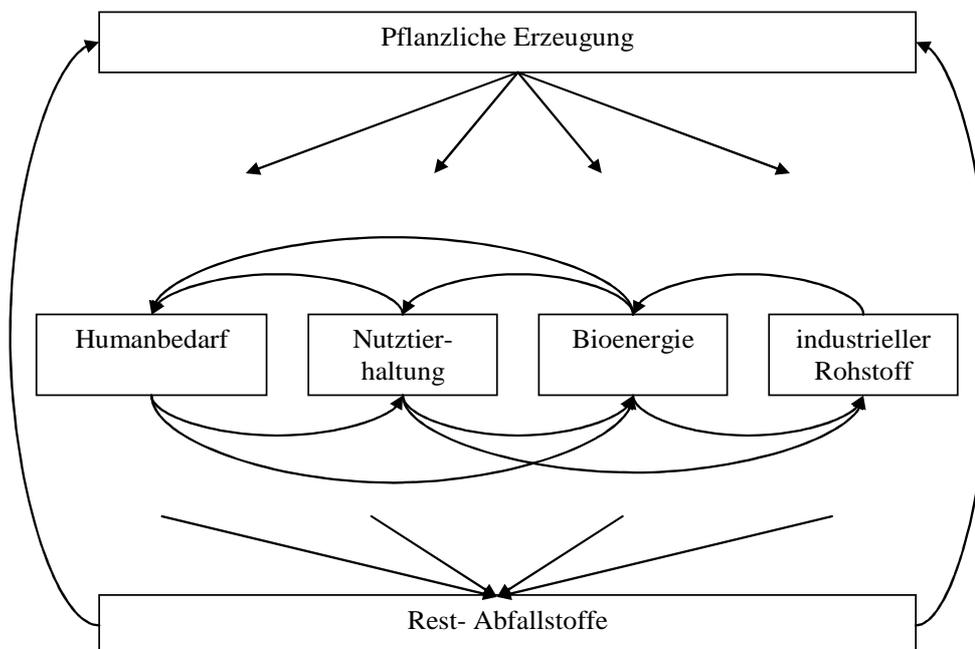


Abb.4: Stoffströme der Biomasse in der Agrar- und Ernährungswirtschaft

Für alle vorgelagerten Nutzungsformen lassen sich somit Brutto- und Nettokennzahlen ermitteln, die die zurückfließende Energiemenge berücksichtigen (Tab.9). Für die tierischen Erzeugnisse wurden diese Mengen aus den Rezepturen und den energetischen Getreieeinheiten berechnet, wie das Beispiel der Schweinemast zeigt (Tab.8).

Tab.8: Berechnung energetischer Getreideeinheiten für Reststoffe der tierischen Erzeugung

Futterkomponente	Anteil, %	GE <sub>E</sub>	GE <sub>E</sub> , anteilig
Weizen	36	0,26	0,0936
Gerste	45	0,3	0,135
Sojaextraktionsschrot	16	0,45	0,072
Sojaöl	1	0,35	0,0035
Mineralfutter	2	0	0
Summe	100		0,3041

Diese Werte beinhalten für die tierischen Abfallstoffe nur das theoretische Potenzial, das energetisch genutzt werden kann, ohne bei der Lagerung der Exkremente auftretende Verluste zu berücksichtigen. In Abhängigkeit von der Lagerdauer und Lagerweise können diese unterschiedlich ausfallen. Diesbezügliche Untersuchungen liegen jedoch kaum vor, da sie bisher keine praktische Relevanz hatten.

Tab.9: Aggregationskennzahlen (GE, GE<sub>E</sub>) landwirtschaftlicher Erzeugnisse mit und ohne Berücksichtigung von Nebenprodukten

Erzeugnis	brutto, GE	netto, GE	Nebenprodukte, GE <sub>E</sub>
Rind	6,01	4,54	1,47
Schwein	3,06	2,14	0,92
Geflügel	2,55	1,61	0,94
Milch	0,8	0,62	0,18
Eier	2,28	1,51	0,77
Pflanzenöl	3,27	2,04	1,23
Biodiesel	3,25	2,03	1,22
Bioethanol	3,44	2,04	1,4
Biogas	0,63	0,42	0,21

## 5.3 Kennzahlenschlüssel

### 5.3.1 Erhebungsumfang

Die von der Normenkommission für Einzelfuttermittel erarbeitete Positivliste für Einzelfuttermittel (ZDL, 2010) enthält derzeit knapp 350 Futtermittelausgangserzeugnisse aus 20 verschiedenen Futtermittelgruppen. In der „Datenbank Futtermittel“ und in den Futterwerttabellen der deutschen Landwirtschaftsgesellschaft sind Angaben zu über 1300 Futtermitteln, die unterschiedliche Verarbeitungsstufen sowie Ernte- und Behandlungsverfahren umfassen, enthalten (DLG, 2009). Es erscheint daher sinnvoll, sich bei der Berechnung von Kennzahlen auf die bedeutendsten Futtermittel zu konzentrieren und gegebenenfalls Werte für Futtermittelgruppen zu bilden. Das Gesetz zur Meldung über Marktordnungswaren sowie die entsprechende Verordnung verpflichten Verarbeiter von Futtermitteln zu statistischen Angaben über den Handel, die Verarbeitung und Herstellung von Futtermitteln und Rohstoffen (MARKTOWMELDV, 1999; MARKTONOG, 2008). Zusammen mit den Ergebnissen der Ernteberichterstattung dienen diese Angaben zur Berechnung des Futtermittelaufkommens in Deutschland. Um Aggregationen innerhalb der Futtermittelwirtschaft zu ermöglichen, sollten die dort erfassten Futtermittel den Mindestumfang des Kennzahlenschlüssels darstellen.

Zu berücksichtigen ist allerdings, dass das erhebungstechnisch unvermeidliche Zusammenfassen vieler Einzelfuttermittel zu Aggregaten Schätzfehler hervorruft, wenn sich die Einzelfuttermittel in ihrem Energiegehalt deutlich unterscheiden, wie beispielsweise bei der einheitlichen Bewertung von Ölschroten und Ölkuchen oder Kleien und Nachmehlen (ATab.4; ATab.5).

### 5.3.2. Generalnenner und Bezugsgröße

Neben dem Energiegehalt pflanzlicher Erzeugnisse nimmt der Energiegehalt des als Divisor fungierenden Generalnenners Einfluss auf die Höhe der Getreideeinheiten. Gerste wurde als Generalnenner eingesetzt, da sich die Einsatzstruktur in der Fütterung als verhältnismäßig stabil erweist, wie die Aufstellung in Tabelle 10 zeigt. Dennoch liegt der Energiegehalt der Gerste nach den aktuellen Berechnungen mit 12,56 MJME ca. 0,2 MJ höher als vor zwei Dekaden, da insbesondere der Futterwert für die Schweinefütterung in

aktuellen Futterwerttabellen höher eingeschätzt wird (Tab.10). Als Folge des höheren Energiegehalts der Gerste ergeben sich tendenziell niedrigere Kennzahlen für die bewerteten Erzeugnisse. Die Ergebnisse für die wichtigsten Produktgruppen, sowie für diejenigen, die die größten Bewertungsunterschiede ergeben haben, werden im folgenden Abschnitt vorgestellt.

Tab.10: Berechnung eines gewichteten Energiegehaltes von Futtergerste

Tierart	aktuelle Berechnungen		BECKER (1988a)	
	Energiegehalt, MJME/FM	Anteil am Verbrauch, %	Energiegehalt, MJME/FM	Anteil am Verbrauch, %
Rinder	11,3	5	11,369	5,3
Schweine	12,63	94,9	12,4	94,6
Geflügel	11,43	0	11,2	0
Pferde	11,84	0,1	10,9	0,1
gewichteter Wert	12,56	100	12,35	100

### 5.3.3 Getreide

Insgesamt ergeben sich für die Getreidearten nur geringfügige Unterschiede (Tab.11). Die niedrigeren Werte für Weizen, Roggen, Hafer oder Körnermais sind auf den höheren Energiegehalt der Gerste als Generalnenner zurückzuführen. Für CCM wurden bisher keine eigenen Kennzahlen berechnet, da die Ertrags- und Ernteschätzung gemeinsam mit dem Körnermais erfolgt und somit keine spezifischen Ertragsdaten vorlagen. Bezogen auf eine Trockenmasse von 60 % liegt die Kennzahl für CCM jedoch deutlich unter derjenigen für Körnermais.

Am Beispiel des Hafers ist erkennbar, dass das zusätzliche energetische Potenzial ausgedrückt in  $GE_E$  besonders dann hoch ausfällt, wenn der eigentliche Futterwert gering ist. Zusammen ergeben die beiden Kennzahlen einen relativ konstanten Wert von 1,3  $GE$ , der die Bruttoenergie wiedergibt.

Tab.11: Aggregationskennzahlen für Getreidearten

	aktuelle Berechnungen		BECKER (1988a)	PADBERG (1970)
	GE	GE <sub>E</sub>	FGE	GE
Futterweizen	1,04	0,26	1,07	1
Futtergerste	1	0,30	1	1
Futterroggen	1,0	0,28	1,01	1
Futterhafer	0,84	0,51	0,85	1
Triticale	1	0,28	-	-
Futterkörnermais	1,08	0,24	1,1	1
CCM	0,71	0,20	-	-
Futtermais, gesamt	1,1	0,23	1,1	1
Futterhirse	0,86	0,46	0,84	1
Futterreis	0,82	0,42	0,92	1

#### 5.3.4 Ölhaltige Früchte

Die ölhaltigen Früchte weisen nach der Neubewertung die größten Differenzen zum bisherigen Wert auf (Tab.12). Das die Kennzahlen nur noch halb so hoch liegen wie zuvor ist auf die Einstufung der ölhaltigen Früchte als Sonderkultur in den alten Berechnungen zurückzuführen. Die Zuordnung zur mittleren Ertragsstufe bei niedrigen Naturalerträgen dieser Früchte führte zu einem hohen Wert von ca. 2,5 FGE. Aufgrund der geringen Anbaufläche der Ölfrüchte zum damaligen Bewertungszeitraum waren die hiermit entstehenden Verzerrungen jedoch unbedeutend. Durch den Ausbau der Biodieselerzeugung wurde der Anbau dieser Kulturen jedoch merklich ausgeweitet, so dass die hohe Bewertung zu erheblichen Fehleinschätzungen führt. In den aktuellen Berechnungen wurden die ölhaltigen Früchte daher ebenfalls nach ihrem Futterwert beurteilt, woraus Werte von ca. 1,25 GE resultieren.

Tab.12: Aggregationskennzahlen ölhaltiger Früchte

	aktuelle Berechnungen		BECKER (1988a)	PADBERG (1970)
	GE	GE <sub>E</sub>	FGE	GE
Sojabohnen	1,15	0,52		
Rapssaat	1,30	0,57	2,46	1,7
Sonnenblumensamen	1,25	0,82	2,6	1,7
Baumwollsamensamen	0,96	0,69		
Leinsamen	1,21	0,65	1,0	0,7

### 5.3.5 Rauhfuttermittel

Für einige Rauhfuttermittel haben sich nach der Neubewertung beachtliche Differenzen ergeben, die durch das große Aufkommen dieser Produkte von besonderer Bedeutung sind (Tab.13).

Die Beurteilung des Strohs stellt sich in diesem Zusammenhang als besonders schwierig heraus und offenbart die Unzulänglichkeiten einer ausschließlich auf Energiewerten basierenden Aggregation. Der durchaus beachtliche Futterwert des Strohs resultiert je nach Getreidesorte in Kennzahlen von 0,4-0,5 Getreideeinheiten. In Verbindung mit dem hohen Ernteaufkommen, das sich aus der theoretischen Ableitung über Korn-Strohverhältnisse ergibt, resultiert ein enormes Futterpotenzial, das sich in der praktischen Fütterung jedoch nur in sehr geringen Mengen sinnvoll einsetzen lässt. Eine Anpassung an diese praktischen Verhältnisse wurden durch die durchgehende Verwendung des sehr niedrigen Wertes von PADBERG (1970) vorgenommen (BMELV, 2009). Wird dieses Vorgehen beibehalten, könnte der energetische Wert um die Differenz von 0,33 GE erhöht werden. Als Alternative ist eine prozentuale Anpassung des potenziellen Aufkommens aus den Korn-Stroh-Verhältnissen an die tatsächlich eingebrachte Menge zu erwägen.

Eine einheitliche Bewertung des sehr heterogenen Grünlandaufwuchses ist nur durch stark vereinfachte Annahmen möglich. Der Nährstoff- und Energiegehalt des Grünlandaufwuchses kann in Abhängigkeit von der Artenzusammensetzung, dem Schnittzeit-

punkt und der Nutzungshäufigkeit sowie von Düngungsmaßnahmen und Konservierungsmethoden deutlich variieren. Kaum einer dieser Faktoren ist statistisch mit vertretbarem Aufwand zu erfassen, so dass mit Durchschnittswerten gearbeitet werden muss. Auch die quantitative Erfassung der Erntemenge erweist sich als schwierig und erfolgt unter vereinfachten Annahmen. Der Grünlandaufwuchs wird frisch, als Silage oder als Heu genutzt. Die statistische Erfassung dieses Aufwuchses erfolgt über Heuwerte, die durch Division des Frischertrages durch den Faktor vier ermittelt werden. Dieses Vorgehen setzt voraus, dass sich die Ernteprodukte nur im Trockensubstanzgehalt unterscheiden und sich mit sinkendem Wassergehalt lediglich die Nährstoff- und Energiekonzentration erhöht. Die Konservierungsprozesse nehmen aber auch Einfluss auf die Verdaulichkeit und den Futterwert, so dass derselbe Aufwuchs bei verschiedenen Nutzungsweisen unterschiedlich zu beurteilen wäre. Eine Bewertung des Grünlandes über Heuwerte führt aufgrund der niedrigeren Verdaulichkeit des Heus zu einer Unterschätzung des Nährstoff- und Energiegehaltes.

In den derzeitigen Aggregationskonzepten wird der Grünlandaufwuchs mit einem Wert von 0,43 FGE bewertet, der zwischen den Einzelwerten von Heu und Grassilage liegt. Es ließ sich nicht eindeutig klären, wie dieser Wert ermittelt wurde. Im Rahmen der Neujustierung der Bewertungsschlüssel wird vorgeschlagen, übereinstimmend mit der Ertragsfassung über Heuwerte die für Heu ermittelte Kennzahl von 0,61 GE zu verwenden.

Silomais wurde bisher über die Frischmasse mit einem sehr niedrigen Trockensubstanzgehalt von 22 % erfasst. Im Methodenhandbuch zur Erntermittlung ist dagegen eine Standardisierung auf 35 % TS vorgesehen. Bei gleichem Erntezeitpunkt unterscheiden sich die Nährstoff- und Energiegehalte von frischem und siliertem Mais nur geringfügig. Der Erntetermin hat jedoch großen Einfluss auf den Nährstoff- und Energiegehalt. Mit zunehmender Reife steigt die Nährstoff- und Energiekonzentration, während die Verdaulichkeit zum Zeitpunkt der Teigreife am größten ist. Da der Großteil des Maises zu dieser Zeit mit Trockensubstanzgehalten zwischen 30-35 % einsiliert wird, ist bei einer rein gewichtsabhängigen Standardisierung tendenziell mit einer leichten Überschätzung der Energiegehalte zu rechnen.

Tab.13: Aggregationskennzahlen von Rauhfuttermitteln

	aktuelle Berechnungen		BECKER (1988a)	PADBERG (1970)
	GE	GE <sub>E</sub>	FGE	GE
Getreidestroh	0,43	0,81	0,49	0,1
Gras, frisch	0,16	0,14	0,16	-
Gras, Silage	0,27	0,24	0,3	-
Gras, Heu	0,61	0,63	0,69	
Grünland	0,61	0,63	0,43	0,4
Mais, Silage	0,3	0,22		
Mais, frisch	0,3	0,22	0,18	0,16
Zuckerrübenblatt	0,13	0,13	0,13	-
Futterrübenblatt	0,15	0,11	0,11	-
Futterraps	0,1	0,05	0,11	-

## 5.4 Sonderkulturen

Neben den im vorherigen Abschnitt besprochenen Futtermitteln sind weitere pflanzliche Erzeugnisse zu bewerten, die nicht oder nur eingeschränkt verfüttert werden können und somit nur bedingt über einen Futterwert zu erfassen sind. Zu dieser Gruppe, die im Weiteren unter Sonderkulturen zusammengefasst wurden, gehören zum einen Erzeugnisse, die nicht verfüttert werden können, wie Tabak, Hopfen, Faserlein, Ziergehölze oder Blumen, und zum anderen Erzeugnisse, bei denen eine Verfütterung denkbar ist, die aber nicht zur Verfütterung vorgesehen sind, wie Obst, Gemüse, Sämereien oder Weinmost.

### 5.4.1 Vergleichsrechnungen

Zur Einbeziehung von Sonderkulturen in ein Futterenergie-basiertes Aggregationsverfahren sind Hilfsrechnungen mittels Vergleichsfrüchten entwickelt worden (WOERMANN, 1943; PADBERG, 1970; BECKER, 1988). Hierbei wird angenommen, dass auf der mit Sonderkulturen bestellten Fläche unter ackerbaulichen und ökonomischen Gesichtspunkten adäquate Kulturen anbaut werden könnten, die eine Einschätzung ihres Futterwertes erlauben. Der Wert der Kennzahlen im Getreideeinheitenschlüssel wird aus der Relation

des Ertrags (GE) dieser Ersatzkulturen zum Naturalertrag der Sonderfrüchte abgeleitet. Aus Vereinfachungsgründen wurden für die Vergleichsfrüchte drei Intensitätsstufen mit den dazugehörigen Hektarerträgen definiert.

Tab.14: Erträge landwirtschaftlicher Kulturen in Naturalgewicht und Getreideeinheiten

Futterpflanze	aktuell			BECKER (1988a)		
	Ø Hek- tar- ertrag dt/ha	GE je Produkt- einheit kg/kg	GE je Fläche dt/ha	Ø Hek- tar-ertrag dt/ha	GE je Produkt- einheit kg/kg	GE je Flä- che dt/ha
Futterrüben	944,125	0,14	132,18	991,8	0,12	119,01
Silomais	441,58	0,3	132,47	459,0	0,18	80,62
Körnermais	91,74	1,1	100,91	61,7	1,1	68,87
Spätkartoffeln	403,74	0,22	88,82	308,4	0,22	67,85
Winterweizen	76,16	1,04	79,21	55,3	1,07	59,17
Wintergerste	64,82	1	64,82	50,4	1,0	50,40
Roggen	50,46	1,01	50,96	39,1	1,01	39,5
Hafer	45,66	0,84	38,35	40,9	0,85	34,76
Erbsen	31,28	1,01	31,59	30,0	1,04	31,24
Ackerbohnen	36,34	0,94	34,16	33,8	0,92	31,11
Rübenblatt	283,24	0,15	42,49	140,0	0,11	15,4

Quelle: BMELV (90, 94, 98, 04, 09)

Anhand des Durchschnittsertrages bedeutender Ackerfrüchte in einem 7-jährigen Beobachtungszeitraum (Tab.14) wurde das Ertragsniveau jeder Intensitätsstufe festgelegt (BECKER, 1988a). Die höchste Intensitätsstufe spiegelte das Ertragspotenzial des Zuckerrübenanbaus wieder, dass sich aus dem Ertrag der Rüben und der Blätter zusammensetzt und im Jahr 1988 auf 135 GE/ha eingeschätzt wurde. Aufgrund der sehr geringen Nutzung der Rübenblätter wurde auf die Berücksichtigung dieses Ertrages in den aktuellen Bewertungen verzichtet und ein Ertrag von 130 dt GE/ha für die höchste Intensitätsstufe angenommen, der das Ertragsniveau des Rüben- und Silomaisanbaus im Fünfjahreszeitraum von 2004-2008 wiedergibt. Aus den Erträgen von Körnermais, Weizen und

Kartoffeln wurde das Ertragsniveau der mittleren Intensitätsstufe mit 65 dt GE/ha abgeleitet. Durch die niedrige Kennzahl des Silomais im Getreideeinheitenschlüssel von 1988 zählte damals auch Silomais zu dieser Kategorie. In der aktuellen Einstufung repräsentieren Körnermais, Kartoffeln sowie Weizen und Gerste das mittlere Ertragsniveau, dass mit 80 dt GE/ha angenommen wurde. Die anspruchsloseren Getreidesorten sowie die Hülsenfrüchte kennzeichnen, das niedrigere Ertragsniveau das aktuell mit 40 gegenüber 35 dt GE/ha geringfügig höher eingestuft wurde (Tab.15).

Tab.15: Intensitätsstufen zur Beurteilung von Sonderkulturen

Intensitätsstufe	aktuell	BECKER (1988a)
1	130	135
2	80	65
3	40	35

Die nach ackerbauliche und ökonomischen Gesichtspunkten erfolgte Zuteilung jeder Sonderkultur zu einer Intensitätsstufe wird in den folgenden Abschnitten erläutert und hieraus die jeweilige Kennzahl abgeleitet.

#### 5.4.2 Obst

Die Obsternte in Deutschland wird wesentlich vom Apfelanbau geprägt (Abb. 5). Die Apfelernte macht 80 % der Gesamternte und 90 % der Baumobsternte aus. Von Bedeutung ist weiterhin der Anbau von Erdbeeren, die mit 11 % zur Gesamternte beitragen, während sowohl das Strauch-, als auch das übrige Baumobst nur im sehr geringen Umfang angebaut wird und entsprechend niedrige Anteile an der Gesamternte aufweist (BMELV, 2009; DESTATIS, 2008c).

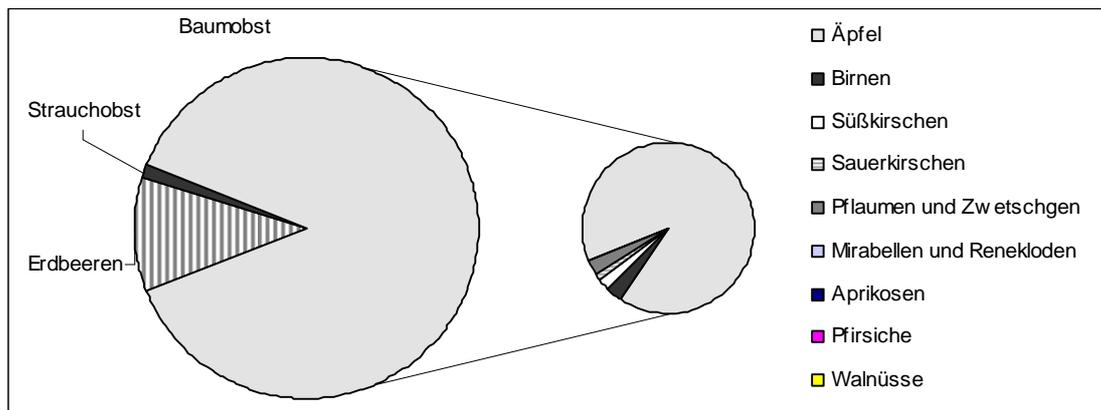


Abb.5: Anteile verschiedener Obstsorten an der gesamten Obsternte

Quelle: DESTATIS (2008c)

In der Obststatistik des BMELV wird der Anbauumfang und die Erntemenge erst ab 2006 einheitlich für alle Obstsorten in Hektar bzw. dt/ha angegeben. Zuvor erfolgten die Angaben sowohl als Gesamtzahl der Bäume und Sträucher bzw. Ernte je Baum und Strauch als auch als Hektar bzw. dt/ha, so dass erst durch die Einbeziehung von Pflanzdichten vergleichbare Werte ermittelt werden konnten (DESTATIS, 2009f). Die Erhebung der Daten erfolgt weiterhin nicht jährlich, vielmehr werden Daten aus der im Abstand von fünf Jahren (zuletzt 2007) erfolgenden Baumobstanbauerhebung sowie der unregelmäßig durchgeführten Gartenbauerhebung (zuletzt 2005 und 1994) in Kombination mit der jährlichen Erntestatistik genutzt und stellenweise durch Schätzungen ergänzt (DESTATIS, 2006; DESTATIS, 2008c; DESTATIS, 2009f).

Im Vergleich zum letzten Berechnungszeitraum haben sich die Erträge der Obstsorten sehr unterschiedlich entwickelt (Tab. 16). So lag der Baumobstertrag mit durchschnittlich 275 dt/ha in den Jahren 2004-2008 deutlich über dem damaligen Wert von 167,4 während die Strauchobsterträge mit 49 dt/ha deutlich unter dem damaligen Schätzwert von 85 dt/ha liegen. Der Ernteertrag von Erdbeeren stieg im Vergleich von 1988 zu 2008 moderat von 89,5 auf 112,5 dt/ha. Bei relativ konstantem Vergleichsertrag führt dies zu sinkenden Kennzahlen für Baumobst und Erdbeeren und steigenden Kennzahlen für Strauchobst. Die aggregierte Kennzahl Obst sinkt von 0,86 auf 0,56, da der Wägungsfaktor für Baumobst mit dem neuen niedrigeren Wert gestiegen ist. Berücksichtigt werden muss hierbei, dass die Erträge im Apfelanbau deutlich höher ausfallen als diejenigen der übrigen

Baumobstsorten, so dass für die anderen Sorten die Einzelkennzahlen höher ausfallen würden und mit dem aggregierten Wert unterschätzt werden. Aufgrund der dominierenden Rolle des Apfelanbaus kann der hierbei auftretende Fehler jedoch als vertretbar eingeschätzt werden.

Warum die Erträge des Strauchobstes in den öffentlichen Statistiken (DESTATIS, 2008c) deutlich niedriger ausfallen als sie in Faust- und Planzahlen angegeben oder in der Beratung verwendet werden, konnte nicht endgültig geklärt werden. Eventuell ist eine Korrektur des sehr niedrigen Ertragsniveaus ratsam.

Tab.16: Erträge und Aggregationskennzahlen des Obstanbaus

Obstkategorie	Referenz- ertrag dt	Ø-Ertrag 04-08 dt	Wägungs- faktor %	anteilige Kennzahl	GE 2010	FGE 1988	GE 1970
Baumobst	130	275,39	88,04	0,42	0,47	0,81	
Strauchobst	130	48,99	0,73	0,02	2,65	1,59	
Erdbeeren	130	112,46	11,23	0,13	1,16	1,5	
Obst, insg.			100,00	0,56	0,56	0,86	0,25

Quelle: BMELV (2004, 2009); DESTATIS (2008c)

### 5.4.3 Gemüse

Beim Gemüseanbau wird zwischen Freilandanbau und Unterglasanlagen differenziert. Die Unterglasernte trägt im Betrachtungszeitraum von 1989 bis 2009 jedoch stets weniger als 5 % zur Gesamternte bei (Abb.6). Da es sich weiterhin mit Ausnahme der Tomaten, die im Freilandanbau nicht erfasst werden, um die gleichen Gemüsearten handelt, wurde der Unterglasanbau nicht separat betrachtet (BMELV, 1994, 1998, 2004, 2009; DESTATIS, 2009e, 2009i).

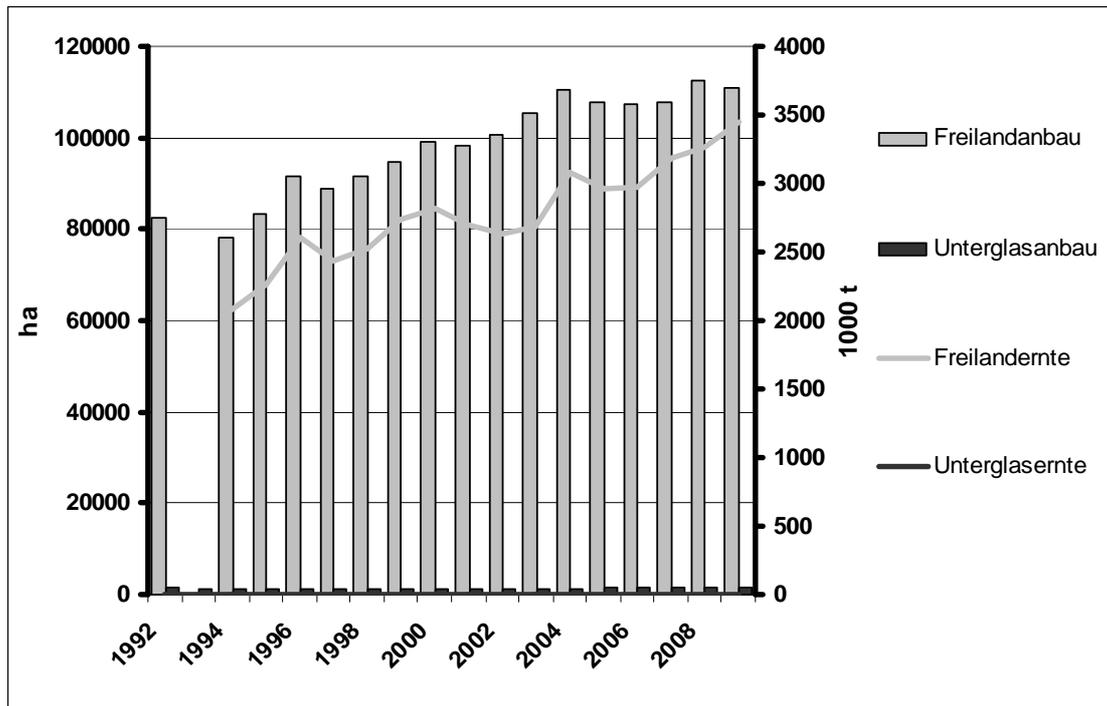


Abb.6: Erträge und Anbauflächen von Gemüse

Quelle: BMELV (1994, 1998, 2004, 2009)

Seit 2001 werden die einzelnen Gemüsesorten nicht mehr in Fein- und Grobgemüse zusammengefasst, sondern sie werden detaillierter nach Kohl-, Blatt-, Stängel-, Wurzel-, Frucht- und anderem Gemüse sowie Hülsenfrüchten kategorisiert (DESTATIS, 2009e). Die höhere Abhängigkeit von der aktuellen Marktlage und der größere Wettereinfluss im Gemüseanbau haben zur Folge, dass sowohl die Erntemengen als auch die Anbauverhältnisse stärker variieren als die Ackerfrüchte. In den letzten 20 Jahren ist beispielsweise ein kontinuierlicher Rückgang des Kohlgemüseanbaus zu Gunsten des Wurzel- und Knollengemüses aber auch des Stängel- (Spargel) und Blattgemüses zu verzeichnen (Abb.7). Die Neubewertung erfolgte daher auf Basis der Durchschnittswerte der Jahre 2004-2008.

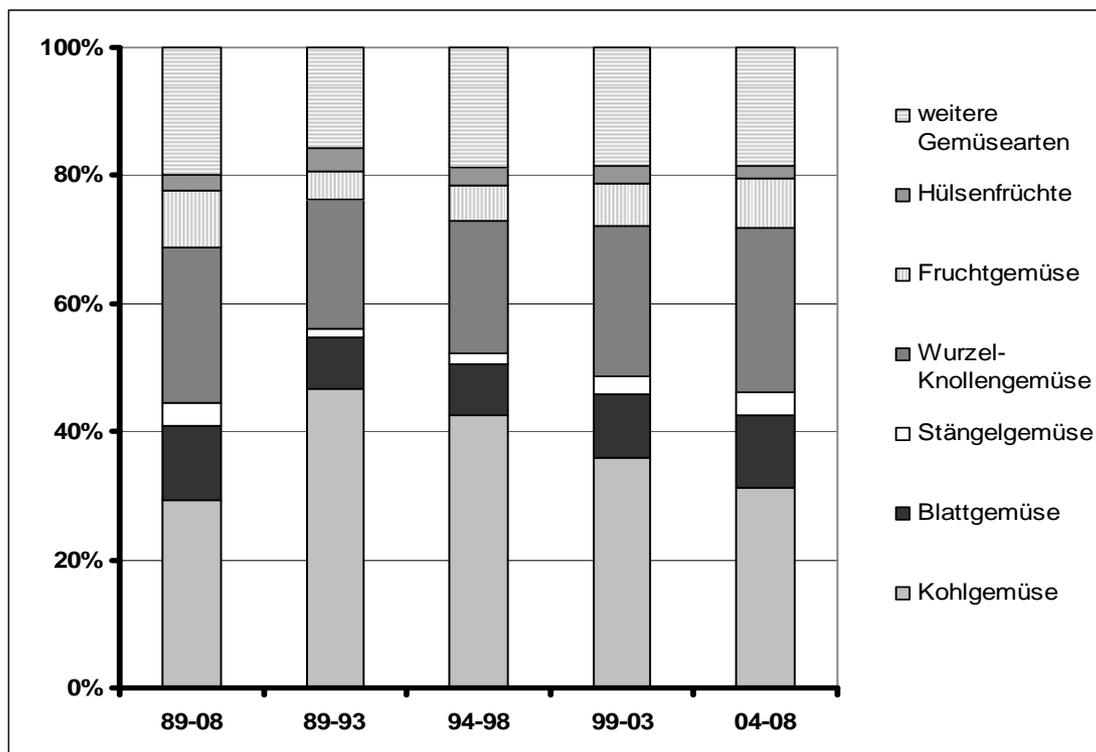


Abb.7: Anteile der Gemüsearten am Gemüseanbau

Quelle: BMELV (1994, 1998, 2004, 2009)

Die Aggregation der einzelnen Gemüsesorten zu Gemüsearten oder zu einem Gesamtwert für Gemüse kann zu großen Verzerrungen führen, wenn sich die Erträge der zusammengefassten Sorten stark voneinander unterscheiden und/oder die gewählten Vergleichserträge der Einzelsorten vom Aggregat abweichen (Tab.17). Besonders deutlich wird dies am Beispiel des Spargels und der Hülsenfrüchte. Unter Stängelgemüse werden Spargel, Rhabarber und Stangensellerie zusammengefasst. Die Erträge dieser Kulturen unterscheiden sich mit ca. 40 dt/ha bei Spargel und 200 – 350 dt/ha bei Rhabarber und Stangensellerie erheblich. Zudem wurde Spargel in die zweite und Rhabarber und Sellerie in die dritte Intensitätsstufe eingeteilt. Für Spargel, Rhabarber und Stangensellerie resultieren hieraus Einzelwerte von 1,71; 0,55 und 0,37 GE, für den zusammengefassten Wert jedoch eine Kennzahl von 2,36 GE, da Spargel mit 95 % der Anbaufläche diese Kategorie dominiert und somit den Durchschnittsertrag dieser Kategorie stark absenkt, während der Referenzertrag der Gesamtkategorie mit 130 dt/ha deutlich über dem Referenzertrag des Spargels von 80 dt/ha liegt. Aufgrund dieser dominierenden Rolle des Spargels wurde

auch für die Gesamtkategorie Stängelgemüse ein niedrigerer Vergleichsertrag von 80 dt/ha angenommen. Ähnliche Verzerrungen ergeben sich auch für Hülsenfrüchte, die deutlich geringere Erträge aufweisen als die anderen Gemüsearten, und als Einzelwert eine Kennzahl von 0,81 GE erhalten, als aggregierter Wert jedoch mit 0,42 beurteilt werden.

Tab.17: Erträge und Aggregationskennzahlen des Gemüseanbaus

Gemüse- kategorie	Referenz- ertrag dt	Durchschnitt- ertrag 04-08 dt	GE	Wägungs- faktor %	anteilige Kennzahl	FGE 1988	GE 1970
Kohlgemüse	130	435,25	0,30	31,11	0,09		
Blattgemüse	130	205,22	0,63	11,42	0,07		
Stängelgemüse	80	49,36	1,62	3,57	0,06		
Wurzel- Knol- lengemüse	130	393,43	0,33	25,85	0,09		
Fruchtgemüse	130	317,23	0,41	7,51	0,03		
Hülsenfrüchte	40	51,09	0,78	2,09	0,02		
weitere Ge- müsearten	130	371,29	0,35	18,43	0,06		
Gemüse, insg.	130	286,12	0,45	100,00	0,42	0,57	0,15

Aus den bereits geschilderten Gründen ergibt sich für Gemüse insgesamt mit 0,42 GE ein leicht niedrigerer Wert, als er mit einem Durchschnittsertrag aller Gemüsesorten von 286 dt/ha und einem einheitlichen Vergleichsertrag von 130 dt/ha berechnet würde.

#### 5.4.4 Wein

Wenn gleich die mit Rotwein bestockte Rebfläche in den vergangenen 20 Jahren kontinuierlich ausgedehnt wurde, erweist sich die gesamte Rebfläche mit 100000 Hektar als sehr konstant, da die mit Weißwein bestockte Rebfläche entsprechend zurückging (Abb.8) (BMELV, 1994, 1998, 2004, 2009; DESTATIS, 2009g; 2009j; 2010c). Da die Erträge

der roten Rebsorten gleichfalls höhere Erträge aufweisen und ein 5 dt niedrigerer Vergleichsertrag gewählt wurde, wären deutliche Auswirkungen auf die Kennzahlen zu erwarten .

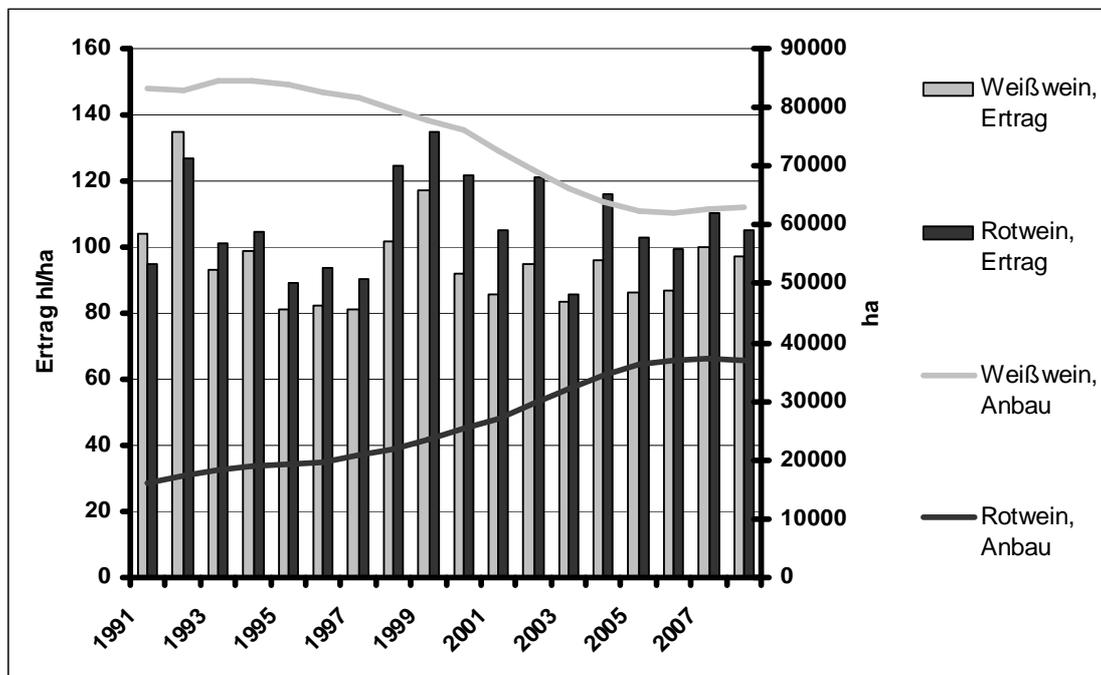


Abb.8: Anbauflächen und Erträge von Wein

Quelle: BMELV (1994, 1998, 2004, 2009)

Mit 1,32 gegenüber 1,29 GE/l Weinmost erweist sich Kennzahl als nahezu unverändert (Tab.18). Dies ist darauf zurückzuführen, dass das Ertragniveau mit durchschnittlich 98 hl/ha in den Jahren 2004–2008 gegenüber 104,9 hl/ha 1988 niedriger ausfällt. Die höheren Erträge der Rotweinreben konnten diesen Rückgang nicht kompensieren.

Tab.18: Erträge und Aggregationskennzahlen von Wein

Weinkategorie	Referenz- ertrag dt	Ø-Ertrag 04-08 dt	Wägungs- faktor %	anteilige Kennzahl	GE	FE 1988	GE 1970
Weißwein	130	93,32	60,16	0,84	1,39		
Rotwein	130	106,72	39,84	0,49	1,22		
Wein, insg.	130	98,21	100	1,32	1,32	1,29	1

### 5.4.5 Hopfen, Tabak, Hanf, Faserlein

Die Erträge von Hopfen sind in den vergangenen zwanzig Jahren kontinuierlich von 14,5 dt/ha auf 19 dt/ha im Fünfjahresschnitt gestiegen (Abb.9). Die Anbaufläche ging in diesem Zeitraum allerdings im gleichen Umfang zurück, so dass sich die Gesamterntemenge als sehr konstant erweist (BMELV, 1994, 1998, 2004, 2009). Da gleichzeitig der Referenzertrag von 135 auf 130 dt/ha gesenkt wurde, wäre ein deutlicher Rückgang der Kennzahl zu erwarten. Die Kennzahl sinkt jedoch nur geringfügig von 7,38 auf 6,85 GE (Tab.19). Dies ist darauf zurückzuführen, dass für die Berechnungen 1988 ein ähnlich hoher Ertrag von 18,3 dt/ha eingesetzt wurde. Ohne die Änderung des Referenzertrages wäre der Rückgang auf 7,11 GE noch geringer ausgefallen. Auch im langjährigen Vergleich erweist sich die Kennzahl des Getreideeinheitenschlüssels für Hopfen somit als sehr konstant.

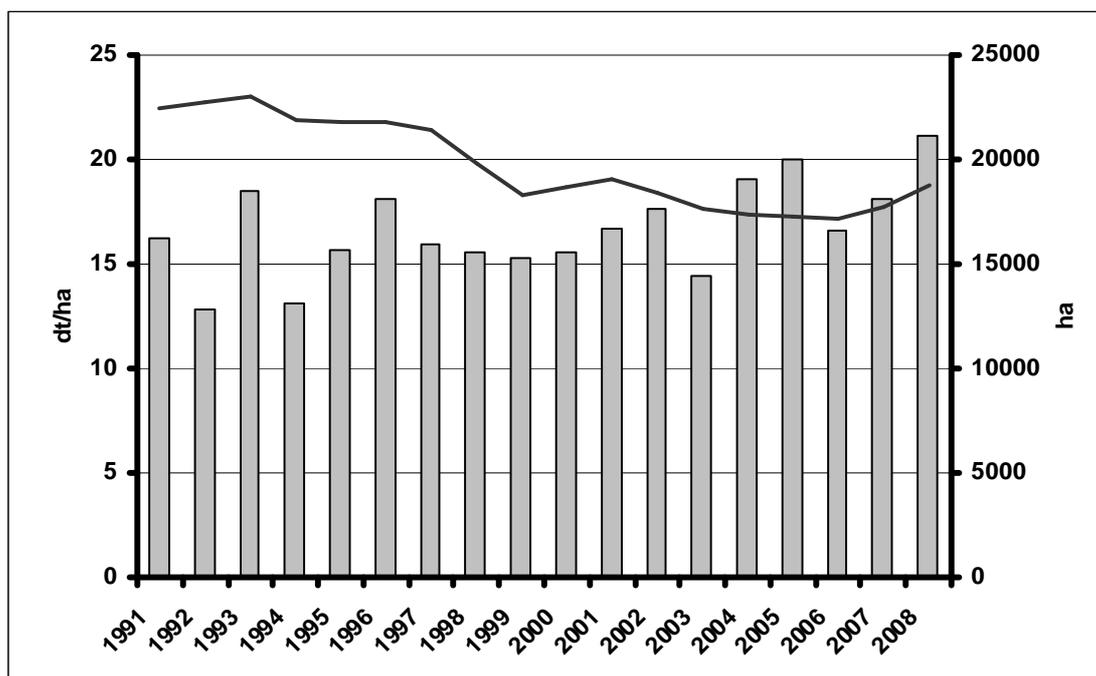


Abb.9: Anbauflächen und Erträge von Hopfen

Quelle: BMELV (1994, 1998, 2004, 2009)

Der Anbau von Tabak in Deutschland stagniert sowohl hinsichtlich der Anbaufläche (ca. 4000 ha) und des Ertrages (ca. 24,5 dt/ha) seit der letzten Überarbeitung des Getreideein-

heitenschlüssels (Abb.10) (BMELV, 1994, 1998, 2004, 2009). Die deutliche Veränderung der Kennzahl von 2,66 auf 3,26 GE ist somit ausschließlich auf die Erhöhung des Ertrages der Vergleichskultur von 65 auf 80 dt/ha zurückzuführen (Tab.19).

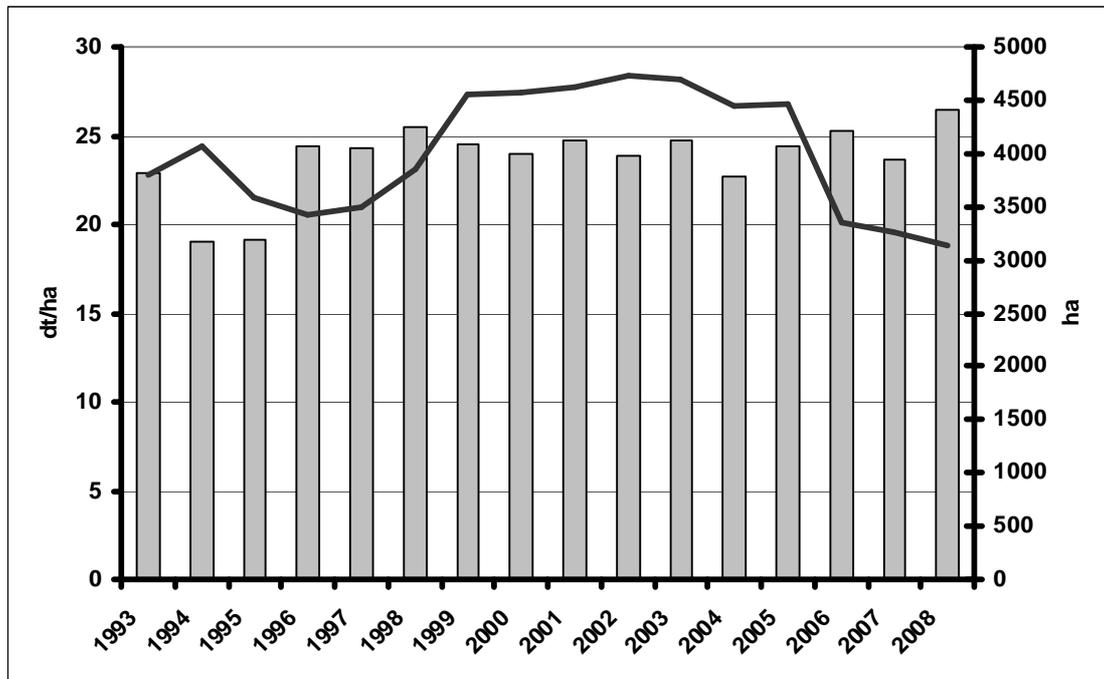


Abb.10: Anbaufläche und Erträge von Tabak

Quelle: BMELV (1994, 1998, 2004, 2009)

Die Bedeutung des Nutzhanf- und Faserleinanbaus ist nach einer Boomphase von 1995 bis 2000 stark zurückgegangen (Abb.11). Insbesondere Flachs wurde in den vergangenen Jahren nur noch auf unter 50 ha angebaut (BMELV, 1994, 1998, 2004, 2009). Da über die erzielten Erträge keine repräsentativen Erhebungen vorliegen wurden sie wie schon bei der letzten Überarbeitung geschätzt. Für Hanf ist mit einem Ertrag von 65 bis über 100 dt/ha im Mittel mit 70-90 dt/ha zu rechnen (GRAF et al. 2010; TLL, 2008; VETTER et al., 2006). Für Flachs konnten keine Ertragssteigerungen belegt werden, so dass weiterhin von einem Durchschnittsertrag von 65 dt/ha ausgegangen wird (BIERTÜMPFEL, 2009; GRUNERT, 2002). Durch das Anheben des Referenzertages von 65 auf 80 dt/ha erhöht sich die Kennzahl von Faserlein auf 1,23 GE/kg, während für Hanf weiterhin eine Getreideeinheit je Kilogramm zu veranschlagen ist (Tab.19). Die unterdurchschnittlichen Ertragssteigerungen des Flachsangebauts führen somit dazu, dass sich die Kennzahl für Faserlein kontinuierlich erhöht.

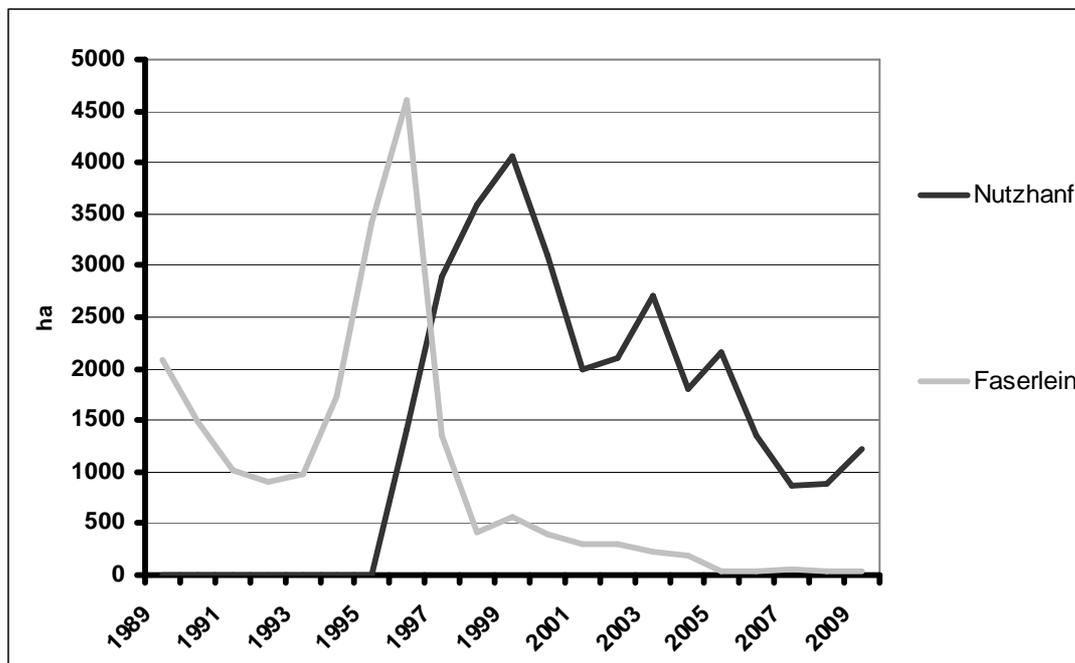


Abb.11: Anbauflächen von Faserlein und Nutzhanf

Quelle: BMELV (1994, 1998, 2004, 2009)

Tab.19: Erträge und Aggregationskennzahlen von Sonderkulturen

Pflanzen kategorie	Referenz- ertrag dt	Ø-Ertrag 04-08 dt	GE	Referenz- ertrag dt	Ø-Ertrag 79-85 dt	GE 1988	GE 1970
Hopfen	130	18,98	6,85	135	18,3	7,38	7
Tabak	80	24,52	3,26	65	24,4	2,66	2
Hanf	80	80	1,00	65	65	1	0,5
Faserlein	80	65	1,23	65	65	1	0,7
Grassamen	40	8	5	35	8	4,38	3
Klee-/Lu- zernesamen	40	4	10	35	6	5,8	5

#### 5.4.6 Baumschulen und Zierpflanzen

Daten zum Zierpflanzenanbau und zu Baumschulen werden alle vier Jahre im Rahmen der Baumschulerhebung gewonnen. Zusätzlich liegen Informationen aus den Gartenbauerhebungen 1994 und 2005 vor (GURRATH, 2006). Die Baumschulfläche geht demnach zurück und betrug im Jahr 2008 noch ca. 22500 ha (Abb. 12). Der Zierpflanzenanbau erweist sich auf einem Niveau von knapp 10000 Hektar als relativ konstant (BMELV, 1994, 1998, 2004, 2009; DESTATIS, 2008b; 2009b). Da bei diesen Sonderkulturen in der Regel nicht wie bei anderen Früchten von einer jährlichen Ernte ausgegangen werden kann, erfolgt die Angabe weiterhin über das Ertragspotenzial der Vergleichsfüchte von 130 dt/ha.

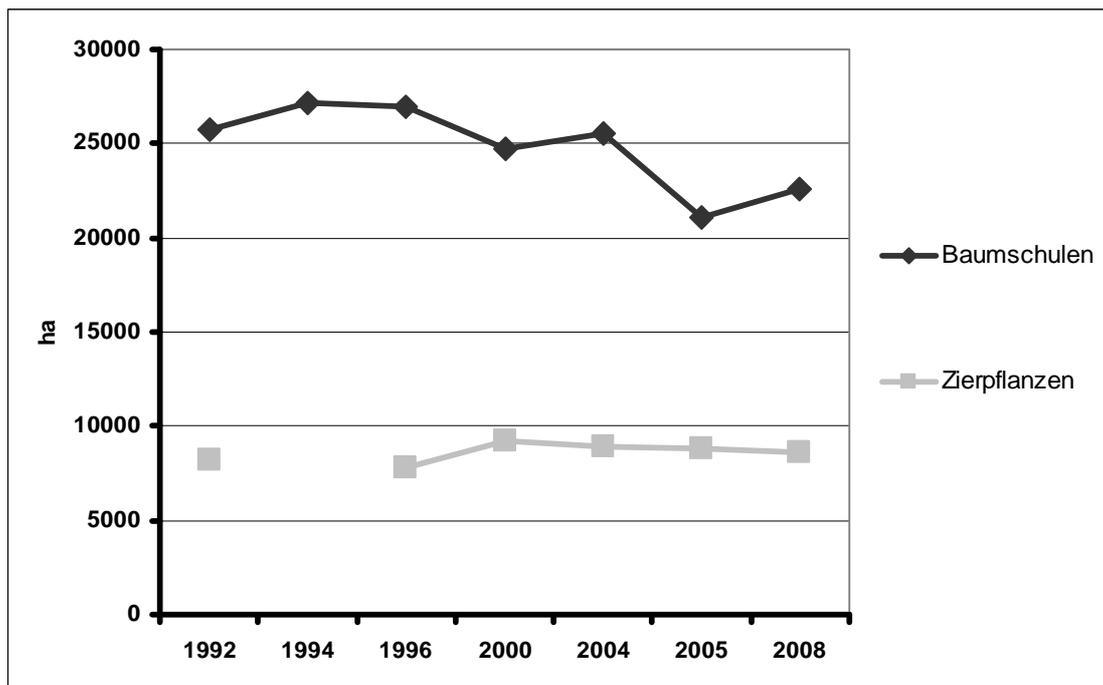


Abb.12: Baumschul- und Zierpflanzenfläche

Quelle: BMELV (1994, 1998, 2004, 2009)

#### 5.4.7 Heil- und Gewürzpflanzen

In Deutschland werden auf ca. 6000 ha bis zu 110 verschiedene Heil- und Gewürzpflanzen angebaut. Da es sich bei diesen Spezialkulturen meist um Auftrags- oder Vertragsan-

bau im sehr geringen Umfang handelt, der statistisch nicht gänzlich erfasst wird und es zudem zu Überschneidungen mit anderen Kategorien wie Gemüseanbau und Handelsgewächsen kommen kann, gehen andere Schätzungen von Anbauflächen bis 10.000 ha aus (BOMME, 2009; BOMME, 2005; BMELV, 2009). Für diese Pflanzengruppe, in der eine Vielzahl sehr heterogener und zugleich anspruchsvoller und empfindlicher Kulturen zusammengefasst wird, erweist es sich als sehr schwierig eine gemeinsame Kennzahl zu berechnen, da die Erträge je nach verwertetem Pflanzenteil, sehr unterschiedlich ausfallen können (BOMME et al., 2002). An diese Pflanzengruppe werden von der verarbeitenden Industrie höchste Qualitätsansprüche gestellt, die Pflanzenschutz- und Düngemaßnahmen nur in sehr geringen Umfang zulassen (BOMME, 2005; STEINHOFF, 1997) und für eine Einstufung in die niedrigste Intensitätsstufe sprechen. Andererseits ist der Anbau mit hohem personellem und maschinellem Einsatz verbunden und bei vielen Pflanzenarten sind mehrere Ernten möglich (DACHLER und PELZMANN, 1999; BOMME et al., 2002). Da die meisten Heil- und Gewürzpflanzen jedoch überwiegend leichte und sich schnell erwärmende Böden bevorzugen (DACHLER und PELZMANN, 1999; BOMME et al., 2002) wurde diese Pflanzengruppe der niedrigsten Intensitätsstufe mit einem Referenzertrag von 40 dt/ha zugeteilt. Das in Tabelle 20 dargestellte Ertragsniveau bezieht sich auf die Datensammlung des KTBL und LFL-Bayern (BOMME et al., 2002). Für die dort behandelten zwölf Gewürz- und Heilpflanzen kann ein mittlerer Frischmasseertrag von 105 dt/ha ermittelt werden, woraus sich eine Kennzahl von 0,38 GE ergibt, die für die einzelnen Arten jedoch stark abweichen kann.

Tab.20: Erträge und Aggregationskennzahlen von Heil- und Gewürzpflanzen

Pflanzenart	Ertragsniveau, dt/ha			Intensi- tätsstufe	Referenz- ertrag, dt/ha	Kennzahl
	niedrig	hoch	mittel			
Baldrian	83,6	188,2	135,9	1	40	0,29
Bohnenkraut	15,3	145,3	80,3	1	40	0,50
Dillspitzen	61,3	92,0	76,7	1	40	0,52
Kamille	13,8	41,4	27,6	1	40	1,45
Petersilie	122,7	171,7	147,2	2	80	0,54
Pfefferminze	153,3	276,0	214,7	2	80	0,37
Thymian	199,0	276,0	237,5	1	40	0,17
Majoran	76,7	153,3	115,0	1	40	0,35
Zitronenmelisse	112,1	232,9	172,5	2	80	0,46
Arzneifenchel	9,2	27,9	18,6	1	40	2,16
Koriander	8,7	17,3	13,0	1	40	3,08
Kümmel	10,8	21,7	16,2	2	80	4,93
Mittelwert	72	137	105	1	40	0,38

eigene Berechnungen nach BOMME et al. (2002)

Das aus den in vorherigen Abschnitt berechneten Kennzahlen und den Erntemengen ermittelte Ernteaufkommen der Sonderkulturen summiert sich in den vergangenen fünf Jahren jeweils auf 4,5 – 5 Mio. Getreideeinheiten. Der Gemüse, Obst und Weinanbau sind hierbei die dominierenden Kulturen, die über zwei Drittel der Ernte ausmachen (Abb.13).

Im Vergleich zum bisher genutzten Schlüssel liegt die Ernteschätzung der Sonderkulturen ca. 1. Mio. Tonnen niedriger (Abb. 14). Diese deutlich geringere Einschätzung resultiert hauptsächlich aus der niedrigeren Beurteilung der Gemüsesorten und nur im geringeren Umfang aus der gesunkenen Kennzahl des Obstanbaus, dessen Bedeutung aufgrund der zurückgegangenen Anbaufläche insgesamt niedriger einzuschätzen ist.

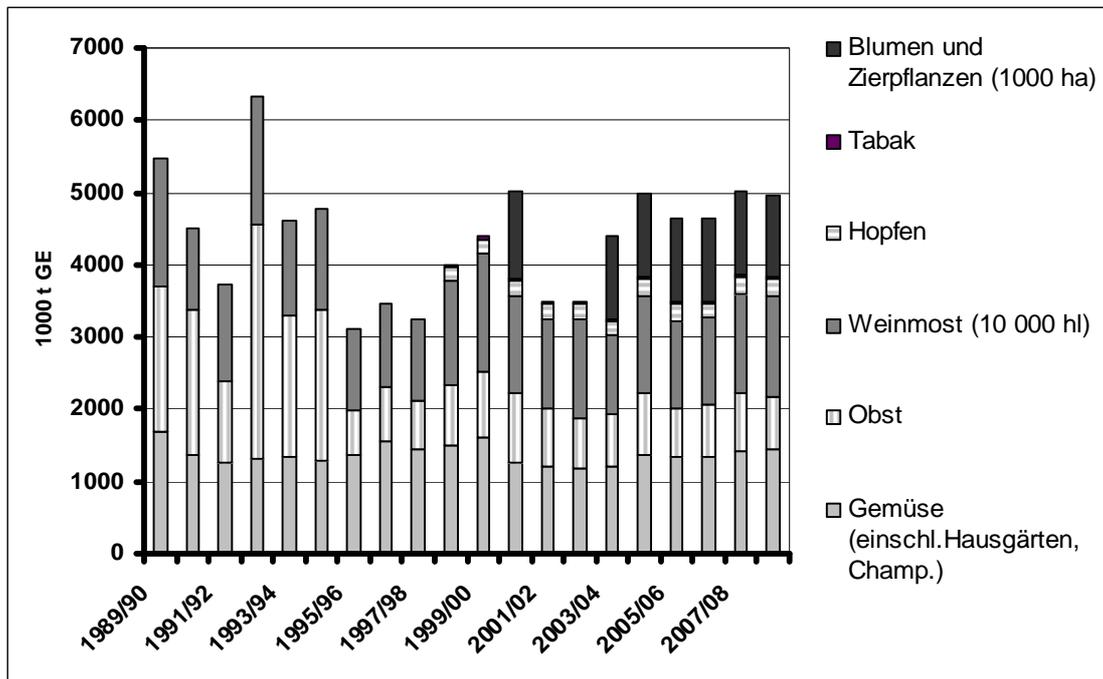


Abb.13:Ernteaufkommen der Sonderkulturen

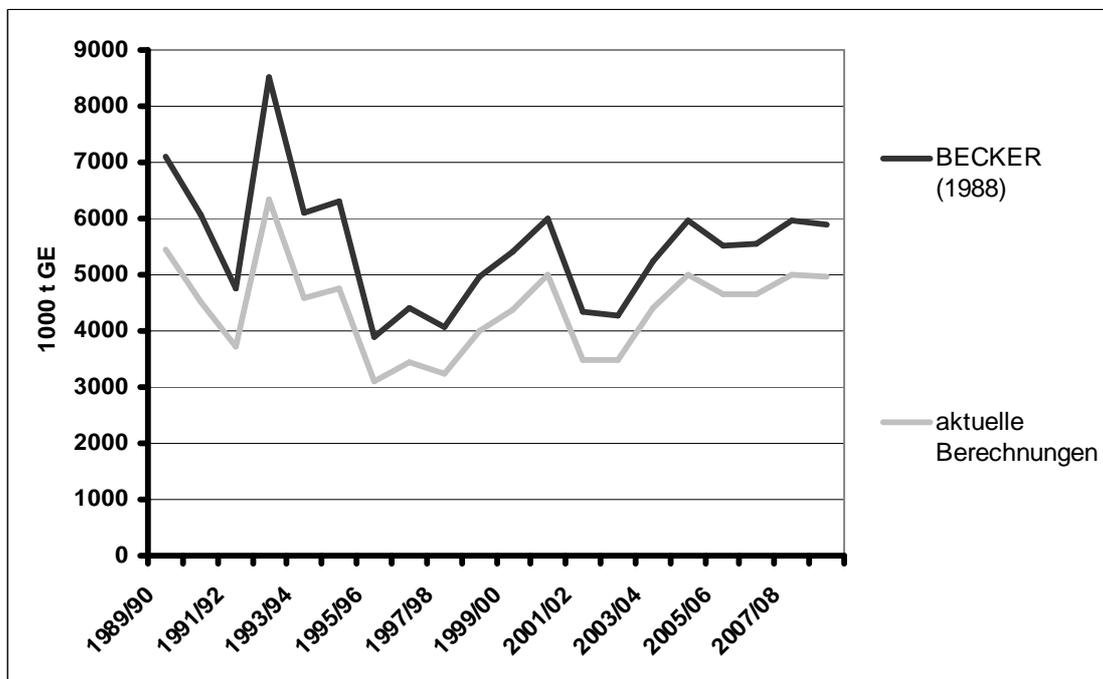


Abb.14:Vergleich des mit verschiedenen Aggregationskennzahlen gemessenen Ernteaufkommens von Sonderkulturen

## 5.5 Aufkommen pflanzlicher Erzeugnisse

Die Erntemengen pflanzlicher Produkte werden anhand der Anbaufläche und des im Rahmen der besonderen Ernte- und Qualitätsermittlung bzw. Ernte- und Betriebsberichtserstattung geschätzten Flächenertrages ermittelt.

### 5.5.1 Anbaufläche

Etwa 52 % der Fläche Deutschlands werden landwirtschaftlich genutzt (Abb.15). Aufgrund des Flächenbedarfs für Wohnbebauung, Gewerbe und Verkehr geht dieser Anteil jedoch kontinuierlich zurück, und so verringerte sich die landwirtschaftlich genutzte Fläche (LN) von über 18 Mio. Hektar im Jahr 1990 auf 16,9 Mio. Hektar im Jahr 2008. Bei einem verhältnismäßig konstanten Anbau von Feldfrüchten auf ca. 12 Mio. Hektar oder zwei Drittel dieser Fläche führt der Flächenverlust zu einem stetigen Rückgang der Dauergrünlandfläche, die derzeit noch 4,8 Mio. Hektar beträgt. Das Reb- und Gartenland sowie die Baumschulen und Obstanlagen machen insgesamt nur einen sehr geringen Anteil von unter 1,5 % an der landwirtschaftlichen Nutzfläche aus (BMELV, 1994, 1998, 2004, 2009). Aufgrund der abweichenden Erhebungsmethodik der allgemeinen Flächenerhebung über Katasterunterlagen und der Bodennutzungshaupterhebung durch Befragung der landwirtschaftlichen Betriebe über 2 Hektar LN fällt die nach der Bodennutzungshaupterhebung ermittelte Fläche etwas niedriger aus, so dass bei den oben genannten Zahlen berücksichtigt werden muss, dass es zu gewissen Verzerrungen bei der Darstellung der Bodennutzung kommen kann (DESTATIS, 2008a, 2010b).

Die auf dem Ackerland angebauten Feldfrüchte werden in teilweise voneinander abweichenden Kategorien zusammengefasst. Im Rahmen der Bruttobodenproduktion wird zwischen Getreide, Hülsenfrüchten, Hackfrüchten, ölhaltigen Früchten, die als Marktfrüchte zusammengefasst werden, sowie Futterpflanzen und Sonderkulturen unterschieden. In der Anbaustatistik werden die ölhaltigen Früchte dagegen zu den Handelsgewächsen gezählt und weiterhin Gemüse- und Gartengewächse gesondert aufgeführt, so dass die Kategorie Sonderkulturen entfällt. Beim Grünland wird zwischen Wiesen, Mähweiden, Weiden inklusive Almen sowie Streuwiesen und Hutungen differenziert (BMELV, 1994, 1998, 2004, 2009).

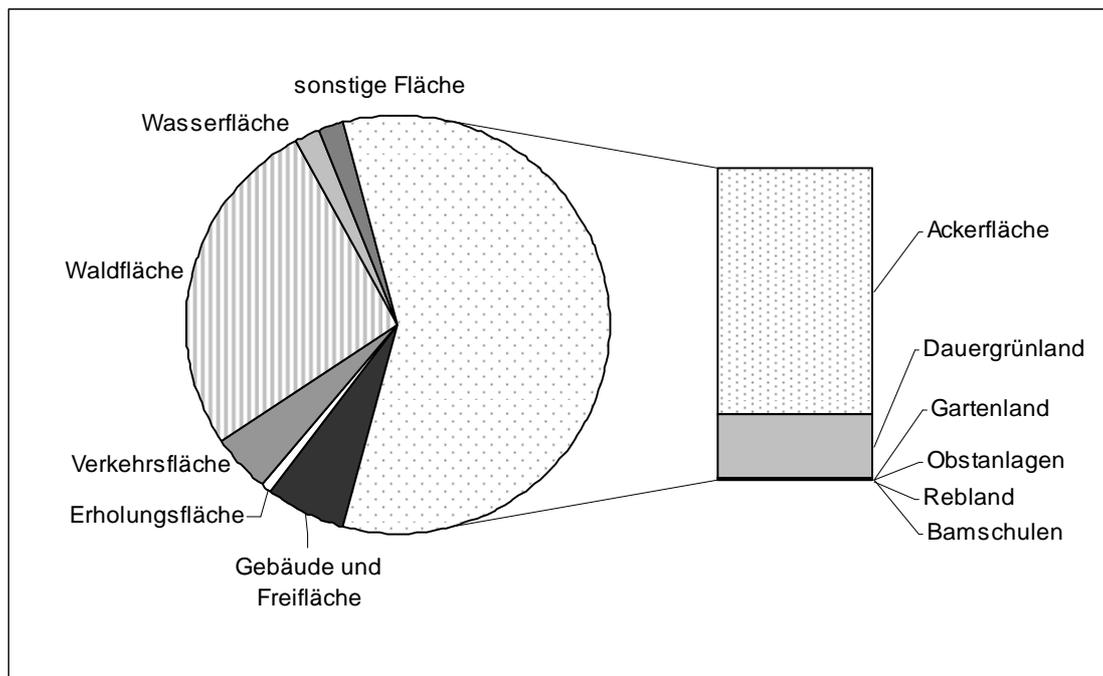


Abb.15:Flächenstruktur in Deutschland

Quelle: BMELV (2009)

Unter den Feldfrüchten ist Getreide mit ca. 60 % der Fläche bzw. 7 Mio. Hektar die am häufigsten angebaute Kulturart (Abb.16). Die wichtigsten Getreidesorten sind hierbei Weizen und Gerste gefolgt von Roggen und Körnermais, der ebenfalls zum Getreide gezählt wird. Der Futterpflanzenbau als zweitgrößte Kategorie wird geprägt durch den Silomaisanbau auf ca. 1,5 Mio. ha bzw. 60 – 70 % der Futterbaufläche. Der Hackfruchtanbau umfasst ca. 0,7 Mio. ha und verteilt sich zu etwa 40 % auf Kartoffeln und zu 60 % auf Zuckerrüben. Weiterhin von Bedeutung ist der Rapsanbau mit einer Anbaufläche von ca. 1,5 Mio. Hektar, der nahezu 95 % der Handelsgewächse ausmacht. Der Anbau von Hülsenfrüchten und Gemüse spielt dagegen kaum eine Rolle. Insgesamt erweisen sich die Anbauverhältnisse als verhältnismäßig konstant, lediglich in den vergangenen 5 – 7 Jahren ist ein leichter Rückgang des Getreide- und Hackfruchtanbaus zu Gunsten von Silomais und Raps zu verzeichnen. Beim Dauergrünland dominiert die gemischte Nutzungsform mit 2,2 Mio. ha Mähweiden, gefolgt von 1,8 Mio. ha Wiesen und 0,6 Mio. ha Weiden (Abb.17) (BMELV, 2009).

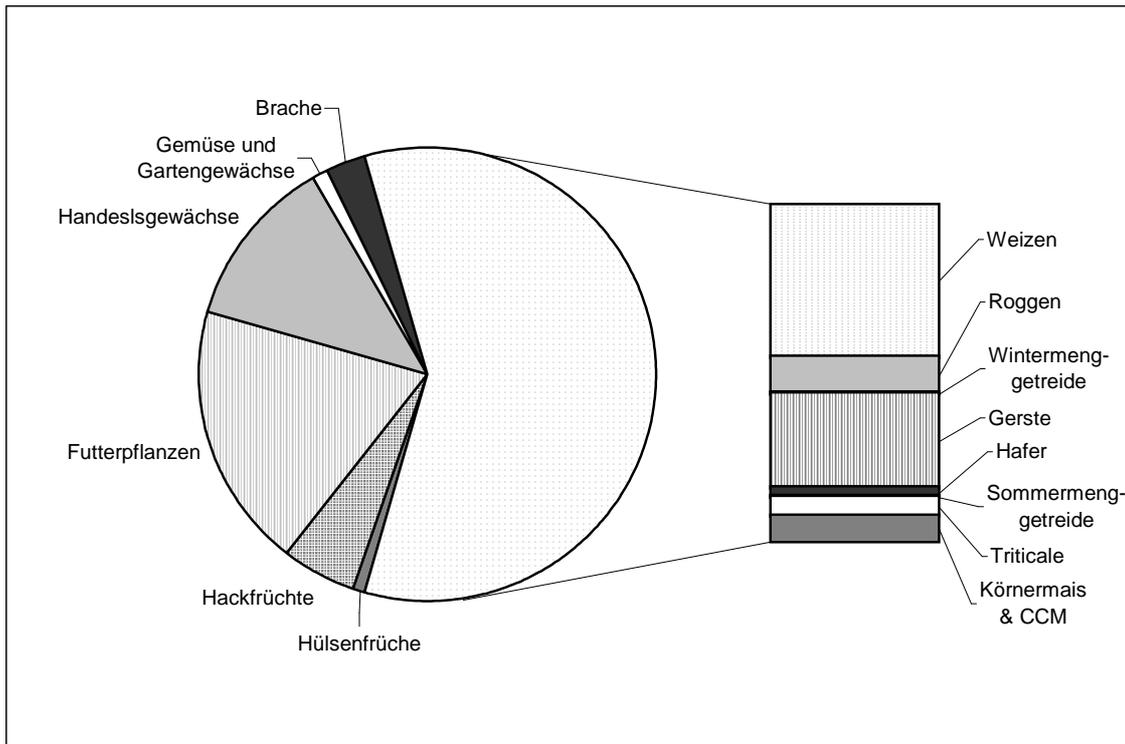


Abb.16:Nutzungsstruktur der Ackerfläche in Deutschland

Quelle: BMELV (2009)

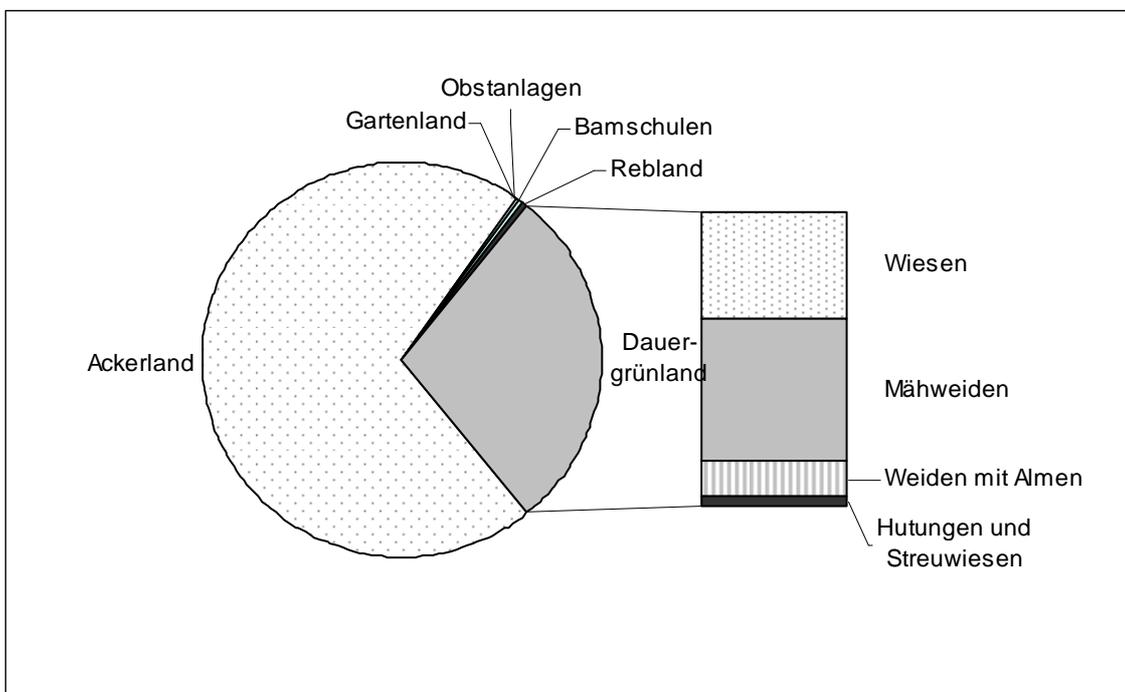


Abb.17:Nutzungsstruktur der Grünlandfläche in Deutschland

Quelle: (BMELV, 2009)

### 5.5.2 Erträge der Kulturen

Die wetterbedingten Schwankungen der Hektarerträge fallen in der Regel deutlich höher aus als die durch Zuchtfortschritt erreichten Ertragssteigerungen. Dennoch lässt sich im Betrachtungszeitraum der letzten 20 Jahre für nahezu alle Kulturarten ein positiver Trend feststellen (Abb.18). Dieser fällt für einige Kulturen wie beispielsweise Kartoffeln und Zuckerrüben deutlicher aus als für andere wie z.B. Silomais. Ein unverändertes Ertragsniveau ist aber lediglich bei den Raufuttermitteln des Grünlands festzustellen (BMELV, 1994, 1998, 2004, 2009; DESTATIS 2009c, 2009d).

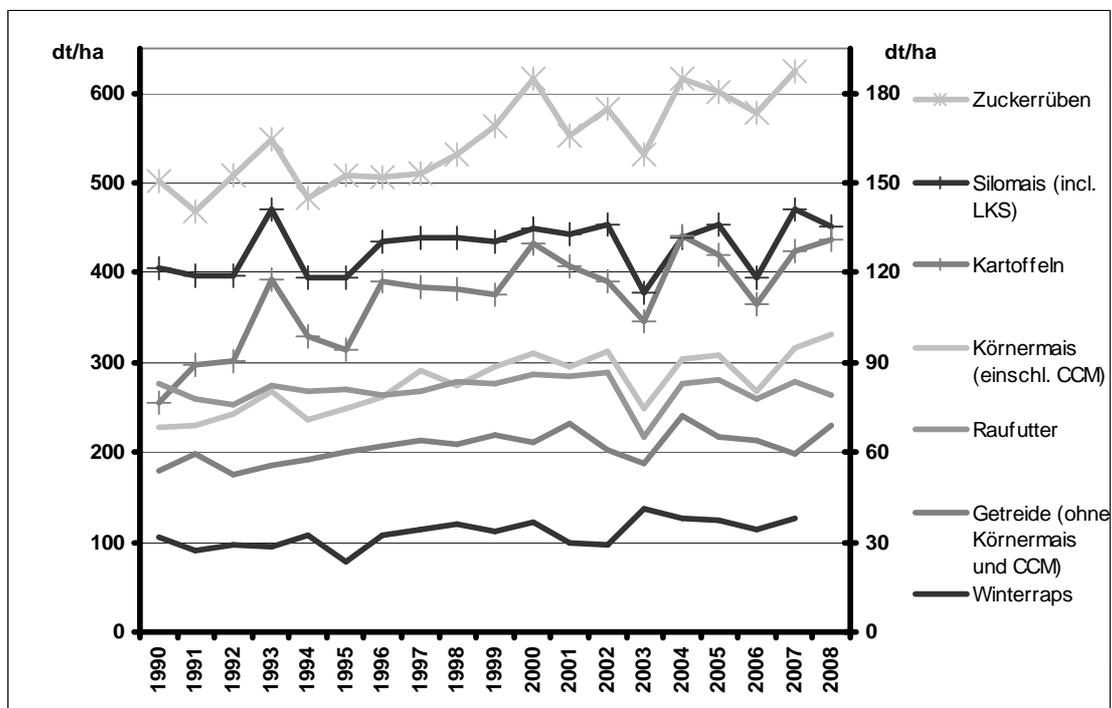


Abb.18: Erträge landwirtschaftlicher Kulturpflanzen (dt/ha)

Quelle: BMELV (1994, 1998, 2004, 2009)

### 5.5.3 Ernteaufkommen

Die gesamte Bodenleistung der landwirtschaftlich genutzten Fläche, die aus den Anbauflächen und Flächenerträgen abgeschätzt wird, wird in der Bruttobodenproduktion unabhängig von der späteren Verwertung zusammengefasst (BMELV, 2009). Bei einfacher Addition der Naturalmengen summiert sich die Gesamternte witterungsabhängig auf 250 – 300 Mio. Tonnen. Aufgrund der unterschiedlichen Trockensubstanz- und Nährstoffge-

halte lässt dieser Wert jedoch keine differenzierten Aussagen zu, so dass für weitergehende Analysen eine Umrechnung in Getreideeinheiten mit anschließender Aggregation vorgenommen wird, wonach die Gesamternte noch zwischen 100 und 125 Mio. Tonnen GE liegt (Abb. 19).

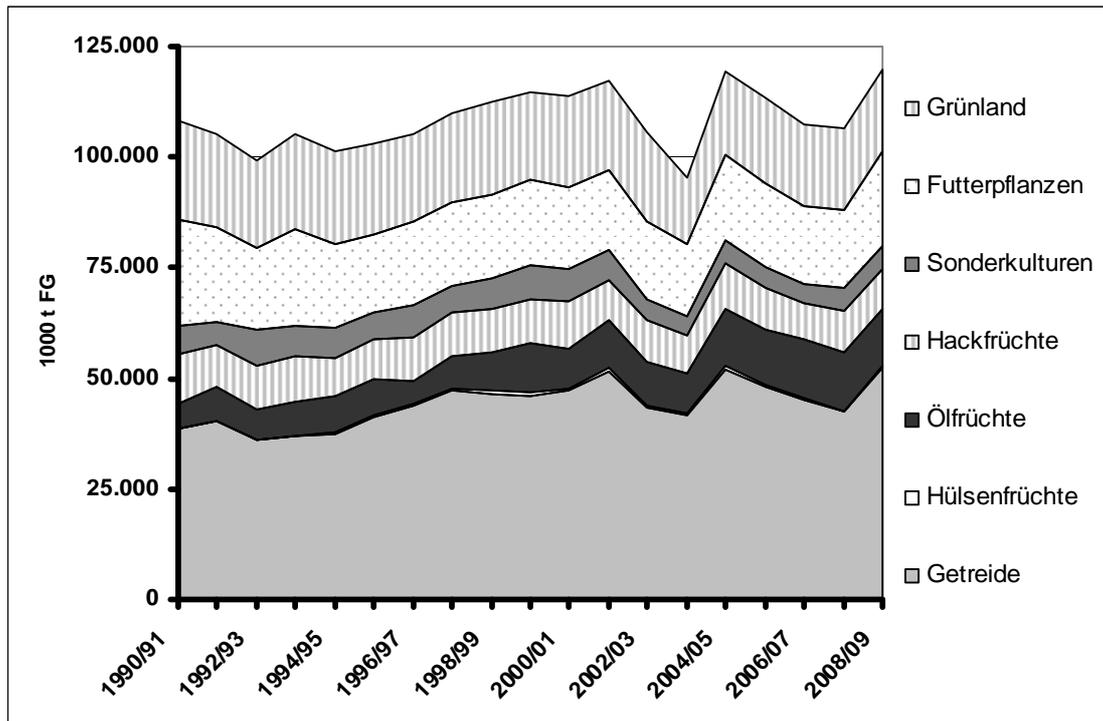


Abb.19: Bruttobodenproduktion der deutschen Landwirtschaft

Quelle: BMELV (1994, 1998, 2004, 2009)

#### 5.5.4 Futtermittelaufkommen

Die Gesamternte der pflanzlichen Erzeugnisse steht nicht komplett der Fütterung zur Verfügung, vielmehr dient ein großer Teil vornehmlich der Humanernährung (Zuckerrüben, Obst, Gemüse, Wein), der Industrie (Flachs, Hanf, Stärkekartoffeln) oder zu unterschiedlichen Anteilen Nahrungs-, Futter-, oder industriellen Zwecken (Getreide) (Abb.20).

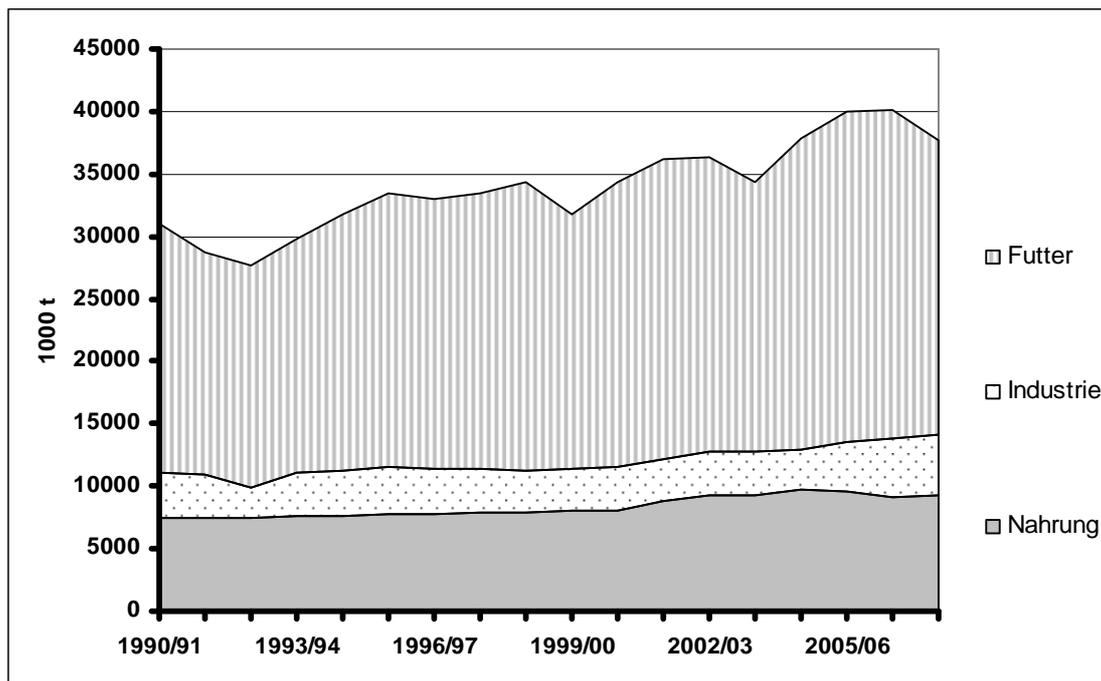


Abb.20:Nutzungsstruktur der Getreideernte

Quelle: BMELV (1994, 1998, 2004, 2009)

Bei der industriellen Verarbeitung, worunter auch die erneuerbare Energieerzeugung erfasst wird, und den Verarbeitungsprozessen der Ernährungsindustrie fallen allerdings Nebenprodukte an, die in die Futtermittelwirtschaft zurückfließen. Neben den pflanzlichen Erzeugnissen betrifft dies auch die Verarbeitung tierischer Erzeugnisse. Die Verwendung dieser Nebenprodukte ist in der Folge der BSE-Krise jedoch stark eingeschränkt worden. Die Futtermittel lassen sich somit in Primärfuttermittel und Futtermittel aus der Verarbeitung, tierische und pflanzliche Futtermittel sowie marktgängige Futtermittel und Futtermittel die direkt auf dem Erzeugerbetrieb verfüttert werden, einteilen. Weiterhin erfolgt eine Gruppierung in Kraftfutter, wozu Getreide, Futterreis, Hülsenfrüchte, Ölsaaten, Trockengrünfutter, Maniok, Kleie, Kartoffelpülpe, Melasse, Zitrus-/Obstresten, Ölkuchen und -schrote, pflanzliche Fette, Fischmehl, Trockenschnitzel, Nebenprodukte der Brauereien und Brennereien und Maiskleberfutter zählen, sowie Raufutter, Hackfutter und Milch zu Fütterungszwecken zählen. Diese Futtermittel inländischer Herkunft summieren sich im langjährigen Schnitt auf etwa 55 Mio. Tonnen GE und entsprechen somit ca. der Hälfte der Gesamternte (Abb.21).

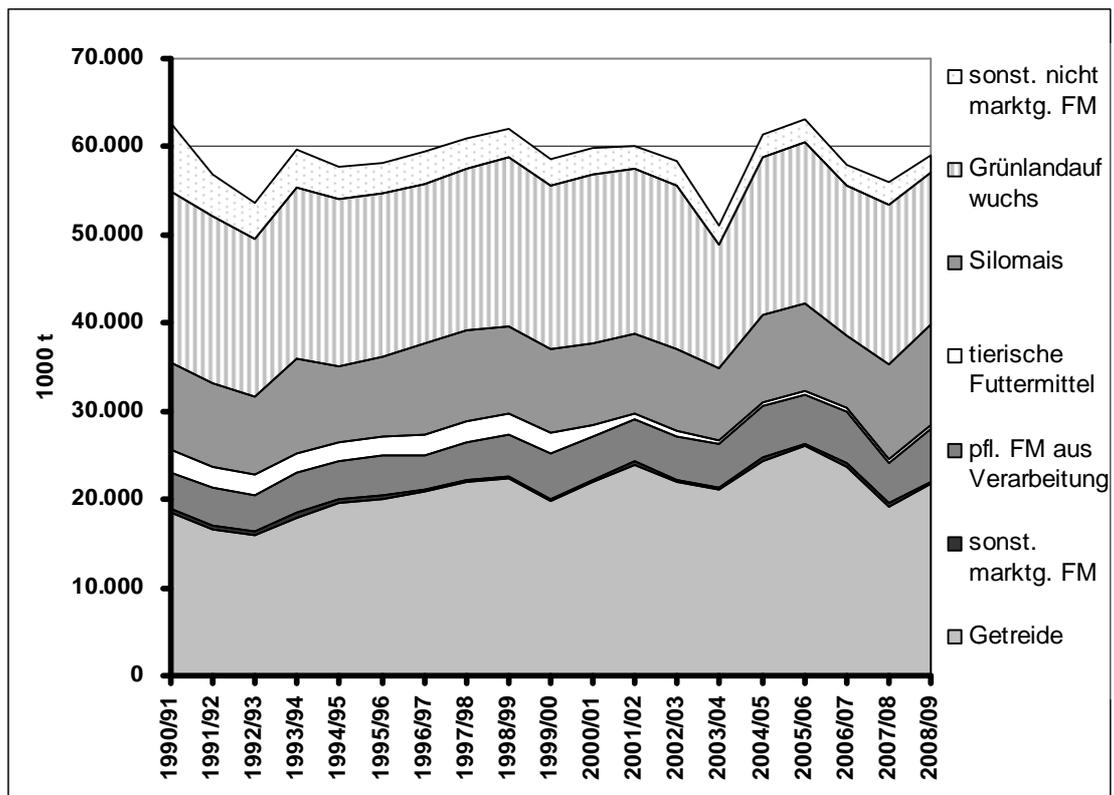


Abb.21: Futtermittelaufkommen in Deutschland

Quelle: BMELV (1994, 1998, 2004, 2009)

## 6. Aggregation der tierischen Erzeugung

Von landwirtschaftlichen Nutztieren werden vielfältige tierische Erzeugnisse gewonnen. Zu nennen sind hierbei vor allem Fleisch, Milch und Eier aber auch Fisch und Wolle. Die Viehhaltung ist hierzu in ebenso umfangreichen wie komplexen Haltungssystemen, die sich auf zahlreiche in gegenseitiger Abhängigkeit stehende Produktionsverfahren erstrecken, organisiert. Auszugsweise sind diese Zusammenhänge in Abb.22 dargestellt. Die zahlreichen notwendigen Einzelberechnungen für diese Produktionsverfahren können jeweils über Wägungsfaktoren miteinander verknüpft werden, so dass sich die große Datenmenge stufenweise aggregieren lässt und die gesamte Information auf wenige Kennzahlen konzentriert.

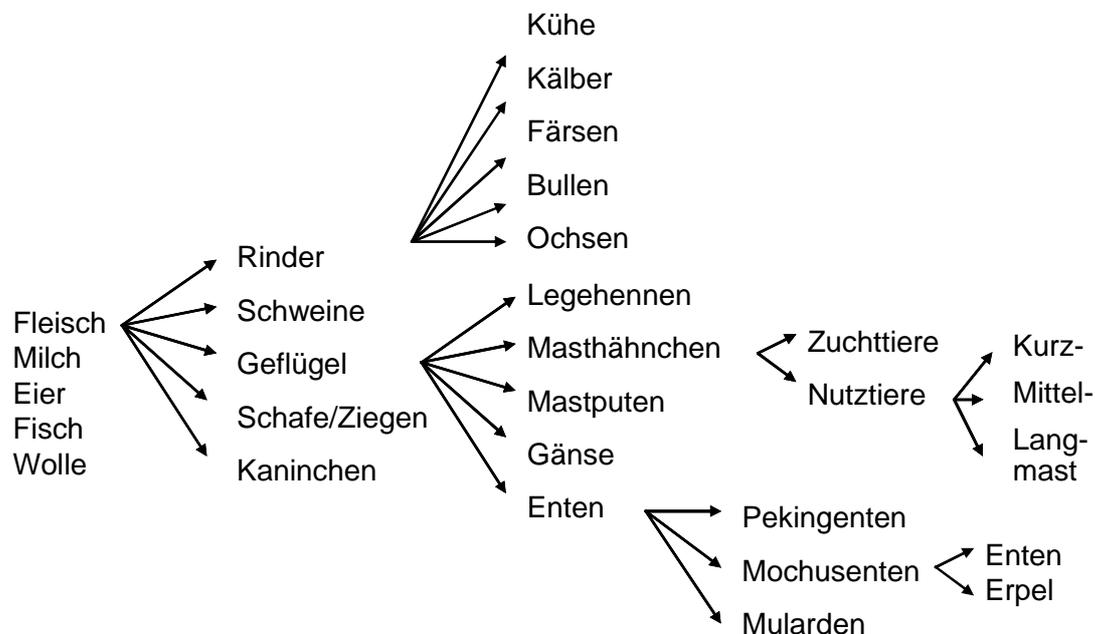


Abb.22: Schematische Übersicht zur Aggregationsstruktur der tierischen Erzeugung

In der alltäglichen Betriebspraxis können sich die einzelnen Produktionsverfahren hinsichtlich der Haltungsformen, der Fütterung, der eingesetzten Rassen und des Leistungsgeschehens erheblich voneinander unterscheiden, so dass es sinnvoll erscheint, diese im Vorfeld der Berechnungen zu definieren oder auf standardisierte Vorgaben zurückzugreifen. In der Fachliteratur, Wissenschaft, Gesetzgebung und Beratung finden sich hierzu zahlreiche Vorlagen, die sich aufgrund der verschiedenen Zielsetzung jedoch oftmals voneinander unterscheiden (ACKERMANN et al., 1993; AGRSTATG, 1989; BACH et

al., 1984; BEWG, 2008; DLG, 2005; KTBL, 2005; WEIß et al., 2005). Eine sehr umfangreiche und detaillierte Definition, die für die landwirtschaftliche Praxis von den Landwirtschaftskammern und –ämtern weiter präzisiert wurde, erfolgt in der Düngeverordnung (DÜV, 2006; JACOBS et al., 2009; LFL, 2010b; PUVOGEL und EILER, 2010). Die dort enthaltenen Beschreibungen der Produktionsverfahren dienen als Ausgangspunkt für die Berechnung des Futterenergiebedarfs in den folgenden Abschnitten dieser Arbeit. Sie wurden gegebenenfalls den aktuellen Gegebenheiten der Produktionspraxis angepasst und sind zu Beginn jeder Berechnung erläutert.

## 6.1 Milcherzeugung

Die Grunddaten, mit deren Hilfe der Energiebedarf der Milchkühe faktoriell abgeleitet wurde, sind in Tabelle aufgeführt. Sie wurden im Wesentlichen der Empfehlung zur Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkühe (GfE, 2001) sowie den Statistiken und Jahresberichten des statistischen Bundesamtes, des BMELV und der Arbeitsgemeinschaft deutscher Rinderhalter entnommen.

### **Biologische Daten**

Aufgrund der getrennten Betrachtung der Milch- und Fleischerzeugung beschränken sich die Berechnungsgrundlagen für die Milcherzeugung auf die Annahme eines durchschnittlichen Körpergewichts und einer durchschnittlichen Milchleistung der Kuh (Tab. 21). Das Gewicht der Kuh wurde aus den Rasseanteilen und den als Zuchtziel angegebenen Lebendmassen der Kühe ermittelt und beträgt hiernach ca. 690 kg (BMELV, 2009; ADR, 2009; ICAR, 2009; DHV, 2009; BAVARIAN FLECKVIEH GENETICS, 2009; DEUTSCHES BRAUNVIEH, 2009). Das NRC (2001) gibt in seinen Empfehlungen Werte für 680 kg schwere HF-Kühe an, die somit etwas niedriger liegen. Aufgrund der seit einigen Jahren tendenziell steigenden Lebendmasse der Kühe wurde im Weiteren ein mittleres Gewicht von 700 kg LM angenommen.

In der Milchstatistik werden die drei Kategorien „Herdbuchkühe“, „milchleistungsgeprüfte Kühe“ und „alle Kühe“ unterschieden, die im Durchschnitt der Jahre 2004-2008 eine Milchleistung von 6827, 7698 bzw. 7941 kg mit einem Fettgehalt von 4,17 % und einem Proteingehalt von 3,42 % erreichten (ADR, 2004-2009; DESTATIS, 2009; BMELV, 2004-2009).

Tab.21: Ausgangsdaten zur Berechnung des Futterenergiebedarfs der Milcherzeugung

Parameter	BECKER	aktuelle Berechnungen	
	(1988a)	Wert	Quelle
Lebendmasse der Kuh, kg	600	700	
Milchleistung der Kuh, kg	4654	6827	ADR (2009)
Fettgehalt der Milch, %	3,95	4,17	ADR (2009)
Proteingehalt der Milch, %	k.A.	3,42	ADR (2009)
Energiegehalt der Milch, MJNE*	k.A.	3,2	GFE (2001)
Teilwirkungsgrad $k_1^{**}$		0,6	VAN ES (1975)
Umsetzbarkeit der Ration q		57 %	GFE (2001)
Ernährungsniveau		3,47	GFE (2001)
Aufschlag Verdaulichkeitsdepression, MJME/kg	0,1167	0,167	GFE (2001)
Energiebedarf je kg, MJME	5,25	5,5	
Erhaltungsbedarf, MJME/kgLM <sup>0,75</sup> /d	0,48	0,488	GFE (2001)

\*  $0,18 \times \% \text{ Fett} + 0,21 \times \% \text{ T} - 0,24$ , \*\*  $k_1 = 0,6 \times [1 + 0,004 (q-57)]$

### Bedarfszahlen

Die Energiebewertung für die Milchviehfütterung erfolgt auf Basis der Nettoenergie Laktation (NEL; GFE, 2001), so dass für Aggregationszwecke eine Umrechnung der Nettoenergiewerte in umsetzbare Energie notwendig ist. Diese Transformation erfolgt mit Hilfe des Teilwirkungsgrades der Milchbildung  $k_1$  (Tab.21). Die durch den Teilwirkungsgrad gekennzeichnete Effizienz mit der die umsetzbare Energie für die Milchbildung verwertet wird, erweist sich jedoch nicht als konstant, vielmehr wird sie im hohen Maße von der Zusammensetzung der Ration beeinflusst (VAN ES, 1975). Dieser Einfluss wird durch die Umsetzbarkeit der Ration (q) gekennzeichnet, die sich aus dem Verhältnis der umsetzbaren Energie (ME) zur Bruttoenergie (GE) errechnet (GFE, 2001; KIRCHGEßNER, 2004; JEROCH, 2008). Bei einer Umsetzbarkeit der Ration von 57 % ist ein Teilwirkungsgrad von  $k_1 = 0,6$  zu erwarten (VAN ES, 1975), der aus Vereinfachungsgründen für alle weiteren Berechnungen verwendet wurde. Da für den Erhaltungsbedarf die gleiche Effizienz der umsetzbaren Energie wie für die Milchbildung unterstellt wird (VAN ES, 1978), gelten auch  $0,293 \text{ MJNEL/kgLM}^{0,75}$ . In der Bedarfsermittlung wird weiterhin der

Rückgang der Verdaulichkeit bei steigender Futteraufnahme mit einem einheitlichen Aufschlag von 0,167 MJME/kg Milch berücksichtigt (GFE, 2001; RADKE et al., 2003).

### Ergebnis

In Tabelle 22 ist der gesamte Energiebedarf je kg Milch für das Leistungsniveau der differenzierten Kategorien sowie der 1988 von Becker berechnete Wert dargestellt. Der Futterenergiebedarf „aller Kühe“ je kg/Milch wurde mit ca. 9 MJME ermittelt und entspricht bei einem Energiegehalt der Gerste von 11,3 MJME 0,8 Futtergersteneinheiten.

Tab.22: Futterenergiebedarf der Milcherzeugung bei unterschiedlichen Milchleistungen

Milchleistung, kg	4654		6827		7698		7941	
	gesamt	pro kg						
Erhaltungsbedarf, MJME	21240	4,56	24257	3,55	24257	3,15	24257	3,05
Leistungsbedarf, MJME	24434	5,25	37533	5,50	42321	5,50	43657	5,50
Summe, MJME	45674	9,81	61789	9,05	66578	8,65	67914	8,55
GE	4042	0,86	5468	0,80	5892	0,77	6010	0,76

Die Sensitivitätsanalyse für die Einflussfaktoren Milchleistung, Lebendgewicht und Fettgehalt (Tab.23) ergab folgendes Resultat

1. Mit steigendem Gewicht der Milchkuh steigt auch der Energiebedarf pro kg Milch, da sich der anteilige Erhaltungsbedarf erhöht und zwar um 0,2 GE-Einheiten je 50 kg Lebendmasse.
2. Mit steigendem Fettgehalt steigt der Energiebedarf pro kg Milch um 0,027 GE-Einheiten je % Fettgehalt.
3. Mit steigender Milchleistung sinkt der Energiebedarf pro kg Milch, da sich der Erhaltungsbedarf auf eine größere Milchmenge verteilt und zwar um 0,19 GE-Einheiten je 500 kg Milch

Tab.23: Futterenergiebedarf und Aggregationskennzahlen der Milcherzeugung in Abhängigkeit der Milchleistung, der LM der Kuh und des Milchfettgehaltes

LM, kg	Fettgehalt, %	Bedarf in MJ/ME für									Getreideeinheiten			
		Erhaltung	Leistung			Gesamt			ein kg Milch			7000 kg	7500 kg	8000 kg
			7000 kg	7500 kg	8000 kg	7000 kg	7500 kg	8000 kg	7000 kg	7500 kg	8000 kg			
500	4,0	18847	38127	40850	43573	56974	59697	62420	8,14	7,96	7,80	0,72	0,70	0,69
	4,2	18847	38547	41300	44053	57394	60147	62900	8,20	8,02	7,86	0,73	0,71	0,70
	4,4	18847	38967	41750	44533	57814	60597	63380	8,26	8,08	7,92	0,73	0,72	0,70
550	4,0	20243	38127	40850	43573	58370	61093	63816	8,34	8,15	7,98	0,74	0,72	0,71
	4,2	20243	38547	41300	44053	58790	61543	64296	8,40	8,21	8,04	0,74	0,73	0,71
	4,4	20243	38967	41750	44533	59210	61993	64776	8,46	8,27	8,10	0,75	0,73	0,72
600	4,0	21608	38127	40850	43573	59735	62458	65181	8,53	8,33	8,15	0,76	0,74	0,72
	4,2	21608	38547	41300	44053	60155	62908	65661	8,59	8,39	8,21	0,76	0,74	0,73
	4,4	21608	38967	41750	44533	60575	63358	66141	8,65	8,45	8,27	0,77	0,75	0,73
650	4,0	22945	38127	40850	43573	61072	63795	66518	8,72	8,51	8,31	0,77	0,75	0,74
	4,2	22945	38547	41300	44053	61492	64245	66998	8,78	8,57	8,37	0,78	0,76	0,74
	4,4	22945	38967	41750	44533	61912	64695	67478	8,84	8,63	8,43	0,78	0,76	0,75
700	4,0	24257	38127	40850	43573	62384	65107	67830	8,91	8,68	8,48	0,79	0,77	0,75
	4,2	24257	38547	41300	44053	62804	65557	68310	8,97	8,74	8,54	0,79	0,77	0,76
	4,4	24257	38967	41750	44533	63224	66007	68790	9,03	8,80	8,60	0,80	0,78	0,76
750	4,0	25545	38127	40850	43573	63672	66395	69118	9,10	8,85	8,64	0,80	0,78	0,76
	4,2	25545	38547	41300	44053	64092	66845	69598	9,16	8,91	8,70	0,81	0,79	0,77
	4,4	25545	38967	41750	44533	64512	67295	70078	9,22	8,97	8,76	0,82	0,79	0,78

### Kommentar/Vergleich

Der durch das höhere Gewicht und den höheren Fettgehalt hervorgerufene energetische Mehrbedarf konnte durch die Verteilung auf eine ca. 2200 kg höhere Milchleistung kompensiert werden, so dass die neu berechnete Kennzahl um 0,06 GE niedriger anzusetzen ist. Bei einer relativ konstanten Produktionsmenge von ca. 28,5 Mio. Tonnen Milch führt die höhere Kennzahl nach BECKER (1988a) zu einer Überschätzung des Futterbedarfs der Milchkühe von ca. 2,1 Mio. Tonnen Futtergerste (Abb.23).

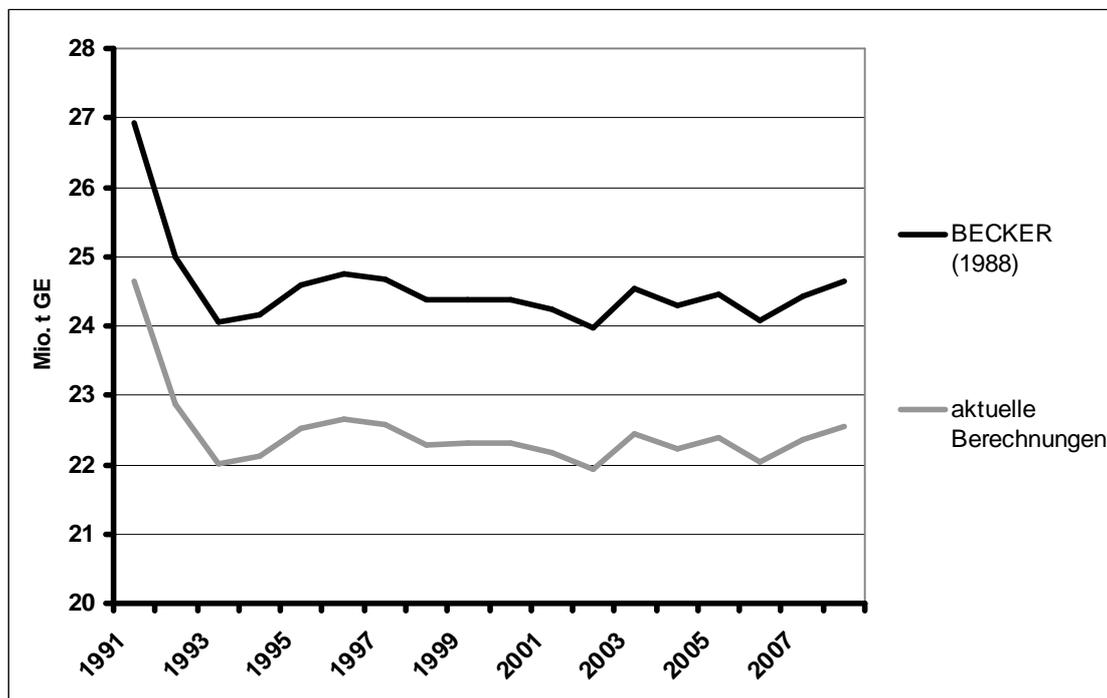


Abb.23: Vergleich des Futterbedarfs zur Milcherzeugung nach aktuellem und bisherigem Aggregationsschlüssel

### 6.2 Rinderhaltung

Die Erzeugung von Rindfleisch erfolgt durch die Mast der Kälber aus der Milch- oder Mutterkuhhaltung. Die hierzu gebräuchlichen Verfahren sind in Abb.24 dargestellt. Während die männlichen Kälber i.d.R. von der Geburt an für die spätere Mast vorgesehen sind, durchläuft ein Großteil der weiblichen Tiere zunächst die Färsenaufzucht mit dem Ziel, den Milchviehbestand zu ergänzen und wird erst später nach einer stufenweise Selektion gemästet oder direkt geschlachtet. Die Rindermast kann organisatorisch in verschiedene Produktionsabschnitte unterteilt werden und beginnt mit unterschiedlichen

Gewicht und Alter als Kälber, Starter-, Fresser- oder Absetzermast. Für die sich hieraus ergebenden Produktionsverfahren wurde im folgenden Abschnitt der Futterenergiebedarf ermittelt, um die jeweiligen Kennzahlen zu bestimmen.

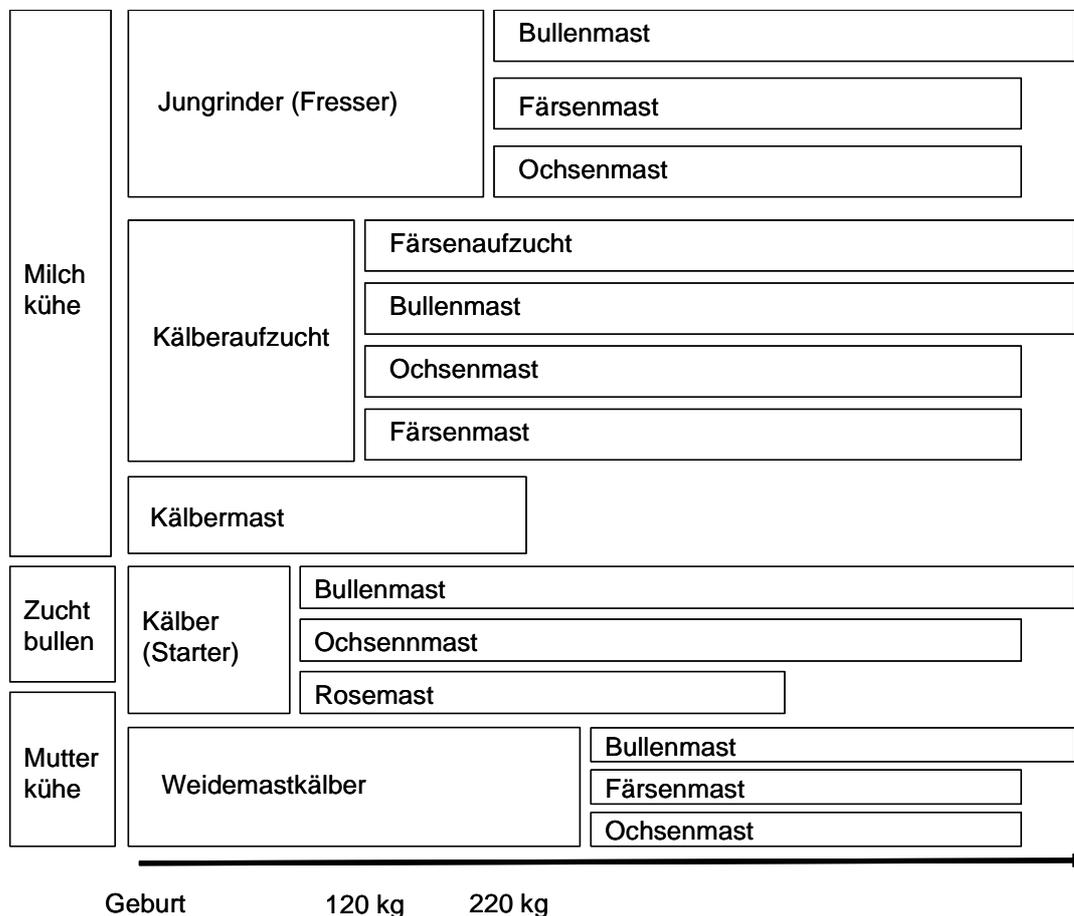


Abb.24:Produktionsverfahren der Rinderhaltung

Quelle: eigene Darstellung nach BRADE (2007), DEBLITZ et al. (2008), BRÖMMER, (2005), WIEDEMANN et al. (1999)

### Biologische Daten

Die für die Energieberechnungen angenommen Endgewichte und Zuwachsleistungen (Tab.24) orientieren sich an den Ergebnissen der Schlachtstatistik (DESTATIS, 2009; BMELV, 2009), Empfehlungen der Fachliteratur (KIRCHGEßNER, 2004; JEROCH et al., 2008; KAMPHUES et al., 1999; SPIEKERS und POTTHAST, 2004; DLG, 1997b; BRADE, 2007, DEBLITZ et al. 2008) und Praxisergebnissen der Erzeugerberatung (TEMPELMANN, 2010; GROENEWOLD, 2010; BRÖMMER, 2005).

Tab.24: Biologische Daten zur Berechnung des Futterenergiebedarfs der Rinderhaltung

Produktionsverfahren	Gewicht, kg LM	tgl. Zunahmen, g	Mastdauer
Kälberaufzucht	40 - 120	750	106 Tage
Kälbermast	40 - 240	1167	171 Tage
Fresseraufzucht	40 - 200	1050	154 Tage
Rosemast	40 - 400	1300	280 Tage
Färsenaufzucht	120 - 620	725	23 Monate
Färsenmast, FV	120 - 570	750	20 Monate
Färsenmast, Sbt	120 - 570	700	21,5 Monate
Bullenmast, FV	120 - 700	1250	15,5 Monate
Bullenmast, Sbt	120 - 620	1050	16 Monate
Ochsenmast	120 - 620	900	18,5 Monate

### Bedarfwerte

Zur Energieversorgung von Rindern liegen nur wenige aktuelle Daten (JANSSEN, 2006) vor, so dass die Versorgungsempfehlungen (GFE, 1995; GFE, 1997; GFE, 2001, NRC, 2001) vielfach auf alte Versuchsdaten zurückgreifen, die auf heute nicht mehr existierenden Genetik beruhen (GEH, 1986). Zur Aktualisierung der Empfehlungen reichen die aktuellen Versuchsergebnisse jedoch nicht aus, so dass übergangsweise Korrekturen der alten Empfehlungen vorgenommen werden (GFE, 1997; DLG, 1997b; MEYER et al., 2003). Mit Ausnahme der Färsenaufzucht (JANSSEN, 2006) wurde daher auf die genannten Versorgungsempfehlungen zurückgegriffen (Tab.25) und die vorgeschlagenen Korrekturen berücksichtigt. Für die Verfahren der Rindermast wurde jeweils zwischen schwarzbunten Holstein-Friesian als milchbetonte Rasse und Fleckvieh als Zweinutzungsrasse unterschieden. Da für die Fleckviehfärsen einerseits keine gesicherten Ansatzwerte vorliegen und andererseits 90 % des Energiebedarfs während der Färsenaufzucht auf den Erhaltungsbedarf entfallen, wurde in diesem Fall auf eine Differenzierung verzichtet. Der Erhaltungsbedarf der Mastkälber wird abweichend von den anderen Rindergattungen niedriger angesetzt, da die milchbasierte Fütterung eine Wiederkautätigkeit und Pansenfermentation weitgehend unterbindet. Aufgrund des sich im Verlauf der Aufzucht oder Mast ändernden Verhältnisses zwischen Magen-Darm-Trakt und Gesamtkör-

per werden die Ansatzwerte in der Regel auf die um den Magen- und Darminhalt bereinigte Leerkörpermasse (LKM) bezogen. Der täglichen Fett-, Protein- und Energieansatz wurde für die Fleckviehbullen linear innerhalb der Mastabschnitte und für die Schwarzbunten Tiere über nichtlineare Regressionsgleichungen abgeleitet (GFE, 1995)

### **Ergebnisse**

In Tab. 26 sind die Energiesummen in umsetzbarer Energie für die jeweils gekennzeichneten Aufzucht- und Mastabschnitte dargestellt. Da diese Abschnitte in den alten und aktuellen Berechnungen jedoch teilweise voneinander abweichenden, sind diese Werte nur schwer miteinander zu vergleichen. Die auf ein Kilogramm bezogenen und in Futtergersteneinheiten mit einem Energiegehalt der Gerste von 11,369 MJME/kg FM (BECKER, 1988a) bzw. 11,3 MJME/kg FM (DLG, 1997a) standardisierten Energieaufwendungen (Tab.27) lassen sich dagegen gut vergleichen.

Tab.25: Ausgangsdaten zur faktoriellen Berechnung des Energiebedarfs der Rinder

Parameter	Wert	Quelle
<b>Erhaltungsbedarf</b>		
Rinder	0,53 MJME/kgLM <sup>0,75</sup>	GFE (2001), GFE (1995)
Mastkalb	0,46 MJME/kgLM <sup>0,75</sup>	JEROCH et al. (2008)
uteriner Ansatz/Tag (t)	0,044·e <sup>0,0165·t</sup>	ROHR (1989)
<b>Fettansatz</b>		
Aufzuchtkalb	8,42 + 0,205 x <sub>1</sub> + 0,05 x <sub>2</sub>	GFE (1997)
Mastkalb, g/kg	von 105 auf 200 ansteigend	KIRCHGEßNER (2004)
Färsen, Sbt, g/kg LK	von 90 auf 305 ansteigend	JANSSEN (2006)
Mastfärsen, FV, g/kg	von 215 auf 305 ansteigend	GFE (1995)
Mastfärsen, Sbt, g/kg LK	von 90 auf 305 ansteigend	JANSSEN (2006)
Bullen, Sbt, g/kg	von 85 auf 475 ansteigend	GFE (1995), DLG (1997b)
Bullen, FV, g/kg	von 155 auf 215 ansteigend	GFE (1995)
Ochsen, g/kg	von 180 auf 305 ansteigend	GFE (1995)
<b>Proteinansatz</b>		
Aufzuchtkalb, g/kg LK	188	GFE (1997)
Mastkalb, g/kg	174	KIRCHGEßNER (2004)
Färsen, Sbt, g/kg LK	von 180 auf 140 abfallend	JANSSEN (2006)
Mastfärsen, FV, g/kg	von 175 auf 165 abfallend	GFE (1995)
Mastfärsen, Sbt, g/kg LK	von 180 auf 140 abfallend	JANSSEN (2006)
Bullen, Sbt, g/kg	von 170 auf 120 abfallend	GFE (1995), DLG (1997b)
Bullen, FV, g/kg	von 180 auf 205 ansteigend	GFE (1995)
Ochsen, g/kg	von 185 auf 165 abfallend	GFE (1995)
<b>Teilwirkungsgrade</b>		
k <sub>u</sub>	0,175	GFE (2001)
k <sub>g</sub> , Kälber, Jungrinder	0,5	JANSSEN (2006)
k <sub>g</sub> , Bullen	0,4	GFE (1995)
k <sub>g</sub> , Mastfärsen FV	0,43	GFE (1995)
k <sub>f</sub> , Mastkalb	0,85	JEROCH et al. (2008)
k <sub>p</sub> , Mastkalb	0,45	JEROCH et al. (2008)
<b>Leerkörperanteil, %</b>		
Aufzuchtkalb	98,87 – 0,0994 · LM (kg)	GFE (1997)
Färse	80	JANSSEN (2006)
Bullen, FV	95	GFE (1995)
Bullen, Sbt	77-95	GFE (1995)

x<sub>1</sub> = Lebendmasse in kg, x<sub>2</sub> = Lebendmassezunahme in g/Tag

Tab.26: Vergleich des Futterenergiebedarfs verschiedener Produktionsverfahren der Rinderhaltung in Abhängigkeit der Leistungshöhe

	<b>BECKER (1988a)</b>		<b>aktuell</b>			
	<b>neu geborenes Kalb</b>					
Energie je Kalb, MJME	1875		2042			
	<b>Kälberaufzucht</b>					
Aufzuchtphase, kg	40 – 121		40 – 120			
tgl. Zunahmen, g	694	947	750	800	850	900
Energie je Kalb, MJME	3092	2728	2552	2504	2456	2431
	<b>Kälbermast</b>					
Mastphase, kg	40 – 160		40 – 240			
LTZ, g	1246	1363	1110	1167	1238	1332
tgl. Zunahmen 29 d-Ende, g			1200	1300	1400	1500
Energie je Kalb, MJME	3301	3278	6366	6110	5936	5667
	<b>Färsenaufzucht</b>					
Aufzuchtphase, kg	121 – 510		120 – 620			
tgl. Zunahmen, g	541	602	675	725	750	775
Energie je Färse, MJME	36020	33890	42093	39364	38652	37797
	<b>Färsenmast</b>					
Mastphase, kg	121 – 470		120 – 570			
			FV		Sbt	
tgl. Zunahmen, g	732	698	700	750	700	750
Energie je Färse, MJME	26622	27120	41648	39847	35303	33353
	<b>Bullenmast</b>					
			FV		Sbt	
Aufzuchtphase, kg	121 – 550		120 - 700		120 - 620	
tgl. Zunahmen, g	1022	1104	1250	1050	1050	950
Energiebedarf, MJME	27711	25518	39347	43748	38248	40512
	<b>Ochsenmast</b>					
Mastphase, kg	121-551		120 – 620			
tgl. Zunahmen, g	689		800	900	1000	
Energie je Ochse, MJME	35232		44206	40496	38217	
	<b>maternales Wachstum</b>					
Reproduktionsphase, kg	510 – 550		620 – 700			
	1360		2040			

Der in Tab.27 angegebene Energieaufwand bezieht sich jeweils auf die gesamte Lebensphase und setzt sich für die Schlachtkuh beispielsweise aus dem Bedarf für die Konzeptionsprodukte, die Kälber- und Färsenaufzucht und das maternale Wachstum zusammen. Der Bedarf der Kuh wurde abweichend von den anderen Rinderkategorien auf ein niedrigeres Schlachtgewicht von 650 kg bezogen, da einerseits davon ausgegangen wird, dass keine Ausmast im nennenswerten Umfang stattfindet und andererseits die Kühe überwiegend zum Laktationsende ausscheiden. Für die späteren Masttiere wurde die Werte der intensiveren Kälberaufzucht von 800g für Sbt-Kälber und 850 g für Fleckviehkälber eingesetzt. Für die Verfahren, bei denen Rassenunterschiede berücksichtigt worden sind, ist mit Hilfe von Wägungsfaktoren ein Gesamtwert berechnet worden. Die Wägungsfaktoren konnten aus der um den unterstellten Gewichtsunterschied korrigierten Rassezusammensetzung des Rinderbestandes (BMELV, 2009) ermittelt werden und betragen für die Bullenmast 0,54 (FV) und 0,46 (Sbt) bzw. für die Färsenmast 0,48 (FV) und 0,52 (Sbt).

Der Vergleich der Kennzahlen zeigt für nahezu alle Rinderkategorien nur sehr geringe Unterschiede. Dies ist umso beachtlicher, als dass sowohl für die Aufzucht (Färsen, Kühe) als auch für die Mastverfahren (Kälber, Bullen, Ochsen, Färsen) höhere Endgewichte unterstellt wurden, die einen höheren Verfettungsgrad und steigenden Energieaufwand, wie bei den Mastfärsen und -bullen zu beobachten, wahrscheinlich machen. Die ebenfalls gestiegenen Zuwachsleistungen verkürzen dagegen die Aufzucht- und Mastzeiten und können diesen Effekt durch die Reduzierung des Erhaltungsbedarfes, der den wesentlichen Teil des Energiebedarfs ausmacht, kompensieren. Der niedrigere Wert der Aufzuchtfärsen, der auf Grundlage aktueller Ergebnisse berechnet wurde, lässt vermuten, dass die verhältnismäßig konstanten Werte auch auf die veraltet Datenbasis der aktuellen Versorgungsempfehlungen zurückzuführen ist.

Tab.27: Vergleich des Futterenergiebedarfs und der Aggregationskennzahlen verschiedener Produktionsverfahren der Rinderhaltung

Kategorie	BECKER (1988a)			aktuell		
	Summe, MJME	MJME je kg/LM	FGE je kg/LM	Summe, MJME	MJME je kg/LM	GE je kg/LM
Kalb, bei Geburt	1875	46,88	4,1	2042	51,05	4,52
Aufzuchtkalb	4967	41,1	3,61	4594	38,28	3,39
Mastkalb	5176	-	2,69	8152	-	2,77
Färsenaufzucht	40987	80,4	7,1	43958	70,9	6,27
Färsenmast	32129	68,36	6,0	42051	73,8	6,53
Bullenmast	31400	57,7	5,1	43369	65,6	5,8
Ochsenmast	40241	73,03	6,42	44994	72,57	6,42
Schlachtkühe	42389	77,07	6,68	45998	70,77	6,26
Rinder gesamt	-	67,19	5,91	-	67,9	6,01

Um eine Kennzahl für den Bereich Rinderhaltung zu berechnen, ist der Energiebedarf der einzelnen Rindergattungen anteilig zu berücksichtigen (Tab.28). Die Zahl der geschlachteten Tiere und die anfallende Fleischmenge werden für die einzelnen Kategorien Bullen, Ochsen, Kühe und Färsen vom statistischen Bundesamt nur gemeinsam für in- und ausländische Tiere angegeben. Die um den Außenhandel bereinigten Werte der Bruttoeigenzeugung weisen in den Versorgungsbilanzen nur die Gesamtmenge des erzeugten Rindfleisches aus. Bei der Angabe der Tierzahlen werden Ochsen und Bullen zusammengefasst. Zur Ermittlung des Anteils, mit denen die einzelnen Bedarfswerte in die Gesamtkennzahl einfließen, wurde daher mit Hilfe der durchschnittlichen Schlachtgewichte und Ausbeutefaktoren das Lebendgewicht berechnet und hieraus die prozentualen Anteile der einzelnen Kategorien ermittelt.

Tab.28: Berechnung und Vergleich einer Gesamtkennzahl für die Rinderhaltung in Aggregationsverfahren

Rinder- gattung	BECKER (1988a)			aktuell		
	Anteil, %	MJME/kg LM	FGE/kgLM	Anteil, %	MJME/kg LM	GE/kgLM
Ochsen	1,5	73,03	6,42	1,40	72,57	6,42
Bullen	52,7	58	5,1	44,74	65,6	5,8
Färsen	13,5	78,93	6,94	14,46	73,8	6,53
Kühe	32,3	77,07	6,68	39,40	70,77	6,26
gesamt	100	67,21	5,91	100	67,9	6,01

Quelle: eigene Berechnungen nach

Wie aus der Entwicklung des Rinderbestandes zu erwarten, ging der Anteil der Bullen und Ochsen in den vergangenen Jahren zu Gunsten des Anteils der Kühe und Färsen zurück. Da aber die Kennzahlen für Bullen und Ochsen gestiegen und für Kühe und Färsen gesunken sind, heben sich diese gegenläufigen Effekte weitgehend auf, und die Gesamtkennzahl erweist sich als nahezu konstant.

### 6.3 Schweinehaltung

Da das Fleisch das einzige Produkt ist, das von Schweinen gewonnen wird, umfasst die Schweinehaltung lediglich das Produktionssystem Schweinefleisch. Innerhalb dieses Systems wurden die einzelnen Produktionsverfahren Sauenhaltung, Ferkelaufzucht, Schweinemast und Jungsauenaufzucht betrachtet (Abb.25). Aufgrund der geringen Tierzahlen konnte kein Einfluss der Eberhaltung auf die ermittelte Kennzahl festgestellt werden. Sie blieb daher unberücksichtigt.

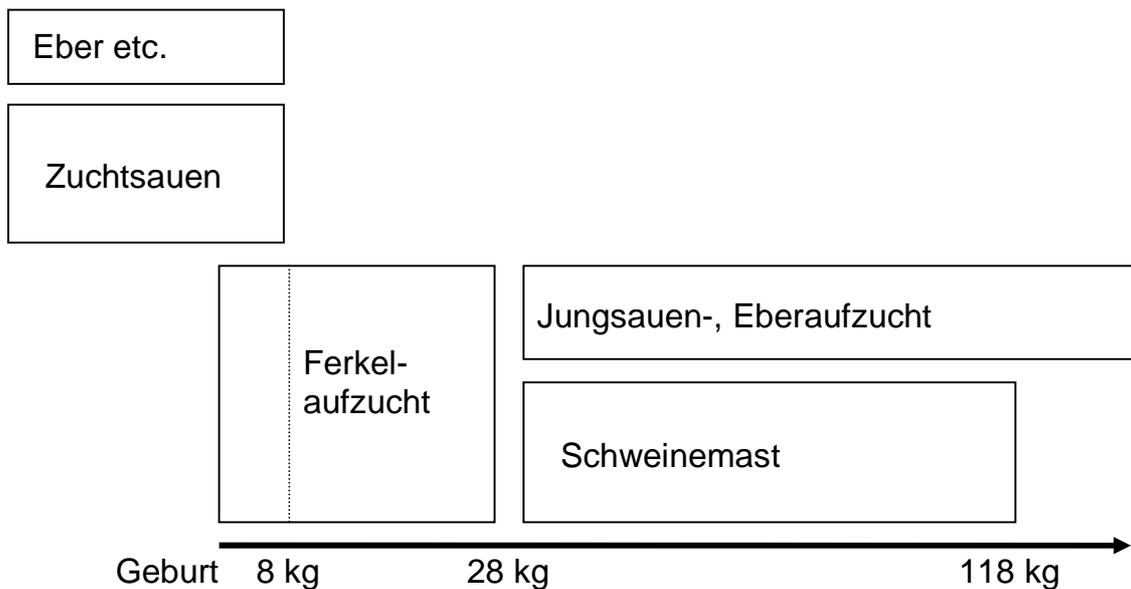


Abb.25:Produktionsverfahren in der Schweinehaltung

Bei den heutigen Mastschweinen handelt es sich i.d.R. um Drei-, oder Vierrassenkreuzungen, so dass eine umfangreiche Zuchtstufe bei der Ermittlung des Energiebedarfs zu berücksichtigen ist. Die Nucleus- oder Reinzucht umfasst dabei die Urgroß- bzw. Großelterngeneration, die so genannte Vermehrung die Großelterngeneration und die kommerzielle Sauenhaltung die Elterngeneration der Mastschweine (BÖSCH und KALM, 1996; BURGSTALLER et al., 1999; ERNST und KALM, 1994) Die Tierzahlen, die dieses pyramidische Produktionssystem auf den einzelnen Stufen umfasst, sind in Tabelle 29 aufgeführt.

Tab.29: Tierzahlen in den Produktionsstufen der Schweinehaltung

	pro Jahr		Lebensleistung
Reinzucht	0,95	1	1
Vermehrung	6,65	7	13
Sauen	46,5	49	203
Mastschweine	1000	1050	10 922
ausselektierte JS.	29	30	117
Vorstufenbörge	82	86	333

einheitliche Reproduktionsleistung von 21,5 abg. F./S./J. für alle Erzeugungsstufen, Geschlechtsverhältnis 1:1, Selektionsrate incl. Verluste: 65 %, Remontierung: 50 % Reinzucht, 45 % Vermehrung, 40 % Ferkelerzeugung; eigene Berechnungen

### Biologische Daten

Das Leistungsgeschehen im deutschen Schweinebestand ist relativ gut erfasst. Tabelle 30 zeigt den in aktuelle Auswertungen festgestellten durchschnittlichen Leistungstand der Sauen- und Mastschweinehaltung. Da einzelne Betriebe sehr unterschiedliche Leistungen erreichen und insbesondere die Reproduktionsleistung der Sauen in den vergangenen Jahren stark gesteigert werden konnte, wurden jeweils Berechnungen für vier Leistungskategorien durchgeführt (BMELV, 2008; BMELV, 2009; DLG, 2008; VIT, 2006; ZDS, 2008; ZDS, 2009; ZMP, 2008).

Tab.30: Biologische Daten zur Berechnung des Futterenergiebedarfs der Schweinehaltung

Parameter	aktuell	BECKER (1988a)
Ø Gewicht der Sauen, kg	218	165
Endgewicht der Sau, kg	248	185
Würfe/Sau/Jahr	2,2	2
abg. Ferkel/Wurf	9,77	8,65
abg. Ferkel/Sau/Jahr	21,5	17,3
Remontierungsquote, %	40	50
Milchleistung, kg/Wurf	260	300
tgl. Zunahme, g		
Ferkelaufzucht	425	320
Schweinemast	750	600
Jungsauenaufzucht	700	550
Jungsaueneingliederung	665	
Schlachtgewicht, kg	118	104

### Bedarfszahlen

Mit der Empfehlung zur Energie- und Nährstoffversorgung der Schweine (GFE, 2006) liegen eine aktuelle Versorgungsempfehlungen vor, die als Grundlage zur Berechnung des Energiebedarfs dienen (Tab.31). Ausgehend von einem Erhaltungsbedarf von 0,44 MJME/kgLM<sup>0,75</sup> für adulte Tiere ab 100 kg wurde der Bedarf für jüngere Tiere kontinuierlich gesteigert und liegt für Ferkel bis 30 kg um 25 % höher.

Der Fett- und Proteingehalt der Körpermasse wurde regressionsanalytisch aus 62 Datensätzen abgeleitet und auf die Leerkörpermasse (LKM) bezogen, wobei im Falle des Proteins davon ausgegangen wird, dass diese Zuwächse den Lebendmassezuwächsen entsprechen, während es beim Fett einer Korrektur mit dem Faktor 0,94 bedarf (GFE, 2006). Die faktorielle Ableitung des Energiebedarfs für die Jungsauenaufzucht erweist sich als schwierig, da die geringe Datenbasis eine regressionsanalytische Ermittlung des Ansatzes, vergleichbar mit dem Vorgehen bei den Mastschweinen, nicht ermöglicht. Obwohl die Ableitung des Energiebedarfs für die Jungsauen aus den Werten für die Mastschweine aufgrund der Rassenunterschiede, insbesondere dem fehlenden Einfluss des Piétraînebers im Vergleich zu den Endprodukten problematisch erscheint, hat sich diese Vorgehensweise etabliert (SCHULZ, 2002). Zur Ermittlung des Gesamtenergiebedarfs wurde deshalb auf eine funktionale Ableitung nach KUHLMANN und SOMMER (2007) zurückgegriffen:

$$\text{MJME/Tag} = \text{LM (kg)} \cdot 0,22 + \text{tgl.Z. (g)} \cdot 0,0275 - 8,73$$

### **Berechnung**

Aus den zunächst getrennt betrachteten Produktionsverfahren wurden der Energiebedarf einer Zuchtsau und eines Mastschweins ermittelt (Tab.32), indem der Energiebedarf der einzelnen Verfahren addiert wurde. Anstelle der Mastphase wurde bei der Sau die Aufzucht und Eingliederungsphase berücksichtigt. Da die Sau nach der Reproduktionsphase mit ihrem Schlachtgewicht zum Fleischaufkommen beiträgt, wurde weiterhin der Futterenergiebedarf für das maternale Wachstum der Sau angerechnet, während der gesamte Energiebedarf der Reproduktionsphase den Ferkeln als einziges Erzeugnis zugeteilt wurde. Um die Kennzahl Lebendmasse Schwein zu ermitteln, wurde eine Reinzuchtsau mit allen Nachkommen als Produktionseinheit definiert und der gesamte Futterenergiebedarf dieser Einheit der Lebendmasse gegenübergestellt.

Tab.31: Ausgangsdaten zur faktoriellen Berechnung des Energiebedarfs der Schweine

Parameter	Wert	Quelle
<b>Erhaltungsbedarf</b>		
Sau	$0,44 \text{ MJME/kgLM}^{0,75}$	GFE (2006)
Ferkel	$0,55 \text{ MJME/kgLM}^{0,75}$	GFE (2006)
Mastschwein	$\text{MJME/kgLM}^{0,75} = 0,44 + [1,25 - 0,00357 \cdot (\text{LM} - 30)]$	GFE (2006)
<b>Energiegehalte</b>		
		GFE (2006)
Konzeptionsprodukte	203 MJNE	GFE (2006)
Milch	5 MJNE/kg	GFE (2006)
maternaler Zuwachs	20 MJNE/kg	GFE (2006)
Fettmasse (kg/Tier)	$0,1162 \cdot \text{LKM} + 0,001389 \cdot \text{LKM}^2$	GFE (2006)
Proteinmasse (kg/Tier)	$0,168 \cdot \text{LKM} - 0,0000914 \cdot \text{LKM}^2$	GFE (2006)
<b>Teilwirkungsgrade</b>		
$k_l$	0,7	GFE (2006)
$k_p$	0,56	GFE (2006)
$k_f$	0,74	GFE (2006)
$k_{pf}$	0,7	GFE (2006)
$k_u$	0,5	GFE (2006)

## Ergebnisse

Der Futterenergiebedarf einer Zuchtsau liegt mit ca. 9000. MJME absolut nahezu doppelt so hoch wie der eines Mastschweins. Bezogen auf die jeweilige Körpermasse jedoch fast 2,5 MJME/kgLM niedriger. Der für die gesamte Produktionseinheit berechnete Futterenergiebedarf beträgt aufgrund des dominierenden Anteils der Mastschweine ebenfalls 3,05 Futtergersteneinheiten je Kilogramm Lebendmasse (Tab.32).

Tab.32: Vergleich des Futterenergiebedarfs verschiedener Produktionsverfahren der Schweinehaltung in Abhängigkeit der Leistungshöhe

	<b>BECKER (1988a)</b>		<b>aktuell</b>		
<b>Sauenhaltung</b>					
Ø Gewicht der Sauen, kg	165		218		
abg. Ferkel/Sau/Jahr	17,3	21,5	22,5	23,5	25
Energie je Ferkel, MJME	581	657	637	618	594
<b>Ferkelaufzucht</b>					
Aufzuchtphase, kg	1,2 - 22		8 - 28		
tgl. Zunahmen, g	320	400	425	450	475
Energie je Ferkel, MJME	470	460	445	431	428
<b>Mastschweinehaltung</b>					
Mastphase, kg	22 - 104		28 - 118		
tgl. Zunahmen, g	600	700	750	800	850
Energie je MS*, MJME	3500	3571	3455	3349	3296
<b>Jungsauenaufzucht</b>					
Aufzuchtphase, kg	22 -120		28 - 118		
tgl. Zunahmen, g	550	550	600	650	700
Energiebedarf je JS*; MJME	4685	3786	3581	3455	3350
<b>Jungsaueneingliederung</b>					
Eingliederungsphase, kg			118 - 148		
tgl. Zunahmen, g			665		
Energiebedarf je JS, MJME			1669		
<b>maternales Wachstum</b>					
Reproduktionsphase, kg	120-185		148 - 248		
Energiebedarf je Sau, MJME	1885		2857		
<b>Gesamtenergiebedarf</b>					
	MS*	Sau	MS*	Sau	
Gesamtenergiebedarf	4551	7621	4557	8978	
je kg Lebendmasse	43,65	41,21	38,62	36,2	
Getreideeinheiten	3,52	3,32	3,06	2,87	

### **Vergleich/Kommentar**

Der größte Unterschied zwischen den alten und aktuellen Berechnungen besteht in den deutlich gestiegenen Tiergewichten in allen Bereichen der Schweinehaltung. Der hierdurch stark ansteigende Erhaltungsbedarf wird in der Sauenhaltung erst durch Leistungen von über 25 abgesetzten Ferkeln je Sau und Jahr kompensiert und führt zu ähnlichen Ergebnissen wie sie BECKER (1988a) berechnete. In der Schweinemast wird durch die um 150 g gestiegenen täglichen Zunahmen die Mastphase trotz gesteigener Schlachtgewichte verkürzt, so dass sich der Erhaltungsbedarf verringert. Darüber hinaus zeigen Berechnungen mit den alten Bedarfs- und aktuellen Leistungszahlen bzw. den aktuellen Bedarfs- und alten Leistungszahlen, dass sich bedingt durch einen sinkenden Fettgehalt im Tierkörper auch der Bedarf für den Lebendmassezuwachs verringert. Als Folge der deutlich gestiegenen biologischen Leistungen in allen Produktionsverfahren der Schweinehaltung konnte somit während der letzten 20 Jahre der Energieaufwand je kg Lebendmasse um rund 5 MJME bzw. 11,5 % gesenkt und 0,45 Getreideeinheiten je 100 kg Lebendmasse Schwein eingespart werden. Entscheidenden Einfluss auf die Kennzahl von 3,06 GE/kgLM nimmt weniger die Sauenhaltung und die vorgelagerte Schweinezucht, sondern der Energiebedarf der Mastschweine. Bei der aktuellen Produktionsmenge von 5 Mio. Tonnen Schlachtgewicht (BMELV, 2009; DESTATIS, 2009) werden für die Schweinehaltung ca. 20 Mio. Tonnen Futtergerste benötigt und es ergibt sich eine Überschätzung des Energiebedarfs von ca. 3 Mio. Getreideeinheiten bzw. 33000 GJ nach dem alten Kennzahlenschlüssel (Tab.26).

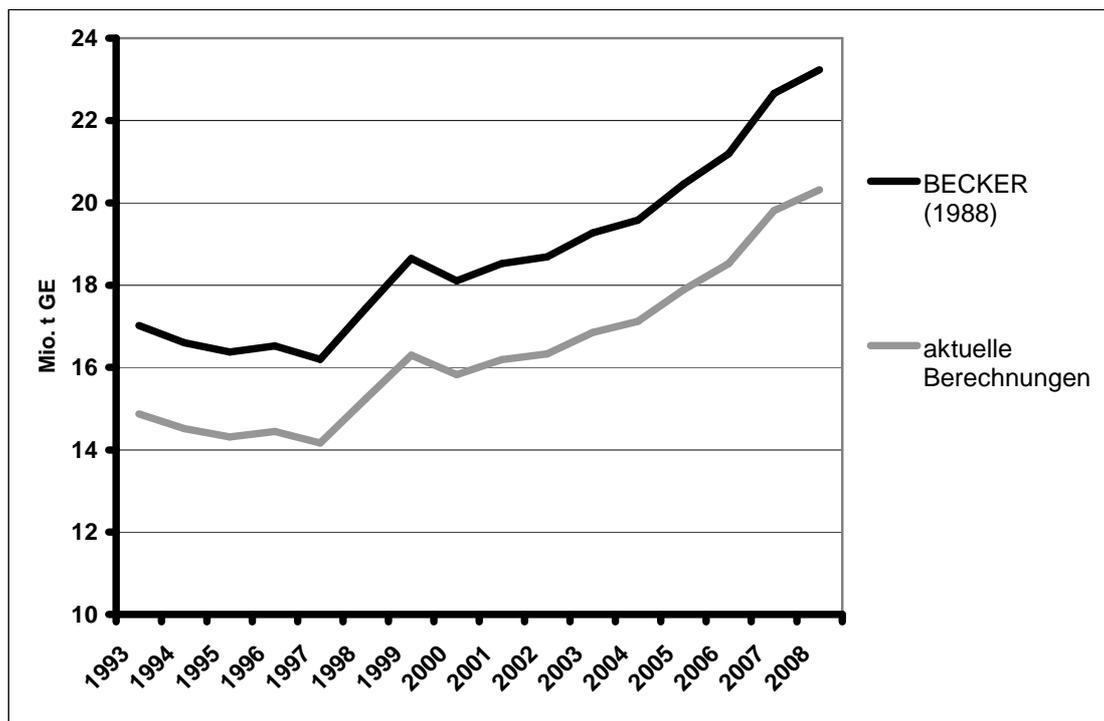


Abb.26: Vergleich der Entwicklung des nach verschiedenen Aggregatioschlüsseln berechneten Futterenergiebedarfs der Schweinehaltung in Deutschland

#### 6.4 Eierzeugung

In der Folge des Verbots der Käfighaltung nimmt der Anteil anderer Haltungsformen zur Eierzeugung kontinuierlich zu (ZMP, 2008a; MEG, 2010), (Abb.27) und auch die Legehennen werden züchterisch den neuen Umweltbedingungen angepasst (PREISINGER, 2009). Die Berechnung des Energiebedarfes für ein einheitliches Verfahren mit weißen Hybridhennen in Käfighaltung, wie es in den bisherigen Berechnungen unterstellt wurde (BECKER, 1988a), scheint daher nicht mehr zeitgemäß. In den aktuellen Berechnungen wurde daher zwischen braun- und weißlegenden Herkünften, sowie zwischen Boden-Freiland- und Käfighaltung differenziert. Aus Vereinfachungsgründen kann für die verschiedenen Produktionsverfahren mit jeweils einem Legetyp kalkuliert werden (LÜKE, 2010). Es wurde daher unterstellt, dass die Käfighaltung mit leichten, weißen Legehennen, die Boden-, und Freilandhaltung überwiegend mit braunlegenden mittelschweren Legetypen und die Ökohaltung mit einer schweren Zweinutzungshenne betrieben wird.

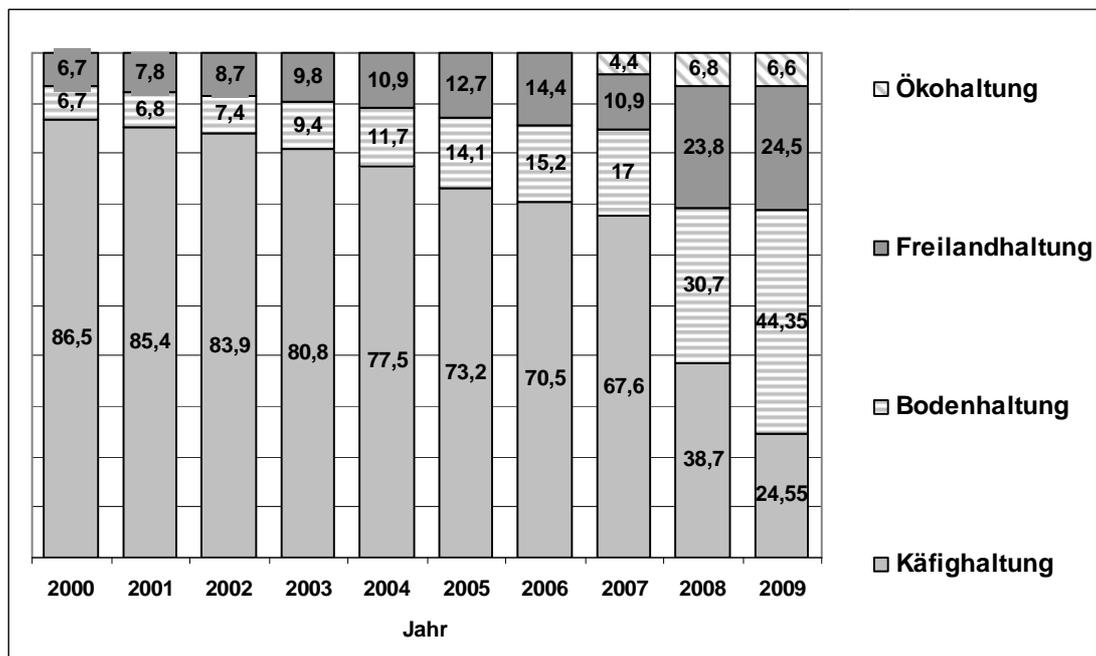


Abb.27: Anteile verschiedener Haltungssysteme in der Legehennenhaltung

Quelle: MEG (2010); ZMP (2008a)

### Biologische Daten

Von den Zuchtunternehmen existieren umfangreiche und detaillierte Angaben zur Entwicklung und zum Leistungsvermögen der jeweiligen Legelinien (LOHMANN, 2010a; HENDRIX, 2009e), die mit den Ergebnissen neutraler Leistungstest (DAMME et al., 2007; FLOCK und HEIL, 2002; HEIL und HARTMANN, 1999; SIMON und STEGEMANN, 2004) und statistischen Angaben verglichen wurden, um möglichst praxisnahe Werte zu ermitteln. Der bekannte Merkmalsantagonismus zwischen Legeleistung und Fleischfülle führt dazu, dass mit steigendem Körpergewicht der Hennen die Legeleistung zurückgeht. Da gleichzeitig aber das Gewicht der Eier bei zurückgehender Legeleistung zunimmt, unterscheidet sich die erzeugte Menge Eimasse zwischen den verschiedenen Legetypen nur geringfügig (Tab.33).

Tab.33: Biologische Daten zur Berechnung des Futterenergiebedarfs der Legehennenhaltung

Parameter	BECKER	Legetyp		
	(1988a)	leicht	mittelschwer	schwer
Ø Körpergewicht der Henne, kg	2,7	1,61	1,94	2,15
Anzahl Eier je Henne/Legeperiode	160	353	350	340
Ø Eigewicht, g	63	61,5	63	63

### Bedarfwerte

Die Empfehlungen der GFE (1999) stellen noch immer eine der aktuellsten Empfehlungen dar (Tab.34). Amerikanische Empfehlungen stammen aus dem Jahr 1994 (NRC, 1994). Die weiteren Berechnungen stützen sich auf GFE (1999)

Tab.34: Ausgangsdaten zur faktoriellen Berechnung des Energiebedarfs von Legehennen

Parameter	BECKER	aktueller	Quelle
	(1988a)	Wert	
Erhaltungsbedarf, MJME/kgLM <sup>0,75</sup>	0,54	0,48	GFE (1999)
Zuschlag Bodenhaltung		+ 10 %	GFE (1999)
Zuschlag Freilandhaltung		+ 15 %	GFE (1999)
Energiegehalt, MJNE/kg	9,3 MJME/kg	6,5	GFE (1999)
Teilwirkungsgrad, k <sub>o</sub>		0,68	GFE (1999)

### Ergebnisse

Mit den getroffenen Annahmen errechnet sich für die drei Legetypen in Käfighaltung ein Energiebedarf von 23,4 bis 26,7 MJME/kg Eimasse bzw. ein Futtergerstenbedarf von 2,05 bis 2,34 kg/kg Eimasse (Tab.35).

Tab.35: Berechnung und Vergleich des Futterenergiebedarfs der Legehennenhaltung

Teilbereich des Energiebedarfs	Ergebnis (MJME)			
	BECKER (1988a)	aktuelle Berechnungen		
		leicht	mittelschwer	schwer
Erhaltungsbedarf	351,66	292,16	331,39	357,95
Leistungsbedarf	168,15	215,57	214,42	216,72
Gesamtbedarf	519,81	507,73	545,81	574,66
je kg Eimasse	28,74	23,39	24,9	26,7
je Ei	1,81	1,44	1,57	1,68
GE / kg Eimasse	2,57	2,05	2,18	2,34

Für die alternativen Haltungsformen erhöht sich die Kennzahl aufgrund der vorgenommenen Aufschläge auf den Erhaltungsbedarf und es ergeben sich Kennzahlen von 2,31 bis 2,55 kg/kg (Tab.36). Aus den Anteilen dieser Haltungsformen und dem berechneten Futtergerstenbedarf wurde eine Gesamtkennzahl für die Eierzeugung von 2,28 kg/kg ermittelt, die jedoch in der Übergangsphase von der Käfighaltung zu alternativen Haltungsformen nur als aktueller Zeitpunktwert verstanden werden kann, da sich die Anteile der Haltungsformen dynamisch verschieben.

Tab.36: Aggregationskennzahlen der Eierzeugung

Zeitpunkt		aktuell	BECKER (1988a)	PADBERG (1970)
		Futtergersteneinheiten	Futtergersteneinheiten	Getreideeinheiten
		kg FG je kg	kg FG je kg	kg GE je kg
Eier insgesamt		2,28	2,57	4,2
Käfig	weiß	2,05		
	braun	2,2		
Boden		2,31		
Freiland		2,37		
Öko		2,55		

### Vergleich/Kommentar

Der berechnete Futterenergiebedarf liegt auch für das extensive Ökohaltungsverfahren unter dem alten Wert, den BECKER (1988a) für die Käfighaltung berechnet hat. Dies ist zum einen durch die stark angestiegene Legeleistung, vor allem aber auf den geringeren Erhaltungsbedarf, der sich nicht nur durch einen niedrigeren Bedarfswert, sondern auch durch das geringere Gewicht der modernen Legehybriden ergibt, zu erklären. Der mit der neuen Kennzahl berechnete Futterbedarf für jährlich ca. 12 Mrd. erzeugte Konsumeier liegt mit 1,7 Mio. Tonnen Futtergerste ca. 214000 Tonnen niedriger als der mit dem alten Wert ermittelte Futterbedarf.

### 6.5 Legehennenhaltung

Neben der Eierzeugung, tragen die Legehennen im geringen Umfang auch zum Geflügelfleischaufkommen bei, so dass der Erhaltungsbedarf der Hennen auf diese beiden Produkte aufgeteilt werden muss. Aufgrund der eindeutigen Zuchtausrichtung der Legehybriden auf die Eierzeugung, wird der Erhaltungsbedarf während der Legeperiode bei den Eiern und der Erhaltungsbedarf während der Junghennenaufzucht und des maternalen Wachstums bei der Fleischerzeugung anteilig berücksichtigt.

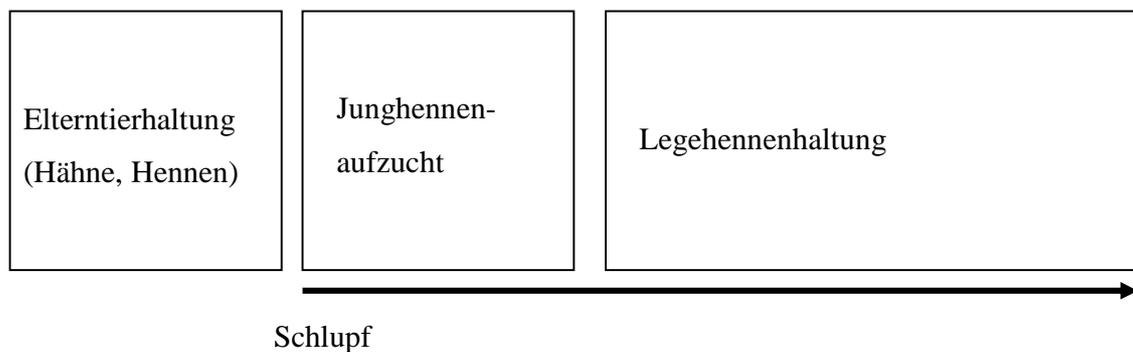


Abb.28:Produktionsverfahren der Legenhennenhaltung

Der Futterenergiebedarf einer Legehenne setzt sich zusammen aus

1. dem Energiebedarf für ein Eintagsküken,
2. dem Energiebedarf für die Aufzuchtphase,
3. dem maternalen Wachstum in der Legeperiode.

## 6.5.1 Elterntiere

### Biologische Daten

Das Gewicht der Elterntiere liegt erwartungsgemäß höher als das der Legehybride. Während die Züchterangaben für die weißlegenden Linien relativ einheitlich ausfallen und ein um 100 g höheres Gewicht der Elterntiere ausweisen, variieren die Angaben bei den braunlegenden Herkünften etwas stärker zwischen 2 und 2,2 kg (HENDRIX, 2009b,f; LOHMANN, 2010a,c). Für die weiteren Berechnungen wird auch hier von einem um 100 g höheren Gewicht ausgegangen, so dass sich Endgewichte der weiß- und braunlegenden Elterntierlinien von 1,8 bzw. 2,1 kg ergeben.

Die Zahl der verkaufsfähigen Küken hängt neben der Legeleistung von einer Vielzahl von Faktoren ab, zu denen die Befruchtungs-, die Schlupf-, und Selektionsrate sowie das Geschlechterverhältnis zählen. Letztlich lässt sich nicht eindeutig belegen welcher Anteil der Gesamtverluste auf die einzelnen Produktionsschritte entfällt. Die Zuchtunternehmen geben jedoch recht einheitliche Werte von 95-100 verkaufsfähigen Küken je Hennen an (HENDRIX, 2009f; LOHMANN, 2010a,c) (Tab.37).

Tab.37: Biologische Daten zur Berechnung des Futterenergiebedarfs der Legehenneneltern-tiere

Parameter	aktuell		BECKER (1988a)
	weißlegend	braunlegend	
Ø Gewicht, kg	1,75	2,7	2,04
Endgewicht, kg	1,8	2,7	2,1
Eizahl, St	275	160	275
Eigewicht, g	63,5	63	65
Verkaufsfähige Küken, St	98	125	97

Quelle: HENDRIX (2009a,e; LOHMANN, 2010a,c)

### Bedarfwerte

Für die Elterntierhaltung wird von den gleichen Bedarfswerten wie für die Legehennenhaltung ausgegangen (GFE, 1999) (Tab.38).

Tab.38: Ausgangsdaten zur faktoriellen Berechnung des Energiebedarfs von Legehenneneltern

Parameter	BECKER (1988a)	aktueller Wert	Quelle
Erhaltungsbedarf, MJME/kgLM <sup>0,75</sup>	0,54	0,48	GFE (1999)
Energiegehalt, MJNE/kg	9,3 MJME/kg	6,5	GFE (1999)
Teilwirkungsgrad, k <sub>o</sub>		0,68	GFE (1999)
maternales Wachstum, MJME/kg	20	23	GFE (1999)

### Ergebnis

Für ein verkaufsfähiges Küken ergibt sich bei den unterstellten Annahmen mit 4,5 bzw. 4,8 MJME für weiß- bzw. braunlegende Hybridlinien ein Futterenergiebedarf, der nahezu 50 Prozent über dem alten Wert von BECKER (1988a) liegt (Tab.39). Trotz niedrigerer Bedarfswerte ergibt sich dieser höhere Wert, da in den alten Berechnungen der Gesamtbedarf der Elterntiere auf alle und nicht nur auf die weiblichen Küken umgelegt wurde.

Tab.39: Berechnung und Vergleich des Futterenergiebedarfs zur Produktion eines Eintagsküken für die Legehennenhaltung

Teilbereich des Energiebedarfs (MJME)	BECKER (1988a)	aktuell	
		weißlegend	braunlegend
Erhaltungsbedarf	415,15	255,62	286,77
Leistungsbedarf	93,74	178,91	177,76
Gesamtbedarf	508,9	434,53	464,53
je kg Eimasse	50,5	24,31	25,99
je Ei	3,18	1,58	1,69
je Küken	3,31	4,48	4,79

### 6.5.2 Junghennenaufzucht

Die Aufzucht der Junghenne bis zum Beginn der Legereife (=10% Legeleistung) dauert ca. 20 Wochen. Die marktgängigen Linien erreichen mit ca. 145 Tagen eine Legeleistung von 50 % (HENDRIX, 2009a,c; LOHMANN, 2010b,d; JEROCH und DÄNICKE, 2008).

Die GFE (1999) weist darauf hin, dass die zur faktoriellen Ableitung zu berücksichtigende Relation zwischen Fett- und Proteinansatz im Zuwachs nicht mit ausreichender Sicherheit bestimmt werden kann, da Angaben zur nährstoffmäßigen Zusammensetzung und zum Energiegehalt des Zuwachses in der Literatur nur sehr vereinzelt zu finden sind. Die GFE-Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Legehennen und Masthühner (1999) enthalten daher keine Angaben zur Energieversorgung für den Bereich vom Schlupf bis zum Beginn der Legereife. Auch in den Fachbüchern sind lediglich Empfehlungen zum Energiegehalt der Aufzuchtfutter und Angaben über den Futterverbrauch, die meist aus den Daten der Leistungsprüfungen stammen, zu finden (JEROCH und DÄNICKE, 2008, KIRCHGEßNER, 2008). Der Energiebedarf für die Aufzucht der Junghenne wird daher aus dem Futterverbrauch und dem Energiegehalt der Futtermischungen errechnet (Tab.40).

In der Junghennenaufzucht dominieren drei- bis vierphasige Fütterungskonzepte, wobei zu bemerken ist, dass sich der Energiegehalt der Futterrationen bei vierphasiger Fütterung in den letzten zwei Phasen kaum unterscheidet. Beim Vergleich der Futterenergiegehalte für die verschiedenen Phasen zeigen sich zwischen Angaben von Züchtern, in der Literatur und Empfehlungen führender Mischfutterhersteller deutliche Unterschiede (JEROCH und DÄNICKE, 2008, KIRCHGEßNER, 2008; HENDRIX, 2009c; LOHMANN, 2010b,d; MEGA, 2008; DEUKA, 2008; BRÖRING, 2008). So liegen die Literaturangaben zum Energiegehalt in allen Phasen deutlich unter denen anderer Empfehlungen, während sich die Züchterangaben zugunsten höherer Energiegehalte im Vergleich zu den Werten der Mischfutterindustrie nur in den ersten Phasen unterscheiden. In die weiteren Berechnungen sind die Empfehlungen der LOHMANN Tierzucht (LOHMANN 2010) eingeflossen, die zum einen weitgehend mit den Werten der Mischfutterindustrie übereinstimmen und zum anderen den hohen Marktanteil des Zuchtunternehmens berücksichtigen.

Aus der Multiplikation des Futteraufwandes mit dem Energiegehalt des jeweiligen Futters ergeben sich die in Tabelle 40 aufgeführten Energiebedarfswerte. Folgt man in diesem Fall den Angaben der Lohmann Tierzucht, sind zur Aufzucht einer Weißen Legehenne 84,97 MJME und für die Aufzucht einer braunen Henne 90,27 MJME erforderlich.

Tab.40: Futter- und Energiebedarf in Abschnitten der Legehenneaufzucht

Futtertyp	starter	grower	developer	prelayer	Aufzucht
Lebenswoche	0-3	4-9	10-16	17-20	0-20
Futterverbrauch weiß, g	301	1820	2975	2331	7427
Futterverbrauch braun, g	371	1827	3283	2408	7889
Energiegehalt MJME/kg	11,8	11,5	11,4	11,4	
Energieaufwand weiß, MJME	3,55	20,93	33,915	26,57	84,97
Energieaufwand braun, MJME	4,38	21,01	37,43	27,45	90,27

### 6.5.3 maternales Wachstum

Mit dem Eintritt der Legereife ist die Körperentwicklung noch nicht abgeschlossen. Nach den Angaben der Züchter nehmen die weißlegenden Hennen in der Legeperiode noch ca. 370 g und die braunlegenden Hennen noch ca. 290 g Körpergewicht zu (HENDRIX, 2009e; LOHMANN, 2010). Dieser Zuwachs liegt, wie auch die Endgewichte der Hennen, ca. 200 g niedriger als in Herkunftsvergleichen oder der Literatur dokumentiert (JEROCH und DÄNICKE, 2008; HEIL und HARTMANN, 1997; DAMME et al., 2007). Der Bedarf von 23 MJME/kg für diesen Zuwachs wurde aus der Körpermasseszusammensetzung wachsender Hähnchen und Teilwirkungsgraden von  $k_p = 0,52$  und  $k_f = 0,84$  abgeleitet (GFE, 1999).

Der aus dem Bedarf für das Küken, für die Aufzucht und das maternale Wachstum zusammengesetzte gesamte Energieaufwand für eine Legehenne beträgt ca. 97,6 und 101,7 MJME für weiß- bzw. braunlegende Legehybriden und liegt im Vergleich zu den alten Werten auf nahezu unverändertem Niveau (Tab.41).

Tab.41: Berechnung und Vergleich des Futterenergiebedarfes zur Aufzucht einer Hybridhenne

Teilbereich	BECKER (1988a)	aktuell	
		weißlegend	braunlegend
Eintagsküken	3,31	4,48	4,79
Junghennenaufzucht	104,5	84,97	90,27
maternales Wachstum	14	8,5	6,67
Gesamtaufwand	121,81	97,95	101,73
je kg Huhn	55,37	57,62	50,87
Getreideeinheiten	4,94	5,04	4,45

Quelle: BECKER (1988a), eigenen Berechnungen

## 6.6 Masthühnerhaltung

Die Masthühnerhaltung dient ausschließlich der Fleischerzeugung, so dass der gesamte Futterenergiebedarf des Produktionssystems (Abb.29) auf die erzeugte Menge Fleisch bezogen werden kann. Hierzu wurde zunächst der Bedarf der Elterntierhaltung und der Aufzucht auf die zur Mast abgegebenen Küken bezogen und anschließend der Futteraufwand während der Mastphase hinzu addiert.

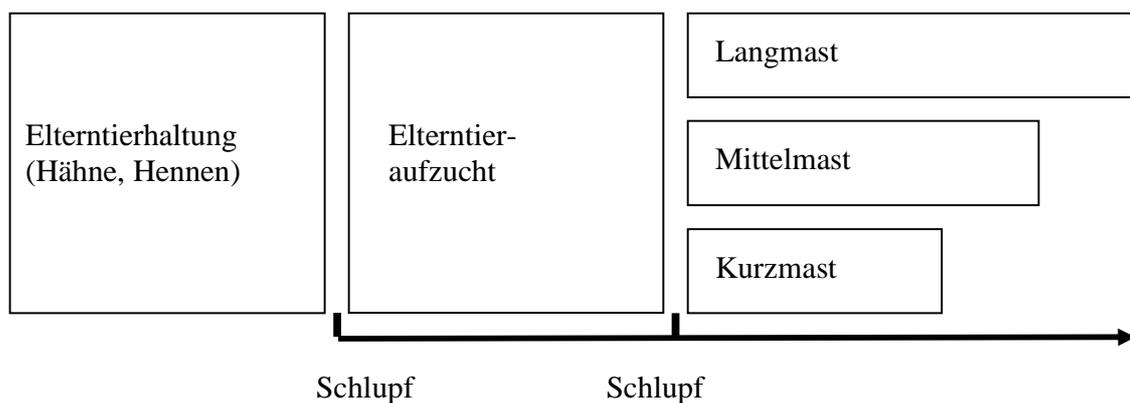


Abb.29: Produktionsverfahren der Masthühnerhaltung

### 6.6.1 Elterntierhaltung

Die Elterntiere der Masthähnchen erreichen nach einer ca. 20-wöchigen Aufzuchtphase in der 25. Lebenswoche eine Legeleistung von 5 %, woran sich eine 40-wöchige Legeperiode anschließt. Die Henne legt in dieser Zeit etwa 180 Eier, aus denen 148 verkaufsfähige Küken gewonnen werden können (ROSS, 2007a; COBB, 2009a) (Tab.42).

Tab.42: Biologische Daten zur Berechnung des Futterenergiebedarfs der Masthühnerel-  
terntiere

Parameter	BECKER (1988a)	aktuell
Ø Gewicht, kg	2,7	2,734
Endgewicht, kg	2,7	4,0
Eizahl, St	160	180
Eigewicht, g	63	64,2
Verkaufsfähige Küken, St	125	148

Der Futterenergiebedarf während der Aufzucht- und Legeperiode wurde zum einen faktoriell (GFE, 1999) nach den Vorgaben in Tab.42 und Tab.43 und zum anderen aus dem Futterbedarfsangaben und Energiegehalten (ROSS, 2007a; COBB, 2009a) der verwendeten Futtermischungen errechnet. Die Berechnung des Leistungsbedarfs für den Körpermassezuwachs der Elterntiere erfolgte aus den Bedarfswerten der weiblichen Tiere im Langmastverfahren und den Bedarfswerten für maternales Wachstum.

Tab.43: Ausgangsdaten zur faktoriellen Berechnung des Energiebedarfs der Masthühner-  
eltern-tiere

Parameter	BECKER (1988a)	aktueller Wert	Quelle
Erhaltungsbedarf, MJME/kgLM <sup>0,75</sup>	0,54	0,48	GFE (1999)
Energiegehalt, MJNE/kg	9,3 MJME/kg	6,5	GFE (1999)
Teilwirkungsgrad, k <sub>o</sub>		0,68	GFE (1999)
maternales Wachstum, MJME/kg	20	23	GFE (1999)

## Ergebnis

Der faktoriell abgeleitete Energiebedarf je Küken beträgt 4,52 MJME (Tab.44). Wird weiterhin ein anteiliger Erhaltungsbedarf der Hähne berücksichtigt, erhöht sich dieser Wert um 0,31 MJME. Nach den Angaben der Züchter (ROSS, 2007a; COBB, 2008a) benötigt eine Henne in der 64-wöchigen Aufzucht und Legeperiode 648 MJME und somit 4,37 MJME je Küken. Berücksichtigt man auch hier einen anteiligen Bedarf der Hähne erhöht sich der Wert auf 4,68 MJME, der somit geringfügig niedriger liegt als der faktoriell abgeleitete Wert, aufgrund der aktuelleren Ausgangsdaten aber für die folgenden Berechnungen Verwendung findet.

Tab.44: Berechnung und Vergleich des Futterenergiebedarfes zur Produktion eines Eintagsküken zur Hühnermast

Teilbereich des Energiebedarfs (MJME)	BECKER (1988a)	aktuell
Erhaltungsbedarf	415,15	457,2
Leistungsbedarf, Aufzucht	-	101
Leistungsbedarf, Eier	93,74	110,45
Gesamtbedarf	508,9	668,65
je kg Eimasse	50,5	57,9
je Ei	3,18	3,71
je Küken	3,31	4,52

## Vergleich/Kommentar

Der von BECKER (1988a) aus der Legehennenhaltung übernommene Wert von 3,31 MJME je Küken liegt bei gesunkenen Bedarfszahlen und höherer Leistungsdaten in den aktuellen Berechnungen deutlich niedriger. Dies ist darauf zurückzuführen, dass in den alten Berechnungen nur der Erhaltungsbedarf der Elterntiere für eine einjährige Legeperiode enthalten ist, nicht aber der Bedarf für die Aufzucht dieser Tiere. Dies Vorgehen ist allerdings nur zulässig, wenn wie bei der Legehennenhaltung, für die Fleischerzeugung der Elterntiere eine zusätzliche Kennzahl bzw. eine Kennzahl für eine Produktionseinheit aus Elterntieren und Masttieren berechnet wird.

## 6.6.2 Masthühnerhaltung

Die biologischen Leistungen und Bedarfswerte, die die GFE (1999) zur Berechnung des Energiebedarfs angenommen hat (Tab.45), gehen auf ältere Untersuchungen zurück, die von den aktuellen Züchterangaben zum Teil erheblich abweichen. Da aber weiterhin aktuellere Daten zur Entwicklung der Körperzusammensetzung und Energieverwertung während der Hähnchenmast fehlen, werden diese Daten auch in neueren Lehrbüchern übernommen (JEROCH und DÄNICKE, 2008).

Tab.45: Ausgangsdaten zur faktoriellen Berechnung des Energiebedarfs der Masthühner

Parameter	aktueller Wert	Quelle
Erhaltungsbedarf	0,48 MJME/kgLM <sup>0,75</sup>	GFE (1999)
Fettansatz, g/kg	von 115 auf 180 (♂) bzw. 230 (♀) steigend	GFE (1999)
Proteinansatz, g/kg	von 145 auf 165 steigend	GFE (1999)
Teilwirkungsgrade		
k <sub>f</sub>	0,84	GFE (1999)
k <sub>p</sub>	0,52	GFE (1999)

Die größten Abweichungen zwischen den aktuellen Züchterangaben (ROSS, 2007b; COBB, 2008b) und den Annahmen der GFE (1999) ergeben sich für die K rpermasseentwicklung. Mit 1800 g Endgewicht für männliche und 1600 g für weibliche Broiler nach einer 35-tägigen Mast, liegen die GFE-Werte zum Teil über 300 g niedriger als die Züchterangaben und das in Betriebsauswertungen nachgewiesene Praxisniveau (SCHIERHOLD, 2010). Der für dieses höhere Wachstumsniveau aus den Futtermengen und Energiegehalten der Mastfutter abgeleitete Energieaufwand je Kilogramm weicht von den faktoriell berechneten Werten allerdings nur geringfügig ab und liegt zwischen 2,5 und 8 % niedriger. Aufgrund der Aktualität der Züchterangaben, wird davon ausgegangen, dass diese das aktuelle Leistungsgeschehen auf den Praxisbetrieben genauer widerspiegeln. Sie wurden daher für die Berechnung der Kennzahlen verwendet. Demnach entsteht für die verschiedenen Mastverfahren von H hnchen ein Futterenergieaufwand von ca. 2 bis 2,6 GE/kg Lebendmasse (Tab.46).

Tab.46: Futter- und Energieaufwand in verschiedenen Phasen der Hühnermast

Alter Woche	LM, g		Futterbedarf, g/Wo.		Energiegehalt	Energieaufwand, MJME	
	♂	♀	♂	♀	Futters, MJME	♂	♀
1	184	180	162	160	12,65	2,05	2,02
2	471	439	380	344	12,65	4,81	4,35
3	920	828	661	591	13,2	8,73	7,80
4	1505	1318	1080	966	13,2	14,26	12,75
5	2173	1869	1245	1121	13,4	16,68	15,02
6	2867	2436	1461	1330	13,4	19,58	17,82
7	3541	2986	1603	1479	13,5	21,64	19,97
8	4162	3493	1672	1569	13,5	22,57	21,18

eigene Berechnungen nach ROSS (2007b), COBB (2008b)

### Vergleich/Kommentar

Tab.47: Berechnung und Vergleich des Futterenergiebedarfs der Masthühner

	BECKER (1988a)				aktuell			
Eintagsküken	3,31 MJME				4,68 MJME			
Aufzuchtdauer	49 Tage		28 Tage		35 Tage		42 Tage	
Geschlecht	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀
Endgewicht, g	1800	1600	1505	1318	2173	1869	2867	2436
MJ/ME, Mast	45	39,12	28,6	25,82	45,28	40,84	64,86	58,67
MJME, gesamt			33,28	30,5	49,96	45,52	69,54	63,35
MJME/kgLM	26,8	26,03	22,11	23,14	22,99	24,36	24,26	26,00
Getreideeinheiten	2,39	2,32	1,93	2,02	2,01	2,13	2,12	2,28

Die aktualisierten Werte (Tab.47) zeigen, dass die Masthähnchen die Futterenergie effizienter verwerten und in einem 56-tägigen Langmastverfahren mit einem vergleichbaren Futteraufwand ein doppelt so hohes Gewicht erreichen wie zuvor (BECKER, 1988a) in einem 7-wöchigen Verfahren. Durchschnittliche Mastzeiten von 35-37 Tagen führen zu Futtereinsparungen von ca. 0,3 GE je Kilogramm Lebendmasse.

## 6.7 Truthühnerhaltung

Die Truthühnerhaltung dient ausschließlich der Fleischerzeugung, so dass der gesamte Futterenergiebedarf der erzeugten Menge Fleisch gegenübergestellt werden kann. Der Bedarf der vorgelagerten Zuchtstufen wird zunächst auf ein mastfähiges Küken bezogen und anschließend der Futterenergiebedarf der Mastphase hinzu addiert (Abb.30). Aufgrund der hohen Dominanz der Langmast des schweren Putentyps erfolgt die Berechnung des Energiebedarfs nur für dieses Verfahren. Auch die GFE (2004) beschränkt sich in ihren Empfehlungen auf diesen Masttyp, da neuere experimentelle Untersuchungen für andere Verfahren nicht vorliegen.

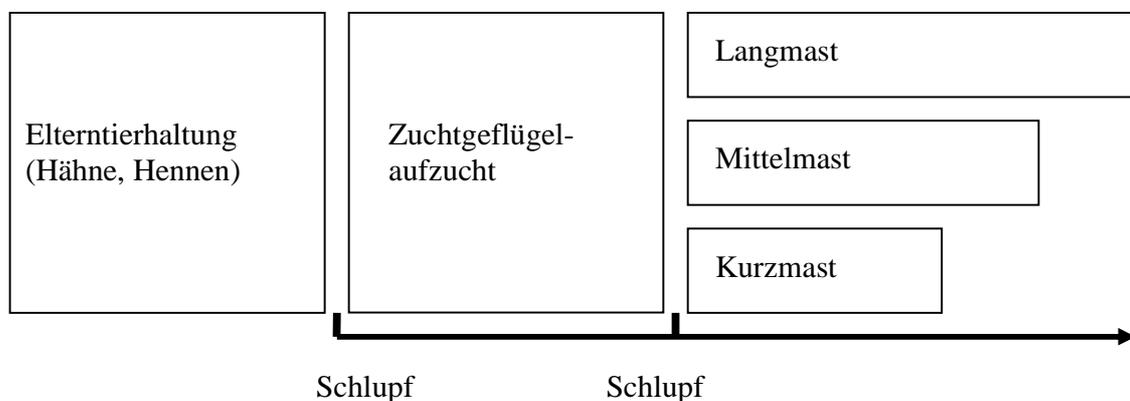


Abb.30: Produktionsverfahren der Truthühnerhaltung

### 6.7.1 Elterntierhaltung

Im Gegensatz zur Ableitung des Rohprotein- und Aminosäurebedarfs aus den Werten der Legehennenhaltung und Hähnchenmast, zeigte sich, dass zur faktoriellen Ableitung des Energiebedarfs keine Mastputen-spezifischen Daten zur partiellen Verwertung der ME für den Ansatz von Protein und Fett sowie zum Erhaltungsbedarf vorliegen und die Anwendung Masthuhn-spezifischer Daten zu nicht tolerierbaren Ungenauigkeiten führt (20% Unterschätzung), somit also keine Alternative bilden. Die GFE (2004) beschränkt sich deshalb auf die Empfehlung von Energiekonzentrationen des Mischfutters für die verschiedenen Phasen der Putenmast. Für die Fütterung der Elterntiere spricht die GFE (2004) keine eigenen Empfehlungen aus, so dass für diese Berechnungen auf die Daten der Zuchtunternehmen zurückgegriffen wird (AVIAGEN, 2008a-e). Aufgrund dieser

ungenügenden Datenbasis errechnet sich der Energiebedarf für ein Eintagsküken aus dem anteiligen Futtermittelverbrauch der Elterntiere pro Küken und dem Energiegehalt des Futters.

### Biologisch Daten und Futterbedarf

Die Aufzuchtphase der Zuchtputen beträgt ca. 29 Wochen in der die Hennen und Hähne einschließlich des Bedarfs der ausselektierten Tiere 62 bzw. 172 kg Futter benötigen. Für den Energiegehalt des Aufzuchtfutters wurden von 11,8 auf 12,25 MJME/kg steigende Werte angenommen (AVIAGEN, 2008a, 2008d). An die Aufzucht schließt sich eine ebenso lange Zuchtperiode an, in der von einem täglichen Futterbedarf der Hennen von 0,31 kg und der Hähne von 0,84 kg bei einem Energiegehalt von 11,8 MJME ausgegangen werden kann (Tab.49). Die Henne beginnt in der 32-33. Woche mit dem Legen und erreicht die maximale Legeleistung von 75 % etwa in der 35. Woche (Tab.48).

Tab.48: Biologische Daten zur Berechnung des Futterenergiebedarfs der Truthühnerelterniere

Parameter	Wert
Aufzuchtphase, Tag	1-203
Zuchtphase, Tag	204-406
Geschlechterverhältnis, ♂:♀	1:13-14
max. Legeleistung, %	75
Eier/Henne, St	118
Befruchtungsrate, %	90,5
Schlupfrate; %	88,5
Küken/Henne, St.	95

Quelle: AVIAGEN (2008a, 2008c)

Aus diesen Energiegehalten und Futtermengen errechnet sich ein Gesamtbedarf von 1501 MJME für die Hennen und von 4093 MJME für die Hähne und somit bei einem Geschlechterverhältnis von 1:13-14 ein Bedarf von 19,07 MJME für das Eintagsküken ( $1500,46 \text{ MJME/Henne} + 4089,52 \text{ MJME/Hahn} \cdot 0,075 \text{ Hähne/Henne} / 95 \text{ Küken} = 19,07 \text{ MJME}$ ) (Tab.49).

Tab.49: Futter- und Energiebedarf in verschiedenen Phasen der Aufzucht von Elterntieren der Truthühnerhaltung

Zeitraum	Parameter	Henne	Hahn
Aufzucht	Futtermittelverbrauch, kg	62	172
	Ø Energiegehalt, MJME/kg	12,23	12,13
	Energiebedarf, MJME	758	2087
Legeperiode	Futtermittelverbrauch	63	170
	Ø Energiegehalt, MJME/kg	11,8	11,8
	Energiebedarf, MJME	743	2006
Gesamt	Futtermittelverbrauch, kg	125	342
	Energiebedarf, MJME	1501	4093

## 6.7.2 Truthühnermast

### Biologische Daten

Bei den praxisüblichen Verfahren der Langmast werden heute von den Hähnen in 19- 22 Wochen 18-21,5 kg und von den Hennen in 15 – 17 Wochen 9-10,5 kg erreicht.

### Futter- und Energiemengen

Sowohl ältere als auch Untersuchungen neueren Datums zeigen, dass die Anforderungen der Truthühner an die Energiekonzentration im Futter im Verlauf der Mast ansteigt. Dementsprechend ausgestaltet sind die Empfehlungen der GFE (2004) sowie das Futterprogramm der BUT-Linien (AVIAGEN, 2008a, 2008b, 2008e) und verschiedener Mischfutterhersteller für eine sechsphasige Mast. Die benötigte Futtermenge hängt stark vom Energiegehalt des Futters ab und steigt mit sinkendem und sinkt mit steigendem Energiegehalt des Futters. Für unterschiedlich ausgestaltete Fütterungsprogramme können sich somit zwar abweichende Futtermengen ergeben, die benötigten Energiesummen weisen meist aber nur geringfügige Differenzen auf. Für das in den weiteren Berechnungen verwendete Konzept für die BUT-Linien (AVIAGEN, 2008a, 2008b, 2008e) ergeben sich für die jeweils 4-wöchigen Mastabschnitte die in Tabelle 50 aufgeführten Futter- und Energiemengen.

Berücksichtigt man eine 21-wöchige Mast der Hähne und eine 16-wöchige Mast bei den Hennen und unterstellt das Futterkonzept B der BUT, das mit den GFE Empfehlungen und den Werten der Mischfutterindustrie weitgehend übereinstimmt, ergibt sich für die Hähne bei einem Endgewicht von 21,6 kg ein Energiebedarf von 742,53 MJME (60,55 kg Futter) und für die Hennen bei einem Endgewicht von 10,74 kg ein Energiebedarf von 353,24 MJME (29,1 kg Futter). Pro kg Pute errechnet sich somit inklusive des Bedarfs für das Küken ein Energieaufwand von ca. 35 MJME bzw. 3,05 GE (Tab. 51).

Tab.50: Futter- und Energieaufwand in verschiedenen Phasen der Truthühnermast

		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	$\Sigma$
<b>Futter A</b>	♂ Futteraufwand	1,85	6,34	10,66	13,93	16,79	20,23	69,8
	Energiegehalt	12,2	12,8	13,4	13,6	14,0	14,0	
	Energiebedarf	22,57	81,15	142,84	189,45	235,06	283,22	954,29
	♀ Futteraufwand	1,57	5,19	8,48	10,87	12,11		26,11
	Energiegehalt	12,2	12,8	13,4	13,6	14,0		
	Energiebedarf	19,15	66,43	114,11	148,99	169,54		348,69
	♂ Futteraufwand	1,93	6,82	11,76	15,6	19,12	22,81	78,04
	Energiegehalt	11,8	12,0	12,2	12,2	12,4	12,6	
	Energiebedarf	22,77	81,84	143,47	190,32	237,09	287,41	962,9
<b>Futter B</b>	♀ Futteraufwand	1,64	5,61	9,48	12,37	13,96		29,1
	Energiegehalt	11,8	12,0	12,2	12,2	12,4		
	Energiebedarf	19,35	67,32	115,66	150,91	173,1		353,24

Quelle: AVIAGEN (2008a, 2008b, 2008e), eigene Berechnungen

## Vergleich/Kommentar

Im Vergleich mit den von BECKER (1988a) errechneten Kennzahlen, ergibt sich lediglich für die Hähne ein etwas niedrigerer Wert (Tab.51). Dies ist auf die Berechnung des Futterbedarfs mit Hilfe einer sehr günstige Futtermittelverwertung von 1:2,5 für Hennen und 1:3,1 für Hähne in den Berechnungen von BECKER (1988a) zurückzuführen. Da in den Kennzahlenschlüssel damals nur die Werte der Hennen einfließen, resultiert für den gesamten Futterenergiebedarf der Putenhaltung sogar ein leicht erhöhter Wert.

Tab.51: Berechnung und Vergleich des Futterenergiebedarfs der Truthühnermast

	BECKER (1988a)		aktuell	
Eintagsküken	14,67 MJME		19,07 MJME	
Aufzuchtdauer	16 Wo.	24 Wo.	16 Wo.	21 Wo.
Geschlecht	♀	♂	♀	♂
Endgewicht kg	7,7	15,3	10,74	21,6
Energiebedarf Aufzucht	240,63	607,1	353,5	742,53
ges. Energiebedarf MJ ME	255,3	621,77	372,57	761,6
Energiebedarf je kg MJME	33,16	40,64	34,68	35,25
Getreideeinheiten	2,96	3,63	3,03	3,08

## 6.8 Enten- und Gänsehaltung

Gänse werden zur Nutzung von Fleisch, Eiern und Federn gehalten (SCHNEIDER, 1995). Im Nutzungszweig Eiproduktion kann weiterhin zwischen Konsum- und Bruteierzeugung unterschieden werden. Der Bruteiproduktion schließt sich die Aufzucht der Gänseküken (Gössel) in Spezialbetrieben an. In beiden Produktionszweigen ist zusätzlich die Nutzung der Federn nach der Schlachtung möglich. Aufgrund des sehr geringen Marktvolumens für Gänseeier und -federn (MÜLLER et al. 2001; SCHNEIDER, 1995), konzentrieren sich die Berechnungen jedoch auf die Erzeugung von Gänsefleisch. Beginnend mit dem Zugang von Gösseln werden in der Gänsemast Bratgänse erzeugt, wobei entsprechend der Haltungsdauer drei Mastverfahren unterschieden werden, die gleichzeitig unterschiedliche Intensitätsstufen darstellen (Tab.52).

Tab.52: Produktionsverfahren in der Gänsehaltung

Mastverfahren	geläufige zeichnung	Be- zeichnung	Biologische Definition	Alter Tiere, Wo.	der Endge- wicht, kg	Vorkommen
Kurzmast	Früh- Schnellmast		erste Feder- reife	8-10	5 – 6	Selten
Mittelmast	Jungtier- Fleischmast		zweite Fe- derreife	16	6 - 7	Standard
Langmast	Spätmast		dritte Feder- reife	23-32	7 - 8	Direktver- marktung

Quelle: SCHNEIDER (1995); GOLZE (2005); BERK (2009); PINGEL (2008); KAMPHUES et al. (2004)

Die Entenhaltung muss aufgrund großer Rassenunterschiede differenziert betrachtet werden. Da jedoch lediglich Peking- und Moschusenten sowie die Kreuzung aus Moschuserpeln und Pekingenten, die so genannten Mulardenenten eine kommerzielle Bedeutung haben, beschränken sich die Ausführungen auf diese Rassen (PINGEL, 2008).

Tab.53: Biologische Daten der Entenhaltung

	Pekingente	Moschuserpel	Moschusente	Mularden
Mastdauer, Tage	49	84	70	70
Tierverluste, %	2-3	3-4	2-3	2-3
Endgewichte, kg	3,2	4,5	2,6	3,8
tgl. Zunahmen, g	65	54	37	54

Quelle: PINGEL (2008)

Der Gesamtenergiebedarf für die Gänse- und Entenhaltung setzt sich zusammen aus dem Bedarf für die Reproduktionsleistung der Zuchttiere und dem Bedarf für die Wachstumsleistung der Masttiere. Für eine faktorielle Ableitung scheint die Datenlage nicht ausreichend, so dass sich Empfehlungen meist auf Futtermengen und Energiegehalte beschränken (NRC, 1994; PINGEL, 2008; KAMPHUES et al., 2004; LEESON und SUMMERS, 1997; DÄNICKE und JEROCH, 2008). Die Angaben zum Futtermittelverbrauch und zur Futtermittelverwertung der Masttiere unterscheiden sich national und international nur geringfügig. Aufgrund der Aktualität und dem Bezug zur in Deutschland verwendeten Genetik werden die von PINGEL (2008) vorgestellten Werte verwendet (Tab.54). PINGEL (2008) kalkulierte weiterhin den Futteraufwand für ein Küken aus dem Elterntierbedarf, wonach 0,62 bis 0,82 kg je Küken bei Enten, 1,23 kg bei Mularden und 2,2 kg je Küken bei Gänsen notwendig sind.

Die Angaben zum Energiegehalt des Futters für Wassergeflügel sind in der deutschen Literatur relativ einheitlich, während die amerikanischen und kanadischen Empfehlungen deutlich

höher liegen. (NRC, 1994; LESSON und SUMMERS, 1997; PINGEL, 2008; KAMPHUES et al., 2004; JEROCH und DÄNICKE, 2009). Da es sich bei den deutschen Angaben jeweils um Mindestgehalte handelt, wurden für die Berechnungen mit Ausnahme der Mastgänse, bei denen auf die Angaben von KAMPHUES et al. (2004) zurückgegriffen wurde, jeweils die höheren Werte nach PINGEL (2008) eingesetzt.

Der aus diesen Daten berechnete relative Futterenergiebedarf je kg Lebendmasse (Tab.54) liegt mit 28,36 MJME/kgLM für Pekingenten am niedrigsten und steigert sich für Mularden und Flug- bzw. Mochusenten um 5-10 MJME/kg. Für Gänse im 16-wöchigen Standardverfahren werden ca. 58 MJME je kg Lebendmasse benötigt. Umgerechnet mit einem Energieliefervermögen von 11,43 MJME/kg FM (JEROCH und DÄNICKE, 2009), ergeben sich Kennzahlen von 2,48 GE bis 5,1 GE je kg LG.

Tab.54: Berechnung des Futterenergiebedarfs der Enten und Geflügelhaltung

	Pekingente	Mo. Erpel	Mo. ente	Mulard	Gans
Endgewichte, kg	3,2	4,5	2,6	3,8	6,8
Futtermverbrauch, kg	7,3	13,0	6,75	9,5	29,5
Energiegehalt Futter, MJME	11,5	12,5	12,5	12,0	12,0
Energieverbrauch, MJME	83,95	162,5	84,38	114	354
Futter/Küken, kg	0,62	0,82	0,82	1,23	2,2
Energiegehalt Futter, MJME	11,0	11,0	11,0	11,0	11
Küken/Elterntier	180	185	185	90	120
Energieverbrauch/Küken	6,82	9,02	9,02	13,53	24,2
Gesamtenergieverbrauch	90,77	171,52	93,4	127,53	378,2
je kg LM	28,36	38,1	35,92	33,56	58,18
GE je kg LM	2,48	3,33	3,14	2,94	5,1

Aus den Produktionsmengen und dem Energiebedarf je kg Lebendmasse von 5,1 GE bzw. 58,18 MJME/kg Gänsefleisch und 2,48 GE bzw. 28,36 MJME/kg Entenfleisch sowie einer Schlachtausbeute von 74 % bei Gänsen und 80 % bei Enten (PINGEL, 2008; BMELV, 2008) kann näherungsweise der Futterenergiebedarf für die Gänse- und Entenhaltung berechnet werden. Der Energiebedarf für die Gänsehaltung beträgt bei diesen Annahmen ca. 170000 GJME bzw. 15000 t GE, der der Entenhaltung ca. 1,8 Mio. GJME bzw. 188000. Tonnen GE. BECKER (1988a) hat für die Gänse- und Entenhaltung keine eigenen Werte berechnet, sondern die Kennzahlen der Putenhennen von 2,96 kg FGE/kg LM übernommen. Die aktuellen Berechnungen zeigen, dass dies zu einer deutlichen Unterschätzung des Energiebedarfs der

Gänse und zu einer Überschätzung des Energiebedarfs der Enten führt. Glichen sich diese Differenzen aufgrund der näher beieinander liegenden Produktionsmengen von Gänse- und Entenfleisch Anfang der 90er Jahre nahezu aus, summiert sich die Überschätzung bei den heutigen Erzeugungsmengen auf ca. 30000 Tonnen GE.

## 6.9 Futterenergiebedarf der Geflügelhaltung

Gemäß ihrem Anteil am Geflügelfleischaufkommen konnte aus den Kennzahlen der einzelnen Produktionsverfahren eine Gesamtkennzahl für die Geflügelhaltung ermittelt werden (Tab.55) (BMELV, 2004, 2009; DESTATIS, 2009h). Im Rahmen dieser Berechnungen wurde auch ein gemeinsamer Wert für die Hühnerhaltung errechnet, der anteilmäßig die Masthühner und Legehennenhaltung berücksichtigt. Der sich hieraus ergebene Wert von 2,27 GE bzw. 25,44 MJME liegt niedriger als derjenige nach BECKER (1988), da sich der Anteil der intensiv aufgezogenen Masthühner deutlich erhöht hat. Die Gesamtkennzahl für Geflügel ist dagegen weniger stark gesunken, da hier die Anteile der Masthühner mit dem geringstem Futterenergieaufwand je kg LM zu gunsten vor allem der Truthühner zurückgegangen ist. Die Kennzahl der Truthühnerhaltung ist jedoch gestiegen, da in den bisherigen Schlüsseln nur der Wert für Hennen enthalten war. Weiterhin wurden in der neuen Gesamtkennzahl auch Enten und Gänse mit eigenen Werten berücksichtigt, die für diese extensiveren höher liegen als wenn sich nach den Werten von Mast- oder Truthühnern beurteilt würden, wie es die bisherige Berechnungsweise vorsah.

Tab.55: Berechnung und Vergleich einer Gesamtkennzahl für die Geflügelhaltung in Aggregationsverfahren

Geflügel- gattung	aktuell			BECKER (1988a)		
	Anteil, %	MJME/kg LM	GE/ kg LM	Anteil, %	MJME/kg LM	FGE/ kg LM
Hennen	6,16	52,58	0,29	12,38	55,37	1,47
Masthühner	93,84	23,66	1,98	87,62	26,03	1,18
Hühner	100	25,44	2,27	100	29,66	2,65
Hennen	3,62	52,58	0,166	10,36	55,37	1,093
Masthühner	55,32	23,66	1,145	73,54	26,03	0,71
Puten	36,89	34,98	1,129	16,1	33,18	0,895
Enten	4,01	28,36	0,099	-	-	-
Gänse	0,17	58,18	0,008	-	-	-
Geflügel	100	29,127	2,548	100	30,2	2,698

## 6.10 Pferdehaltung

Die Pferdehaltung unterscheidet sich insofern von der Haltung anderer Nutztiere, als sie nicht vorrangig die Erzeugung und Vermarktung von Tieren oder tierischen Erzeugnissen zum Ziel hat, sondern wesentlich durch das sport-, und freizeitliche Reiten motiviert ist (HARRIS, 1997). Der berechnete Energiebedarf kann somit nicht wie konzeptionell vorgesehen auf die Menge eines erzeugten Produkts bezogen werden, so dass für die Pferdehaltung im Getreideeinheitenschlüssel auch keine Kennzahlen veröffentlicht werden (BMELV, 2009). Vielmehr wurde im Rahmen der letzten Neuberechnung der Energiebedarf für die Aufzucht und Haltung eines Pferdes als absoluter Wert angegeben (BECKER, 1988a).

Die Heterogenität des Pferdebestands lässt es sinnvoll erscheinen für die Berechnungen des Energiebedarfs Kategorien zu bilden. In Anlehnung an die offiziellen Statistiken zur Pferdehaltung (DESTATIS, 2010) sowie zu anderen Empfehlungen oder Vorgaben (DÜV, 2006; JACOBS et al., 2009; PUVOGEL und EILER, 2010; NRC, 2007a) wurden drei LM-Gewichtskategorien von 300 kg, 550 kg und 750 kg gebildet.

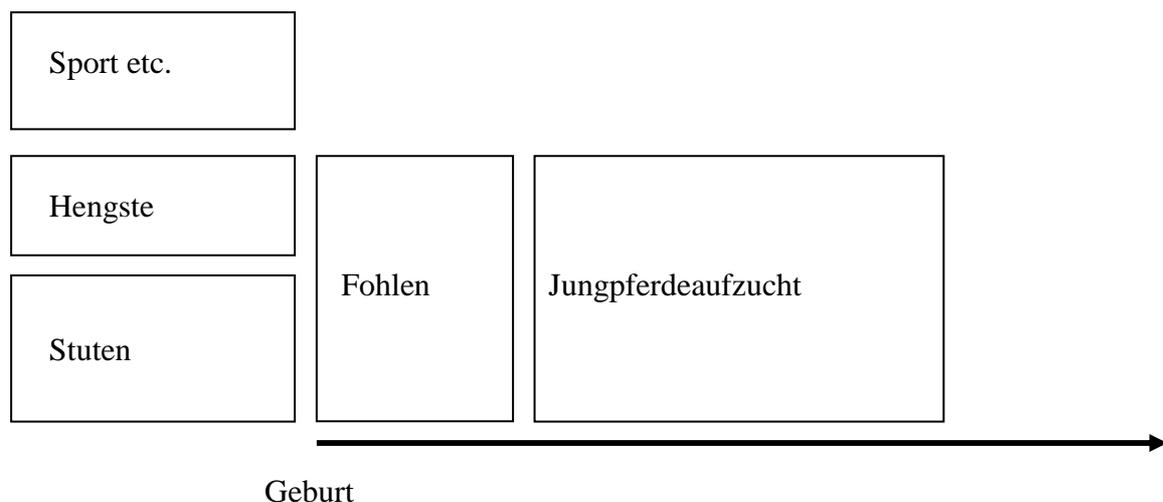


Abb.31: Produktionsverfahren in der Pferdehaltung

### Biologische Daten

Da die Pferde keine mit anderen Nutztieren vergleichbaren Leistungen erbringen, kann nur begrenzt auf zusammenfassende Leistungsauswertungen von Praxisbetrieben zurückgegriffen werden. Ein großer Teil der biologischen Leistungen ist jedoch in wissenschaftlichen Studien ausreichend beschrieben (GFE, 1994; NRC, 2007a). Die in den weiteren Berechnungen hierzu verwendeten Ansätze sind in Tabelle 56 aufgeführt.

Tab.56: Faktoren und Gleichungen zur Berechnung biologischer Leistungen von Pferde

Parameter	Wert	Quelle
Geburtsgewicht, kg	$0,45 \cdot \text{kg LM}^{0,75}$ der Stute	GÜTTE (1972)
Wachstumsverlauf	Gewicht in % des Endgewichts = $9,7 + (100 - 9,7) \cdot (1 - (e^{(-0,0772 \cdot x)}))$ ; x = Alter in Monaten	NRC (2007a)
Milchleistung, kg	1. Laktationsmonat: $0,14 \text{ kg/ LM(Stute)}^{0,75}$ , 3. Laktationsmonat: $0,17 \text{ kg/ LM(Stute)}^{0,75}$ , 5. Laktationsmonat: $0,12 \text{ kg/ LM(Stute)}^{0,75}$	GFE (1994)

Die aus diesen Vorgaben resultierenden Leistungszahlen sind in Tabelle 57 zusammengefasst.

Tab.57: Biologische Daten zur Berechnung des Futterenergiebedarfs der Pferdehaltung

Lebendmasse, kg	300	550	750
Geburtsgewicht, kg	32,4	51,1	64,5
Ø tgl. Zunahmen (g) im Monat:			
3. - 6.	492	902	1230
7. - 12.	346	528	637
13. - 18.	198	393	513
19. - 24.	131	271	390
25. - 36.	74	159	257
Milchleistung, kg	1579	2487	3139

### Bedarfszahlen

Die von der GFE (1994) herausgegebenen Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Pferde befinden sich zurzeit in der Überarbeitung. Da mit einer Veröffentlichung der neuen Empfehlungen jedoch nicht mehr im Jahr 2010 zu rechnen ist, kann nur auf die auszugswise publizierten Werte zurückgegriffen werden (KIENZLE und ZEYNER, 2010, STAUDACHER, 2010; ZEYNER et al, 2010). Mit der Empfehlung des NRC (2007a) liegt jedoch eine aktuelle Bedarfsempfehlung und mit den französischen Werten des INRA (1990) ein detailliertes Nettoenergiesystem vor auf das zurückgegriffen werden kann. Soweit möglich wurden die Empfehlungen dieser drei Institutionen miteinander verglichen und zur Berechnung des Energiebedarfs der für die hiesigen Verhältnisse jeweils plausibelste Wert übernommen (Tab.58).

Die Energiebewertung für die Pferdehaltung erfolgt derzeit auf Basis der verdaulichen Energie (DE) (GFE, 1994 GFE, 2003a; NRC, 2007a) oder Nettoenergie (NE) (INRA, 1990; MARTIN-ROSSET et al., 1994). Obwohl die verdauliche Energie als Maßstab für die Ener-

giebewertung der Futtermittel und die Empfehlungen für die Energieversorgung für Pferde als unbefriedigend angesehen wird (ZMIJA et al., 1991; GFE, 1994; MACK, 2007), ist sie bis heute der gebräuchliche Standard (ZEYNER und KIENZLE, 2002; KIRCHGEßNER, 2004; NRC, 2007a; SOMMER et al., 2008).

Um den Energiebedarf für Aggregationszwecke auf dieser Stufe zu kalkulieren sind somit weiterhin Umrechnungen der in verdaulicher Energie (GFE, 1994; NRC, 2007a) oder Nettoenergie (INRA, 1990) angegebenen Bedarfszahlen notwendig.

Die Umsetzbarkeit der im Futter enthaltenden Energie wird stark vom Futtermittel beeinflusst. Bei überwiegend Heu basierten Rationen wird meist mit einem festen Umrechnungsfaktor von 0,85 kalkuliert (SCHÜLER, 2009; MARTIN-ROSSET et al., 1994), den auch BECKER (1988a) unterstellt hat und der nach aktueller Datenlage auch für die weiteren Berechnungen verwendet wird.

Die Empfehlungen zum Erhaltungsbedarf werden sehr unterschiedlich formuliert. Dies betrifft sowohl das Energiebewertungssystem als auch die Bezugseinheit. Für die in der Bearbeitung befindliche Neufassung der GFE-Empfehlung schlagen KIENZLE und ZEYNER (2010) einen Wert von  $0,52 \text{ MJME/kgLM}^{0,75}$  vor. Bei einem ME/DE Verhältnis von 0,85 entspricht dieser Wert weitgehend dem bisherigen, liegt jedoch über der Empfehlung des INRA von  $0,35 \text{ MJNE/kgLM}^{0,75}$  bei einem Teilwirkungsgrad der umsetzbaren Energie für  $k_m = 0,785$  (MARTIN-ROSSET et al., 1994). Aufgrund der Aktualität und der guten Übereinstimmung mit den bisherigen Empfehlungen, sowie der Aggregation auf Basis der umsetzbaren Energie, wurde der Wert nach KIENZLE und ZEYNER (2010) für die weiteren Berechnungen verwendet.

Der Energiebedarf für die verschiedenen Leistungsbereiche summiert sich zu einem Gesamtenergiebedarf von ca. 46000, 70000 bzw. 89000 MJME für die Aufzucht eines Pferdes mit 300, 550 oder 750 kg Lebendmasse (Tab.59). Für die Haltung von Pferden sind bei leichter Arbeitsbelastung 17000, 27000. bzw. 34000. erforderlich. Die Ursache, dass diese Werte gegenüber früheren Berechnungen (BECKER, 1988a) deutlich höher liegen, ist vor allem auf einem niedrigeren Erhaltungsbedarf von  $0,45 \text{ MJME/kgLM}^{0,75}$ , den BECKER einheitlich für alle Leistungsbereiche unterstellt hat, zurückzuführen. Da dieser Wert auch als Ausgangspunkt für die Berechnung des Arbeitsbedarfs genutzt wurde, verstärkt sich der Effekt des niedrig angesetzten Wertes und die neuen Bedarfswerte für die Arbeitsleistung liegen somit fast doppelt so hoch wie die bisher veranschlagten.

Tab.58: Ausgangsdaten zur faktoriellen Berechnung des Energiebedarfs der Pferdehaltung

Parameter	Wert	Quelle
Erhaltungsbedarf	0,52 MJME/kgLM <sup>0,75</sup>	KIENZLE & ZEYNER (2010)
mittlere Arbeitsleistung	+ 25 % Erhaltung	NRC (2007a)
Ø Energiegehalte		
Milch	2,3 MJNE/kg	GÜTTE (1972), GFE (1994)
Konzeptionsprodukte	5,48 MJNE/kg	MEYER & AHLWEDE (1976)
maternaler Zuwachs	30 MJME/kg	GFE (1994)
Fettgehalt der LM; %	0,1388 · (% des Endgewichtes) + 1,111	GFE (1994), NRC (1978)
Proteingehalt der LM, %	0,22 · (100 - % Fett im Gesamtkörper)	GFE (1994), NRC (1978)
Teilwirkungsgrade		
k <sub>l</sub>	0,66	GÜTTE (1972)
k <sub>u</sub>	0,2	GFE (1994)
k <sub>pf</sub>	0,6	GFE (1994)

Tab.59: Berechnung und Vergleich des Futterenergiebedarfs zur Aufzucht eines Pferdes

		BECKER (1988a)		aktuell	
Lebendmasse, kg		550	300	550	750
Energiebedarf, MJME	Konzeption	2100	1416,6	2363,4	3077,4
	Milchenergie	4620	2414,9	3804,8	4801,3
	Aufzucht 1. Jahr	12986	12195,4	18289,9	23038,4
	Aufzucht 2. Jahr	17633	14466,9	21909,5	27444,7
	Aufzucht 3. Jahr	19900	15418,2	23672,6	30352,1
	Summe	57239	45912,0	70040,1	88713,9

Aus den Bestandsdaten und den errechneten Energiebedarf wurde der Futterbedarf des deutschen Pferdebestands in Futtergersteneinheiten abgeschätzt. Für die in der Aufzucht befindlichen Tiere unter drei Jahren ist der mittlere Energiebedarf des ersten bzw. des zweiten und dritten Aufzuchtjahres unterstellt worden. Der Energiebedarf für die Konzeptionsprodukte und die Milchenergie wurden den unter einem Jahr alten Aufzuchtpferden und der maternale Zuwachs den über drei Jahre alten Pferden zugeteilt.

Tab.60: Berechnung und Vergleich des Futterenergiebedarfes zur Haltung von Pferden

		BECKER (1988a)		aktuell		
Lebendmasse, kg		300	550	300	550	750
Energiebedarf, MJME	Erhaltung	11840	18570	13681,6	21556,0	27201,5
	Arbeit	1776	2785	3420,4	5389,0	6800,4
	maternaler Zuwachs	0	150	46,5	79,5	109,5
	Summe	13616	21505	17148,5	27024,5	34111,3

Der Pferdebestand in Deutschland verbraucht nach den hier unterstellten Annahmen ca. 13 Mio. MJ umsetzbare Energie oder umgerechnet mit einem Energiegehalt von 11,63 MJME/kg Gerste 1,1 Mio Getreideeinheiten (Abb.32). Das der auf diese Weise berechnete Wert mehr als doppelt so hoch liegt wie der von BECKER (1988a) berechnete Bedarf von 6544 PJ ME im Jahr 1983, ist weniger auf den größeren Pferdebestand als vielmehr auf die höheren Bedarfswerte zurückzuführen.

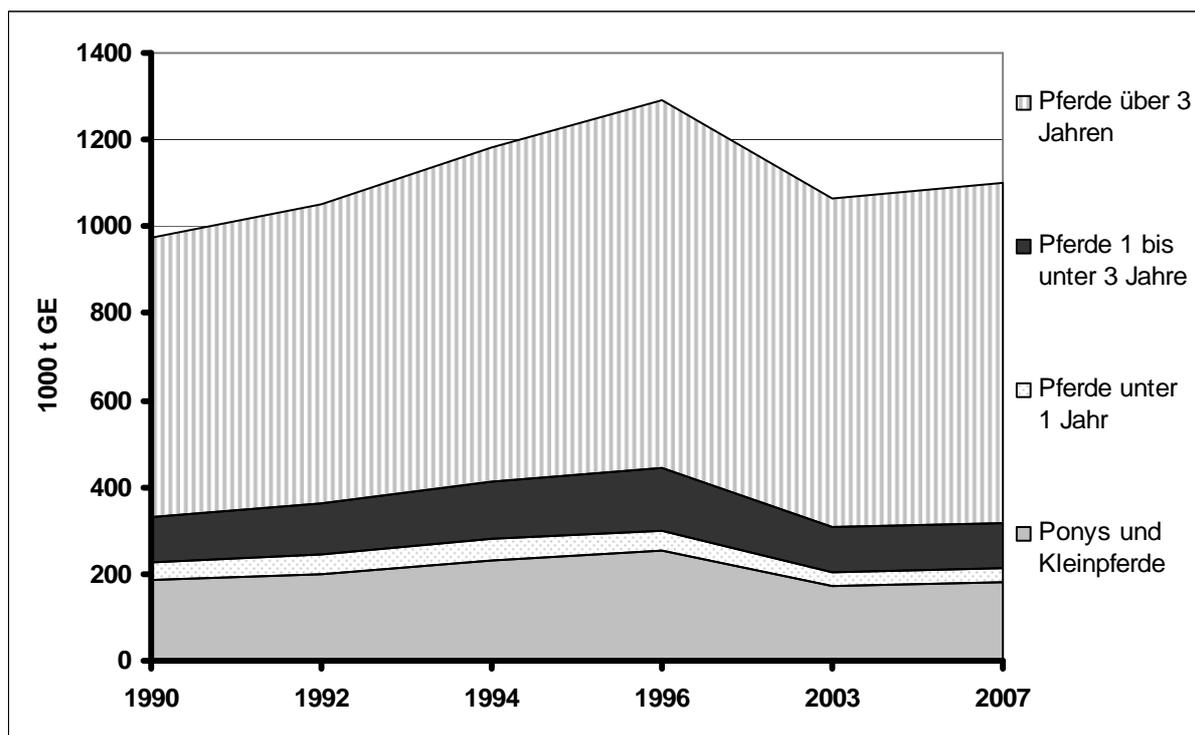


Abb.32: Entwicklung des Futterenergiebedarfes der Pferdehaltung in Deutschland

## 6.11 Schafhaltung

Das Schaf ist eines der wenigen Nutztiere von dem mit Wolle, Milch und Fleisch drei Produkte gewonnen werden. Noch deutlicher als in der Vergangenheit haben sich allerdings Fleisch als Hauptprodukt und Wolle und Milch als Nebenprodukte entwickelt (VDL, 2007; KLEMM und DIENER, 2002-2004; HENÖCKL, 2003; RIEDEL, 2009; MENDL, 2009). Der Erhal-

tungsbedarf der Schafe wird daher weiterhin ausschließlich der erzeugten Fleischmenge zugeordnet.

Die Berechnungen erstrecken sich auf die Verfahren zur Schaf–aufzucht und Schafmast und auf die Alttierhaltung (Abb.33). Sowohl die aus der großen Rassenvielfalt resultierende hohe genetische Variation als auch die durch die heterogene Struktur der Schafhaltungen hervorgerufenen vielfältigen Haltungsverfahren machen eine Differenzierung verschiedener Produktionsintensitäten notwendig, so dass neben der intensiven Lämmermast mehrere extensive Verfahren berücksichtigt wurden.

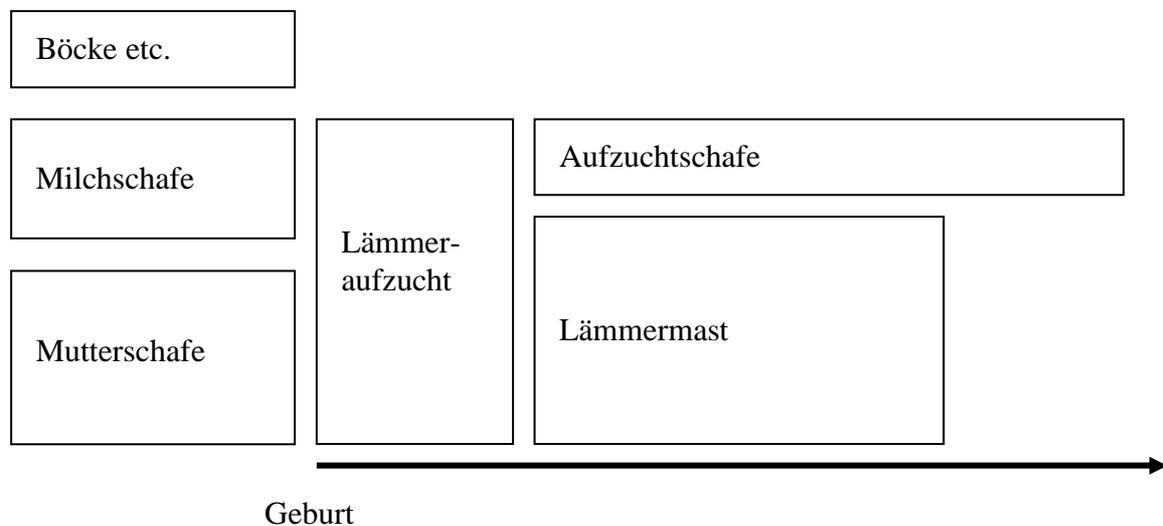


Abb.33: Produktionsverfahren der Schafhaltung

### Biologische Daten

Der VDL (2007) hat erstmals nach mehreren Jahren wieder ein Kompendium mit Fakten und Statistiken zum Stand der Schafhaltung in Deutschland herausgegeben. Da für die Schafhaltung nur wenige Beratungs- und Auswertungsdienste existieren (RIEDEL, 2009; MENDEL, 2009) stützen sich die Annahmen vor allem auf diese Quellen, auf offizielle Statistiken (DESTATIS, 2009; BMELV, 2010) und auf Fachliteratur (GAULY und MOORS, 2009; ROESICKE et al., 2007).

Das durchschnittliche Gewicht der Altschafe und die Produktivitätszahl wurden dabei aus den Rasseanteilen und den rassespezifischen Werten ermittelt (VDL, 2007). Insgesamt sind in den vergangenen 20 Jahren jedoch nur sehr geringe Änderungen der biologischen Leistungen festzustellen, die auf eine verhältnismäßig geringe züchterische Bearbeitung der überwiegend extensiv betriebenen Schafhaltung schließen lassen (Tab.61).

Tab.61: Biologische Daten zur Berechnung des Futterenergiebedarfs der Schafhaltung

Parameter	Becker (1988a)	aktuell
Ø Gewicht Altschaf, kg	75,7	75
Nutzungsdauer, Jahre	3	5
Geburtsgewicht, kg	5	5
Produktivitätszahl	1,68	1,36
Milchleistung, kg/Lamm	125	125
Wollmenge, kg/Schaf	5,5	5,5
tgl. Zunahme Aufzucht, g	131	130
tgl. Zunahme Mast, g	280	325, 400
Mastendgewicht, kg	45	43,5

Quelle: GAULY und MOORS (2009); ROESICKE et al., (2007);VDL (2007)

### Bedarfwerte

Von der GFE (1996) liegt nur eine sehr kurze Bedarfsempfehlung aus dem Jahr 1996 vor, die nach neueren Untersuchungen nicht mehr in allen Bereichen den aktuellen Praxisverhältnissen entspricht (BELLOF, 2003; BELLOF et al., 2003a; BELLOF et al., 2003b; BELLOF et al., 2003c; BELLOF und PALLAUF, 2004). Vergleichbare Institutionen anderen Ländern, in denen der Schafhaltung eine größere Bedeutung zukommt, haben allerdings umfangreiche Versorgungsempfehlungen neueren und älteren Datums erarbeitet (NRC, 2007b; ARFC, 1995; CSIRO, 1990; INRA, 1989), die von CANNAS (2004) vergleichend gegenübergestellt und ergänzt (CANNAS et al., 2004) wurden. Aus dem Vergleich dieser Empfehlungen wurde jeweils der für die hiesigen Gegebenheiten am plausibelsten erscheinende Wert für die Berechnung des Futterenergiebedarfs übernommen (Tab.62).

Tab.62: Ausgangsdaten zur faktoriellen Berechnung des Energiebedarfs der Schafhaltung

Parameter	Wert	Quelle
Erhaltungsbedarf,		
Altschafe, MJME/kgLM <sup>0,75</sup>	0,43	GFE (1996)
Lämmer, MJME/kgLM <sup>0,75</sup>	0,52	BELLOF und PALLAUF (2004)
Energiegehalte		
Konzeptionsprodukte, MJ NE/kg	6	ARFC (1995), CSIRO (1990), INRA (1989)
Milch, MJ NE/kg	4,8	NRC (2007b), GFE (1996)
Zuwachs, MJNE/kg	7,5 – 11,5	GFE (1996)
Wolle, MJNE/kg	13,3	KIRCHGEßNER (2004)
Teilwirkungsgrade		
k <sub>l</sub>	0,6	GFE (1996)
k <sub>w</sub>	0,6	Analogieschlüsse
k <sub>u</sub>	0,15	NRC (2007b), ARFC (1995), CSIRO (1990), INRA (1989)
k <sub>p</sub>	0,3	BELLOF und PALLAUF (2004)
k <sub>f</sub>	0,71	BELLOF und PALLAUF (2004)
k <sub>pf</sub>	0,4	GFE (1996)

## Ergebnisse

Tab.63: Berechnung und Vergleich des Futterenergiebedarfs der Lämmermast

	Becker (1988a)		aktuell		
Aufzuchtphase, kg	5 - 40		5 - 43,5		
täg. Zunahmen, g	280	200	250	325	400
Aufzuchtstage	125	192	154	118	96
Konzeptionsprodukte, MJME	320		200		
Milchenergieverlust	500		640		282
Erhaltung, MJME	548	870	666	500	508
Leistung; MJME	700	798	830	871	764
Gesamt, MJME	2066	2508	2336	2211	1754
Gesamt, je kg LM MJME	52	57,7	53,7	50,8	40,3

Die erhöhte Kennzahl für die Lebendmasseerzeugung (Tab.64) ist ausschließlich auf die in den vergangenen Jahren kontinuierlich zurück gegangene Fruchtbarkeitsleistung des deutschen Schafbestandes, der nur noch einen Reproduktionsindex von 1,4 aufweist, zurückzuführen

ren (VDL, 2007). Legt man den gleichen Fruchtbarkeitsindex wie BECKER (1988a) zugrunde ergibt sich mit 8,4 GE/ kg LM ein unveränderter Wert. Hierbei ist jedoch zu berücksichtigen, dass für Jung- und Alttiere mit einem einheitlichen Erhaltungsbedarf von 0,43 MJME/kg LM<sup>0,75</sup> kalkuliert wurde, während in den alten Berechnungen für die Altschafe ein reduzierter Wert von 0,4 MJME/kg LM<sup>0,75</sup> eingesetzt wurden. Unter Zugrundelegung der identischen Werte könnte die Kennzahl für die Lebendmasse Schaf um 0,35 GE / kg LM gesenkt werden.

Tab.64: Kennzahlen der Schafhaltung in Getreideeinheitenschlüsseln

Zeitpunkt	aktuell	BECKER (1988a)	PADBERG (1970)
	Futtergersten- einheiten	Futtergersten- einheiten	Getreideeinheiten
LM Schaf	9,1	8,4	4,8
Schafmilch	0,7	0,7	0,8
Schmutzwolle	1,9	1,9	40

eigene Berechnungen, BECKER (1988a), PADBERG (1970)

Der geringe Einfluss anderer Faktoren ist darauf zurückzuführen, dass die Empfehlung zur Energieversorgung der Schafe der GFE (1996) auf überwiegend ältere Literatur aus den 80er Jahren zurückgreift. Neuere Forschungsergebnisse zum Energieansatz und zur Energieverwertung liegen im deutschsprachigen Raum vor allem aus Weihenstephan vor (BELLOF, 2003; BELLOF et al., 2003a; BELLOF et al., 2003b; BELLOF et al., 2003c; BELLOF und PALLAUF, 2004). Aus Fütterungsversuchen und den Ergebnissen vergleichender Schlachttechnik konnten die Autoren zum einen Unterschätzungen des Energiebedarfs für niedrige Energieaufnahmen und Überschätzungen für hohe tägliche Energieaufnahmen gegenüber den GFE-Empfehlungen (1996) sowie auffallende Parallelen zu den Empfehlungen des ARFC (1993) feststellen. Die Überschätzungen werden auf einen geminderten Fettansatz intensiv aufgezogener Lämmer in der Endmast zurückgeführt (BELLOF und PALLAUF, 2004). Da nach den Vorgaben der GFE (1996) der Energiebedarf aber erst ab einer täglichen Energieaufnahme von 13-14 MJME überschätzt wird, der beispielsweise einem Zunahmestadium von über 300g entspricht, und sich die Untersuchungen ausschließlich auf Merinoschafe beziehen, wirken sich mögliche Einsparungen nicht auf die Kennzahl aus, denn diese Bedingungen bestehen oft nur in professionellen Schafhaltungen, die nicht den Hauptanteil des Schafbestandes stellen (BELLOF und PALLAUF, 2004; VDL, 2007).

## 6.12 Ziegenhaltung

Obwohl die Ziege zu den ersten domestizierten Haustieren gehört und weltweit aufgrund ihrer enormen Anpassungsfähigkeit und Gentügsamkeit sehr weit verbreitet ist und einen bedeutenden Beitrag für die Ernährung liefert, ist der Stellenwert der Ziegenhaltung in Deutschland heute gering (GFE, 2003; DESTATIS, 2009; SPÄTH und THUME, 2005; SCHULT und WAHL, 2004). Trotz stetig steigender Schlachtzahlen in den vergangenen Jahren liegt das Fleischaufkommen aus der Ziegenhaltung mit knapp unter 500 Tonnen/Jahr deutlich unter dem der Schaf- und sogar der Pferdehaltung. Als Produktionsschwerpunkt erweist sich immer mehr die Milcherzeugung. Der Erhaltungsbedarf der Ziegenhaltung ist daher auf die verschiedenen Produktionsverfahren (Abb.34) zu verteilen. Wie schon bei den Milchkühen wurde daher der Erhaltungsbedarf der Ziegen während der reproduktiven Phase der Milcherzeugung und nur der Bedarf während der Aufzucht und Mast der Fleischerzeugung angelastet.

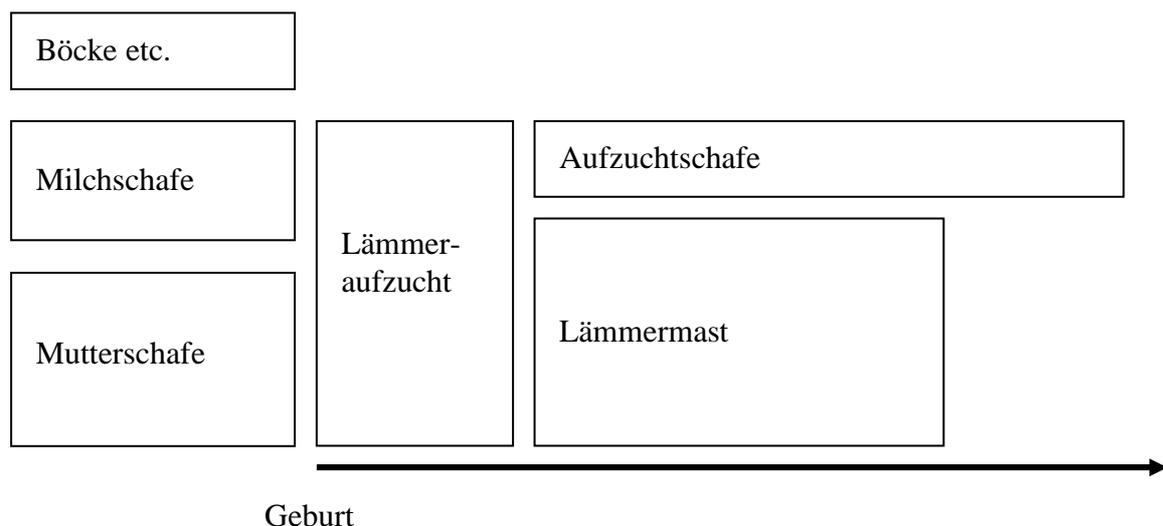


Abb.34: Produktionsverfahren der Ziegenhaltung

### Biologische Daten

Die gesetzlichen Vorgaben zur Düngeverordnung sehen für die Ziegenhaltung ein Verfahren mit 800 kg Milchleistung und 1,5 aufgezogenen Lämmern mit 16 kg Zuwachs vor. Aktuelle Auswertungen und Literaturdaten deuten jedoch auf ein geringfügig höheres Leistungsniveau hin (ACKERMANN et al., 1993; SPÄTH und THUME, 2005; ROESICKE et al., 2007; RUDOVSKY, 2008; DÖRING et al., 2008). Für die weiteren Berechnungen wurde daher ein Verfahren mit 1000 kg Milchleistung, 1,7 aufgezogenen Lämmern und 15 kg Zuwachs unterstellt (Tab.65).

Tab.65: Biologische Daten zur Berechnung des Futterenergiebedarfs der Ziegenhaltung

Parameter	aktuell	Quelle
Ø Gewicht Ziege, kg	65	ROESICKE et al. (2007)
Nutzungsdauer, Jahre	5	SPÄTH und THUME, 2005
Geburtsgewicht, kg	3,5	RUDOVSKY (2008)
Ablammergebnis, St./Ziege	2	SPÄTH und THUME (2005)
Aufzuchtergebnis, %	85	SPÄTH und THUME (2005)
Geschlechtsverhältnis, ♂/♀	60/40	ACKERMANN et al. (1993)
Milchleistung, kg/Laktation	1000	DÖRING et al. (2008)
tgl. Zunahme Aufzucht, g	150	ROESICKE et al. (2007)
tgl. Zunahme Mast, g	200; 300	ROESICKE et al. (2007)
Mastendgewicht, kg	18,5 ; 38,5; 43,5	ROESICKE et al. (2007)

### Bedarfszahlen

Aufgrund der international deutlich höher einzuschätzenden Bedeutung der Ziegenhaltung liegen für den Energie- und Nährstoffbedarf der Ziege zahlreiche wissenschaftliche Studien vor. Die GFE (2003b) und des NRC (2007b) werteten diese Publikationen aus und fassten sie in Versorgungsempfehlungen für Ziegen zusammen. Die folgenden Berechnungen zu Energiebedarf stützen sich daher weitgehend auf diesen Empfehlungen (Tab.66), wobei zu berücksichtigen ist, dass sich die Ausführungen des NRC (2007b) im Wesentlichen auf die Ergebnisse der Arbeitsgruppen von Cannas und Sahlu stützen (CANNAS et al., 2004; SAHLU et al., 2004; LUO et al., 2004a, 2004b; NSAH LAI et al., 2004).

In der Mast ist ein deutlicher Geschlechtsdimorphismus festzustellen, der sich vor allem in der Zusammensetzung des Zuwachses ausdrückt und getrennt geschlechtliche Berechnungen notwendig macht. Die Leerkörpermasse (LKM), auf die der Fettgehalt des Zuwachses bezogen wird, beträgt bei überwiegend milchernährten Lämmern 90 % der Lebendmasse und sinkt mit zunehmender Aufnahme faserreicher Nahrung bis auf 82 % ab. Im Mittel kann für wiederkäuende Lämmer mit einem Wert von 85 % gerechnet werden. Auch die Effizienz der Verwertung der umsetzbaren Energie für den Ansatz sinkt mit dem Übergang zur Wiederkautätigkeit von 50 auf 40 % ab (GFE, 2003).

### Ergebnisse

Die mit den getroffenen Vorgaben berechneten Ergebnisse zeigen, dass die Erhöhung des Schlachtgewichts von 18,5 kg auf 38,5 kg den relativen Energieverbrauch je Kilogramm Lebendmasse mehr als verdoppelt (Tab.67). Für das Aufzucht-lamm mit nur 5 kg höherer Lebendmasse verdreifacht sich dieser Wert sogar. Zurück zu führen ist diese Entwicklung auf

den höheren Anteil des Erhaltungsbedarfs bei sinkendem Wachstumsniveau und dem mit zunehmendem Alter steigenden Fettanteil im Leerkörper, sowie dem um 10 % niedrigeren Teilwirkungsgrad.

Tab.66: Ausgangsdaten zur faktoriellen Berechnung des Energiebedarfs der Ziegenhaltung

Parameter	Wert	Quelle
Erhaltungsbedarf, MJME/kgLM <sup>0,75</sup>	0,45	GFE (2003b), NRC (2007b)
Energiegehalte		
Konzeptionsprodukte, MJ NE	21,4	VOICU et al. (1993)
Milch, MJ NE/kg	3,05	NASHLAI et al. (2004)
Fettgehalt (g/kg) in der LKM männlicher Tiere	6,27 (g/kg <sup>2</sup> ) * LKM (kg) + 0,4 (g/kg)	GFE (2003b)
Fettgehalt (g/kg) in der LKM weibliche Tiere	7,59 (g/kg <sup>2</sup> ) * LKM (kg) + 4,4 (g/kg)	GFE (2003b)
Proteingehalt (g/kg) im Zuwachs, ♂	192	GFE (2003b)
Proteingehalt (g/kg) im Zuwachs, ♀	166	GFE (2003b)
Teilwirkungsgrade		
k <sub>l</sub>	0,6	SAHLU et al. (2004)
k <sub>u</sub>	0,3	VOICU et al. (1993)
k <sub>pf</sub> (Milchlämmer)	0,5	GFE (2003b)
k <sub>pf</sub> (Mastlämmer)	0,4	GFE (2003b)

Tab.67: Berechnung und Vergleich des Futterenergiebedarfs der Ziegenlämmermast

Parameter	Becker (1988a)		aktuell			
		♂	♀	♂	♀	♀
Geburtsgewicht, kg	5	3,5		3,5		3,5
Endgewicht, kg	40	18,5		38,5		43,5
tgl. Zunahmen, g	280	300		200		150
Aufzuchtstage	125	50		175		270
Konzeptionsprodukte, MJME	320			36		
Erhaltung, MJME	548	134,1	134,1	729,3	729,3	1357,8
Fettansatz, MJME	700	137,74	170,96	686,4	842,7	1030,8
Proteinansatz, MJME		123,79	107,03	345,2	298,5	333,7
Gesamt, MJME	2066	431,29	447,75	1796,6	1906,1	2758
Gesamt, je kg LM, MJME	52	23,25	24,14	45,8	48,6	63,6

Der Gesamtenergiebedarf der Ziegenfleischerzeugung wurde aus dem Erhaltungsbedarf der Altziege und dem Energiebedarf der Nachzucht berechnet (Tab.68). Bei einer fünfjährigen Nutzungsdauer und zwei Lämmern je Jahr und Ziege sowie einer Aufzuchtleistung von 85 % umfasst diese Produktionseinheit 5,1 Bock- und 2,4 Mutterlämmer zur Mast bis 18,5 kg und ein Aufzucht-lamm zur Remontierung. Dem Energieaufwand 6698,40 MJME steht eine Lebendmasse von 203,75 kg gegenüber, so dass sich ein relativer Wert von 33 MJME/kg LM und eine Kennzahl von 2,91 Getreideeinheiten je Kilogramm Lebendmasse Ziege berechnen lässt. Würde der Erhaltungsbedarf der Altziege, der für die Reproduktionszeit der Milch angerechnet wird, der Fleischerzeugung zugeordnet, läge der Energiebedarf mit 124 MJME/kg LM und die Kennzahl mit 11 FG/kg LM um ein Vielfaches höher. Unter diesen Voraussetzungen ergibt sich auch für das gesamte Produktionssystem mit schweren Mastlämmern eine niedrigere Kennzahl von 9 GE/kg LM, da sich der hohe Erhaltungsenergieaufwand des Muttertieres auf eine 1,5-fach höhere Lebendmasse aufteilt.

Tab.68: Berechnung des Futterenergiebedarfs einer „Produktionseinheit Ziegenhaltung

Parameter	Mastlämmer	Milchlämmer
Nutzungsdauer, Jahre	5	5
Geborene Lämmer, St.	10	10
Aufgezogene Lämmer, St.	8,5	8,5
LM-Erzeugung, kg	353,75	203,75
Energiebedarf, MJME	17161,34	6698,40
Energiebedarf MJME/kg LM	48,51	32,88
GE kg/kg	4,29	2,91

Für die Ziegenmilch (Tab. 69) errechnet sich eine Kennzahl von 0,78 GE, die auf vergleichbarem Niveau mit der Kuhmilch liegt.

Tab.69: Futterenergiebedarf und Aggregationskennzahlen für Ziegenmilch

Parameter	Gesamt	pro kg Milch
Erhaltungsbedarf, MJME	3760,02	3,760
Leistungsbedarf, MJME	5079,17	5,079
Summe, MJME	8839,19	8,839
GE	782,229	0,782

## Vergleich/Kommentar

Der unterschiedliche Nutzungsschwerpunkt, der in der Schafhaltung auf der Fleisch- und in der Ziegenhaltung auf der Milcherzeugung liegt, führt dazu, dass der Energiebedarf für die Ziegenfleischerzeugung deutlich überschätzt wird, wenn, wie bei BECKER (1988a), die Kennzahlen der Schafhaltung übernommen werden (Abb.35).

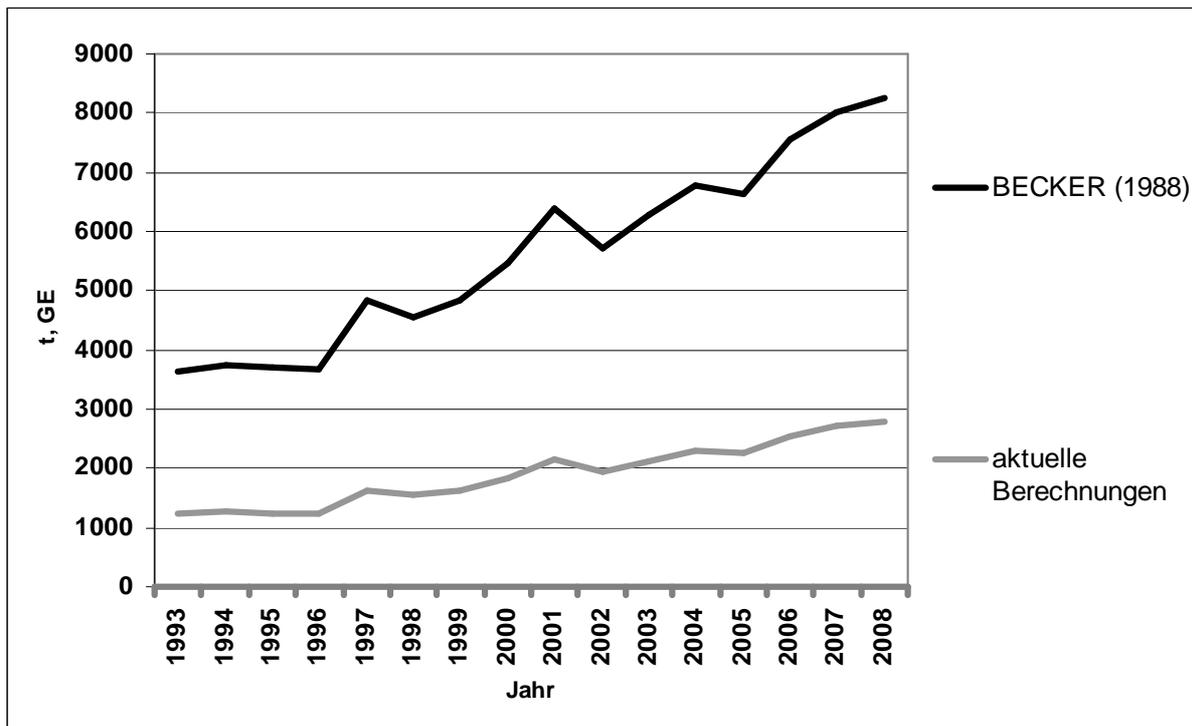


Abb.35: Vergleich der Entwicklung des nach verschiedenen Aggregationsschlüsseln berechneten Futtermittelbedarfs der Ziegenhaltung in Deutschland

## 6.13 Kaninchenhaltung

Unter dem Aspekt der Motivation und der Intensität der Haltung, lässt sich die deutsche Kaninchenhaltung in die Bereiche der hobbymäßigen Rassekaninchenzucht, der traditionellen Hauskaninchenhaltung und der intensiven Kaninchenmast unterteilen (SCHLOLAUT, 2003; SEELAND, 2005). Während die Rassekaninchenzucht und große Teile der Hauskaninchenhaltung als kreativer Ausgleich und zur persönlichen Entfaltung betrieben werden und Schlachtkörper nur als Nebenprodukt anfallen, hat sich die gewinnorientierte Kaninchenhaltung zu einem sehr intensiven Zweig der Nutztierhaltung entwickelt (SEELAND, 2005). Nach SCHLOLAUT (2003), KRIEG (2009) und SEELAND (2005) stammt das in Deutschland konsumierte Kaninchenfleisch zu 21 % aus Importen, zu jeweils 15 % aus Rassekaninchenzucht und intensiver Kaninchenhaltung und zu 49 % von sonstigen Kaninchenhaltern. Für die

drei Haltungssysteme wurden jeweils Berechnungen für die Produktionsverfahren „Häsinnen“, „Kaninchenaufzucht“ und „Kaninchenmast“ durchgeführt (Abb.36).

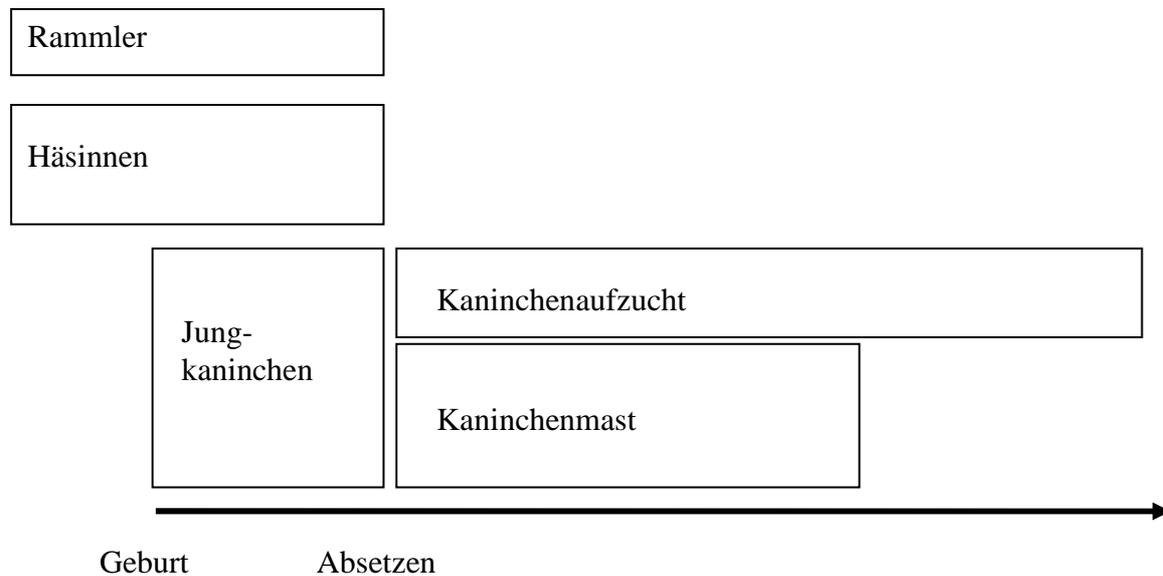


Abb.36: Produktionsverfahren der Kaninchenhaltung

### Biologische Daten

Da kaum organisierte Beratungs- und Auswertungsdienste für die Kaninchenhaltung existieren, ist die Datengrundlage über das in der Praxis erzielte Leistungsniveau der Kaninchenzucht sehr gering (SCHONEBECK, 2009; HOY, 2009, KRIEG, 2009). Einen aktuellen Einblick in das Leistungsgeschehen der Kaninchenhaltung geben Versuche der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft (GOLZE et al., 2008) und die Erhebung von TETENS (2007). Die Ergebnisse dieser Studien decken sich weitgehend mit den Annahmen und Schätzungen in der Fachliteratur (LÖHLE, 2003; PAUFLER, 1984) und wurden daher für die folgenden Berechnungen weitgehend übernommen (Tab.70). Lediglich das Absetzgewicht wird mit 0,6 kg in der Fachliteratur meist geringer eingeschätzt (SCHLOLAUT, 2003; DÜV, 2006; JACOBS et al., 2009; PUVOGEL und EILER, 2010).

### Bedarfwerte

In Deutschland, aber auch international existieren nur wenige Bedarfsempfehlungen für die Energieversorgung von Kaninchen, die zudem selten aus eigenen Versuchen, sondern häufig aus Literaturangaben abgeleitet wurden (SCHLOLAUT, 2003; NRC, 1977) (Tab.71). Die Versorgungsformulierung erfolgt zudem auf Basis der verdaulichen Energie und muss somit für Aggregationszwecke auf umsetzbare Energie umgerechnet werden. SCHLOLAUT (1984) hat zu diesem Zweck einen konstanten Faktor von 0,82 vorgeschlagen. Die Bedarfsrechnungen sind aus den genannten Gründen und der intensiven züchterischen Bearbeitung im Rahmen der Hybridzüchtung mit großen Unsicherheiten behaftet.

Tab.70: Biologische Daten zur Berechnung des Futterenergiebedarfs der Kaninchenhaltung

Parameter	intensive Kanin- chenmast	Wirtschafts- mast	Rassekaninchen- haltung
Verhältnis Rammler/Häsin, 1:	20	30	20
Lebensdauer der Häsin, Jahre	1,5	3	3
Lebensdauer Rammler, Jahre	3	3	3
Gewicht Häsin, kg	4,75	4,5	3,5
Gewicht Rammler, kg	5,5	5	4
Würfe / Häsin / Jahr	7,5	4	3
geborenen Junge / Wurf	9,5	9,5	9,5
Verluste in der Säugeperiode, %	15,80	15,8	15,8
abgesetzte Jungkaninchen	8	8	8
Würfe / Häsin	11,25	12	9
Jungkaninchen/Häsin	90	96	72
Milchleistung, kg/Laktation	6,5	4	4
Absetzgewicht, kg	0,8	0,8	0,65
Schlachtgewicht, kg	3	2,8	2,25
Selektionsquote, %			70

Quelle: DÜV (2006); GOLZE et al. (2008); GROÙE (2006); JACOBS et al. (2009); LÖHLE (2003) SCHLO-LAUT (2003); TETENS (2007); PAUFLER (1984); PUVOGEL und EILER (2010); ZDK (2004)

Tab.71: Ausgangsdaten zur faktoriellen Berechnung des Energiebedarfs der Kaninchen

Parameter	Wert	Quelle
Faktor ME/DE	0,82	SCHLOLAUT (1984)
Erhaltungsbedarf	0,45 MJME/kgLM <sup>0,75</sup>	FEKETE & WIESEMÜLLER (1993)
Wachstum, kJ DE	1,8 · Alter(Wo.) + 3,2	FEKETE & WIESEMÜLLER (1993)
Energiegehalte		
Konzeptionsprodukte	4,95 MJ NE	XICCATO et al. (1999)
Milch	9,17 MJ NE	FEKETE & WIESEMÜLLER (1993)
Teilwirkungsgrade		
k <sub>u</sub>	0,2	Analogieschlüsse
k <sub>l</sub>	0,65	PARTRIGE et al. (1989)

## Ergebnis

Der gesamte Futterenergiebedarf der Kaninchenfleischerzeugung wurde berechnet, indem der Energiebedarf der Muttertiere und aller Nachkommen summiert und anschließend durch die entsprechende Lebendmasse dieser Produktionseinheit dividiert wurde. Der Futterenergiebe-

darf der extensiveren Formen der Kaninchenhaltung beträgt mit ca. 60 MJME/kg LM das Doppelte der intensiven Kaninchenmast (Tab.72). Verursacht wird dieser deutlich höhere Bedarf vor allem durch die längere Mastdauer und nur im geringen Umfang durch die niedrigere Reproduktionsrate. Legt man die oben genannten Anteile der verschiedenen Intensitätsstufen zugrunde ergibt sich ein gewichteter Wert von 54,7 MJME/kg LM bzw. umgerechnet mit dem Energieliefervermögen der Gerste von 12,3 MJME eine Kennzahl von 4,45 GE/kg LM. Für die Schlachtmenge von 33000. Tonnen (FAOSTAT, 2008) und einem Ausbeutesatz von 54 % beläuft sich der Futterbedarf somit auf ca. 264000 Tonnen Futtergerste/Jahr.

Tab.72: Futterenergiebedarf und Aggregationskennzahlen der Kaninchenhaltung

	Intensive Kaninchenhaltung			Wirtschaftsmast			Rassekaninchenhaltung		
	Anzahl	MJME	LM, kg	Anzahl	MJME	LM, kg	Anzahl	MJME	LM, kg
Häsin	1	1982,9	4,75	1	2369,1	4,5	1	1900,4	3,5
Rammler	0,05	88,7	0,28	0,03	55,0	0,17	0,05	69,8	0,2
Aufzuchttiere	1	129,9		1	141,7		21,6	4864,5	72,1
Masttiere	89	5752,3	267	95	13785,5	285	50,4	4654,6	113,4
Summe	91,05	7953,7	272	97,03	16351,3	289,6	73,05	11489,3	189,2
je kg LM		29,24			60,42			60,73	
GE-Einheit		2,41			4,91			4,94	

## 7. Aggregation regenerativer Energieträger

LINKE et al. (2006) stellen in einer Landkarte der erneuerbaren Energien über 30 verschiedene Verwertungspfade für die energetische Nutzung von Biomasse vor. Viele hiervon befinden sich in der Erforschung und Weiterentwicklung, so dass eine Vielzahl von Marktbeobachtern von drei bzw. vier etablierten Nutzungsmöglichkeiten ausgehen, für die nennenswerte Mengen Biomasse verarbeitet werden (WILLKE und VORLOP, 2008; BMU, 2009) (Abb.37). Hierzu zählen das Pressen und Extrahieren ölhaltiger Früchte mit anschließender Umesterung zu Biodiesel oder direkter Nutzung des aufbereiteten Öls, die Fermentation stärkehaltiger Früchte zu Bioethanol, die Vergärung verschiedenartigster Biomasse zur Methangewinnung in Biogasanlagen sowie die direkte thermischen Nutzung in Feststoffbrennkesseln. Da die Verbrennung von halmgutartiger Biomasse oder Futtermitteln bisher noch keinen nennenswerten Stellenwert erlangt hat, sollen im Folgenden besonders die drei erstgenannten Verwertungsformen angesprochen werden.

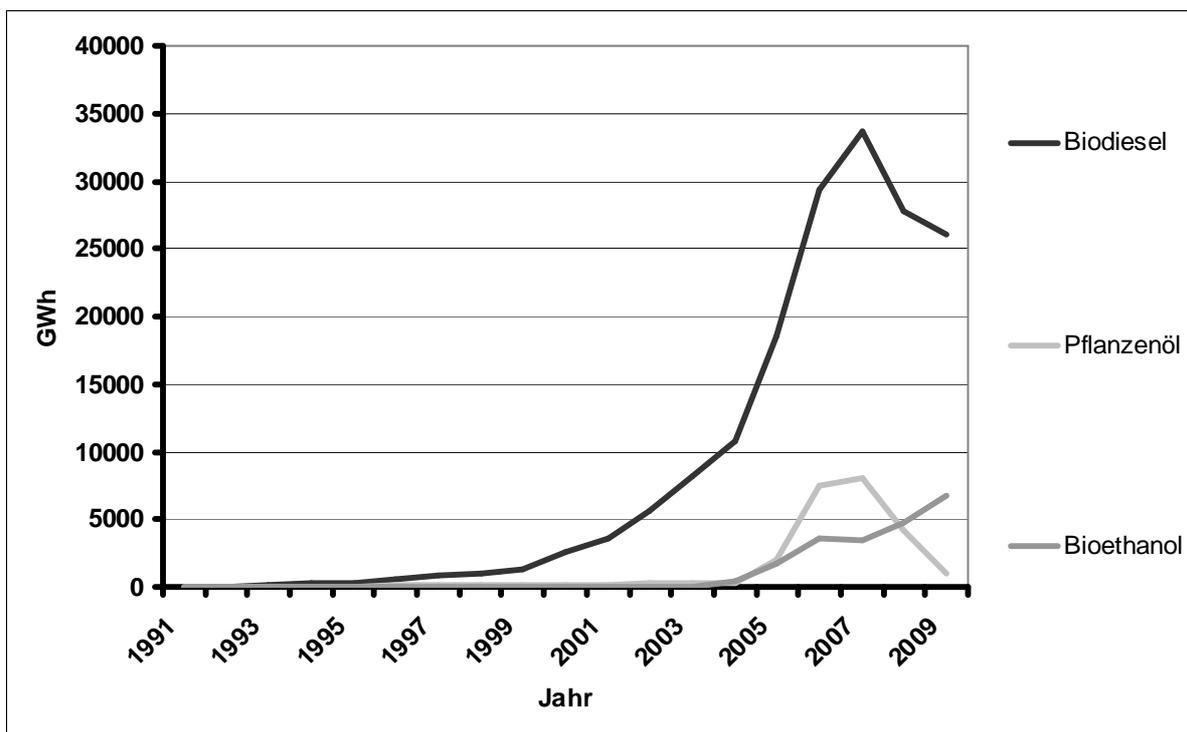


Abb.37: Entwicklung der Biokraftstoffproduktion in Deutschland

Quelle: eigene darstellung nach BMU (2009)

Ausgehend von der Systematik des verwendeten Aggregationsverfahrens ist erneuerbare Energie ähnlich zu behandeln wie die tierischen Erzeugnisse. Die eigentlichen Produkte sind also durch die zur Erzeugung eingesetzten Rohstoffmengen zu substituieren (WOERMANN, 1943; BECKER, 1988a). Da diese Rohstoffmengen nicht quantitativ, sondern qualitativ nach

ihrem Energieliefervermögen als Futtermittel erfasst werden sollen, setzt dieses Vorgehen voraus, dass die verwendeten Rohstoffe verfüttert werden können. Die Biokraftstoffe unterscheiden sich deutlich von der Biogaserzeugung, da für ihre Erzeugung nur wenige Rohstoffe genutzt werden, während für die Methanproduktion ein sehr viel weiteres Spektrum verschiedenster Biomasseträger eingesetzt werden kann, die sowohl Futtermittel als auch Rest- und Abfallstoffe darstellen. Für die Biokraftstoffe erscheint die Anwendung des von tierischen Erzeugnissen bekannten Substitutionsverfahrens leichter als für die zur Biogaserzeugung genutzten Rohstoffe möglich. Zu berücksichtigen ist weiterhin, dass die Energieerzeugung Brutto- und Nettokennzahlen ausweisen kann, die jeweils mit oder ohne Rest- bzw. Abfallstoffe der tierischen Erzeugung (Exkrement, Schlachtabfälle), der Biokraftstoffproduktion (Futtermittel) oder Biogaserzeugung (Gärreste) kalkulierbar sind. Für die erneuerbaren Energieträger besteht weiterhin im Gegensatz zu den tierischen Erzeugnissen kein Energiebedarf im physiologischen Sinne, so dass Substitutionsstufen, die in der tierischen Erzeugung unberücksichtigt bleiben, zur Erfassung der Verbrauchsmengen einbezogen werden müssen. Für die Rohstoffe, die auch als Futtermittel eingesetzt werden könnten, kann dies relativ einfach durch Multiplikation der notwendigen Mengen mit dem Energiegehalt, den sie als Futtermittel enthalten hätte, erfolgen. Für Substrate, die nicht als Futtermittel geeignet sind und für die bisher keine Kennzahlen existieren, wozu im Wesentlichen die Abfallstoffe der tierischen Erzeugung zählen, werden Zusatzkennzahlen aus der Differenz der Brutto- und der umsetzbaren Energie der eingesetzten Futtermittel berechnet.

## 7.1 Biodiesel / Pflanzenöl

Biodiesel ist ein Produkt der Umesterung pflanzlicher Öle mit Methanol unter Anwesenheit eines alkalischen Katalysators wie Kalium- (KOH) oder Natriumhydroxid (NaOH) zu Pflanzenölmethylether (PME) (KALTSCHMITT und HARTMANN, 2001). Als Rohstoffe finden daher Pflanzen mit einem hohen Ölgehalt Verwendung. In Europa und insbesondere in Deutschland dient nahezu ausschließlich Raps als Ausgangsprodukt zur Biodieselherstellung (MEYER et al., 2007; SCHMITZ, 2007, BOCKEY, 2006). Das Öl aus den Rohkomponenten wird durch Pressen, Extraktion bzw. kombinierte Verfahren aus Vorpressung und Extraktion gewonnen. Die Ölausbeute und somit auch der Wert der Koppelprodukte unterscheiden sich hierbei deutlich (KALTSCHMITT und HARTMANN, 2001; REMMELE, 2007). Die verschiedenen Verfahren lassen sich aufgrund des Investitionsbedarfs und der laufenden Betriebskosten relativ gut einzelnen Anlagentypen zuordnen (Tab.73). So werden Extraktionsverfahren mit anschließender chemischer oder physikalischer Raffination hauptsächlich in indus-

triellen Großanlagen genutzt (REMMELE, 2007; SCHÖPPE, 2006), während dezentrale Ölmühlen überwiegend Ölpresen betreiben und das kaltgepresste Öl in einem weiteren Schritt reinigen (UHL et al. 2008; STOTZ und REMMELE, 2005).

Tab.73: Ölausbeute verschiedener Anlagentypen zur Pflanzenölgewinnung und Anteile verschiedener Anlagentypen an der Rohstoffverarbeitung

Anlagentyp	Ölausbeute, %	Anteil an der Rohstoffverarbeitung, %
großindustrielle Extraktionsanlagen	41	82
industrielle Expelleranlagen	36	11
dezentrale Ölmühlen	34	7

Quelle: REMMELE (2007), UHL et al. (2008), STOTZ und REMMELE (2005), BRENNDÖRFER (1999)

Die Stoff und Energieströme, die sich für die Extraktion und Ölpresung ergeben, sind in Abb.38 und 39 dargestellt. Wird Biodiesel aus gepresstem Öl gewonnen, sind demnach 2,83 kg Raps je kg Biodiesel notwendig, bei Extraktion jedoch nur 2,42 kg. Im gewichteten Mittel nach den Anteilen in Tab.73 ergibt sich ein Rapsbedarf von 2,5 kg je kg Öl, der sehr gut mit Literaturangaben übereinstimmt und in die weiteren Berechnungen eingeflossen ist.

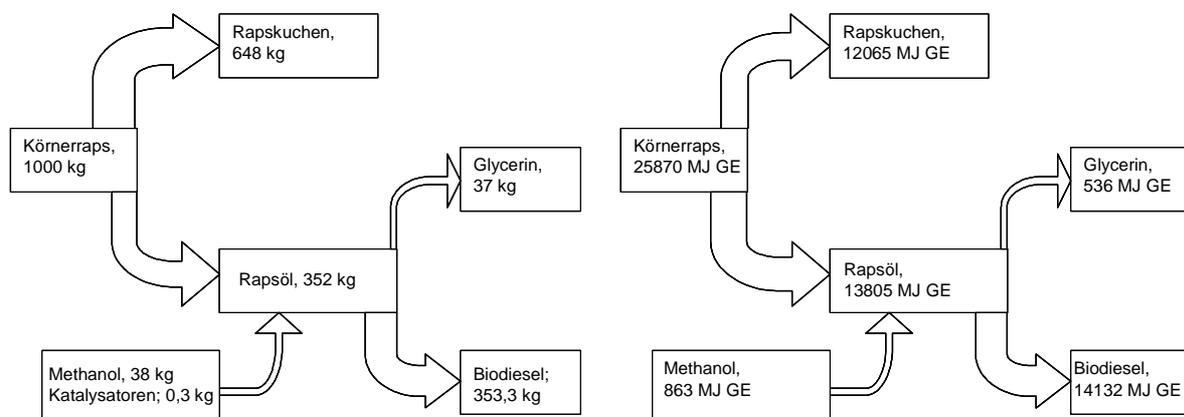


Abb.38: Stoff- und Energieflüsse der Pflanzenöl- und Biodieselgewinnung aus Raps durch Pressverfahren

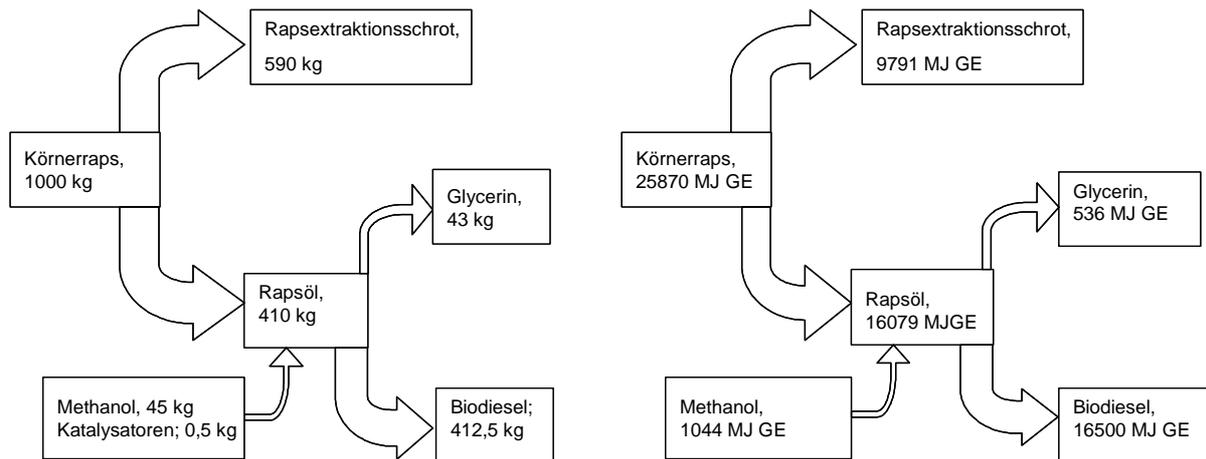


Abb.39: Stoff- und Energieflüsse der Pflanzenöl und Biodieselgewinnung aus Raps durch Extraktionsverfahren

Nach dem derzeit verwendeten Getreideeinheitenschlüssel hat Körnerraps einen Wert von 2,46 FGE (BMELV, 2009), so dass sich eine Kennzahl von 6,15 FGE je kg Biodiesel errechnet, die das Austauschverhältnis zwischen tierischen Produkten und erneuerbaren Energieträgern wiedergibt. Der hohe Wert von 2,46 FGE/kg Raps ist jedoch auf die Beurteilung von Raps als Sonderkultur mit der entsprechenden Bewertung über die genannten Hilfsrechnungen zurückzuführen. Bei einer Beurteilung als Futtermittel sinkt dieser Wert auf 1,3 GE/kg Raps, so dass 3,25 GE je kg Biodiesel bzw. 3,27 GE je kg Pflanzenöl zu veranschlagen sind. Die Koppelprodukte der Biodiesel- oder Pflanzenölproduktion könne als Futtermittel oder energetisch genutzt werden. Rapsschrot oder Rapskuchen besitzen für die Nutztierfütterung einen gewichteten Energiewert von 9,87 bzw. 11,2 MJME/FM (DLG, 1991; DLG, 1995; DLG, 1997a), so dass 0,79 bzw. 0,89 FG je kg/FM für die Koppelprodukte berücksichtigt werden können. Bei einem Anfall von 1,43 kg Schrot bzw. 1,83 Rapskuchen je kg Biodiesel und 1,44 kg Schrot bzw. 1,84 kg Rapskuchen je kg Pflanzenöl können somit 1,22 GE/kg Biodiesel bzw. 1,23 GE/kg Pflanzenöl subtrahiert werden, so dass sich eine Nettokennzahl von 2,03 GE/kg Biodiesel und 2,04 GE/kg Pflanzenöl ergibt.

## 7.2 Bioethanol

Bioethanol entsteht durch alkoholische Gärung unter Freisetzung von Kohlendioxid und Wärme aus Glucose.



Grundsätzlich lässt sich somit aus allen Kohlenhydraten Bioethanol gewinnen, der Aufwand ist für die langkettigen Polysaccharide jedoch deutlich höher als für einfache Zucker (VORLOP, 2008; VORLOP et al., 2002)). Aus diesem Grund dienen als Ausgangssubstrate zur

Bioethanolproduktion besonders Pflanzen mit einem hohen Glucose- und Stärkegehalt, um den aufwendigen Aufschluss von Cellulose zu vermeiden. In Europa handelt es sich hierbei überwiegend um Getreide, Kartoffeln und Rüben (KALTSCHMIDT und HARTMANN 2001; HENNIGES, 2006; SCHMITZ, 2005; SCHMITZ, 2007). In Abb. 40 sind beispielhaft die Stoff- und Energieflüsse für die Bioethanolproduktion aus Roggen, die sich nach der Reaktionsgleichung und den zur Produktion von 1 Kilogramm Bioethanol notwendigen Rohstoffmenge nach SCHMITZ (2003) und SCHMITZ (2005) ergeben, dargestellt.

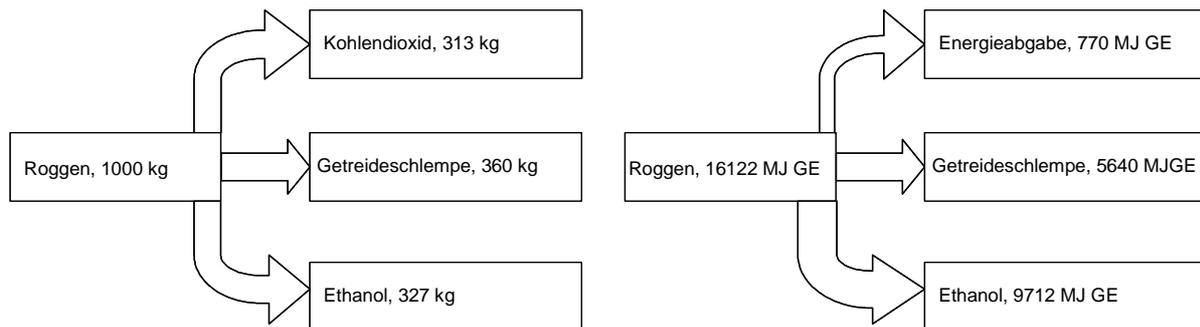


Abb.40:Stoff- und Energieflüsse der Bioethanolherstellung aus Roggen

Analog zum Roggen wurden auch für andere Rohstoffe die Stoffflüsse analysiert und die benötigten Rohstoffmengen mit dem derzeit verwendeten Getreideeinheitenschlüssel (BMELV, 2009) in Kennzahlen zur Bioethanolerzeugung umgerechnet (Tab. 74). Bei der Verwendung von Körnermais besteht zwar mit 3,04 kg der geringste Rohstoffbedarf, da der höchste Kraftstofftrag je kg Rohstoff erzielt wird, gemessen in Getreideeinheiten wird aber bei der Ethanolherstellung aus Stroh am die geringste Menge Ausgangssubstrat benötigt, da der Futterwert entsprechend niedriger liegt. Für Mais wird bei mittleren Kraftstoffträgen und einer hohen Kennzahl einer der höchsten Werte von 3,64 GE/kg Bioethanol ermittelt. Für die in der Schlempe verbleibende Energie sind im Mittel 1,4 GE/kg Bioethanol zu veranschlagen, so dass sich entsprechend niedrigere Nettowerte, im Beispiel von Mais 2,11 GE/kg Bioethanol ergeben.

Tab.74: Rohstoffbedarf und Aggregationskennzahlen für die Bioethanolherstellung

Rohstoff	l Kraftstoff/ertrag / kg Biomasse <sup>a)</sup>	kg Biomasse/ kg Kraftstoff <sup>b)</sup>	Getreide- einheiten <sup>c)</sup>	Getreideeinheiten / kg Bioethanol
Weizen	0,383	3,31	1,04	3,44
Roggen	0,373	3,39	1,0	3,39
Triticale	0,398	3,18	1,0	3,18
Körnermais	0,416	3,04	1,1	3,35
Kartoffel	0,083	15,25	0,22	3,36
Zuckerrübe	0,108	11,72	0,27	3,16
Stroh	0,330	3,84	0,43	1,65

<sup>a)</sup> SCHMITZ (2003), SCHMITZ (2005); <sup>b)</sup> Dichte Ethanol: 0,79 kg/l; <sup>c)</sup> BMELV (2008)

### 7.3 Biogas

Die Gewinnung von Biogas ist ein mehrstufiger Prozess, bei dem Mikroorganismen unter anaeroben Bedingungen die in Kohlenhydraten, Fetten und Proteinen gespeicherte chemische Energie für ihren Stoffwechsel nutzen (KALTSCHMITT und HARTMANN 2001; LINKE et al. 2006; SCHATTAUER und WEILAND, 2006a) (Abb.41).

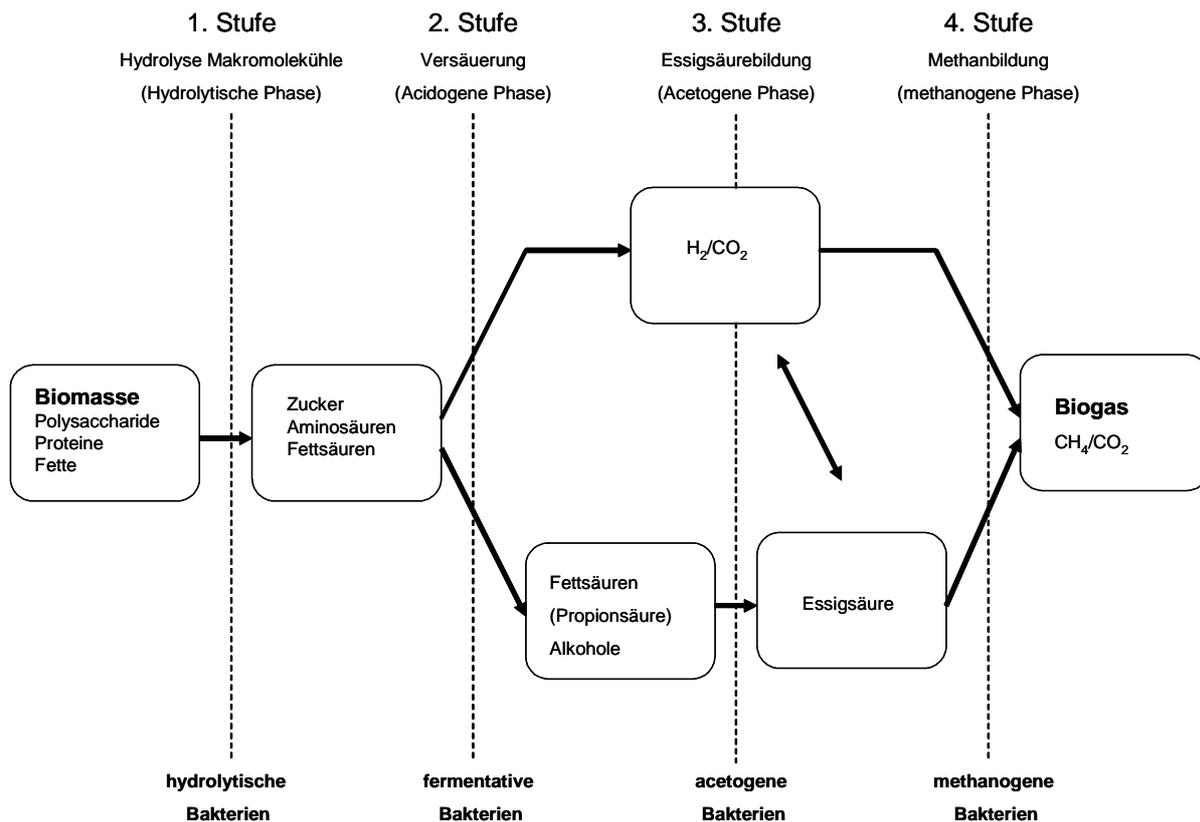


Abb.41: Ablauf der Biogasbildung

Quelle: DÖHLER et al. (2009)

Durch die methanogene Gärung kann, im Gegensatz zur alkoholischen Gärung, ein sehr weites Spektrum komplexer organische Verbindungen abgebaut werden. Anaerobe Abbaupfade sind daher speziell für die Verwertung von heterogen zusammengesetzten feuchten Abfällen organischer Herkunft und mit organischen Stoffen belastete Abwässer geeignet (KALTSCHMITT und HARTMANN, 2001; FNR, 2008).

Dieses breite Spektrum einsetzbarer Substrate, verbunden mit wetterbedingten Schwankungen der Erntemengen und damit wechselnder Verfügbarkeit von Rohstoffen sowie die sich hieraus ergebende Volatilität der Märkte bei hoher Substituierbarkeit führen dazu, dass sich die Einsatzmengen der Substrate nur sehr schwer und nur kurzfristig, maximal bezogen auf ein Erntejahr, erfassen lassen. Die über ein flexibles Bonisystem politisch gesteuerten Einspeisevergütungen unterstützen diese Effekte zusätzlich. Das Bundesmessprogramm für Biogasanlagen (WEILAND et al., 2009) ermöglicht zumindest einen zeitweisen stichprobenartigen Einblick in dieses Geschehen (Abb.42). Hieraus lässt sich ablesen, dass es sich bei ca. zwei Drittel der eingesetzten Substrate um nachwachsende Rohstoffe mit deutlicher Dominanz von Maissilage (ca. 50%) und bei einem Drittel um Co-Fermente, im wesentlichen Exkremente aus der Nutztierhaltung handelt.

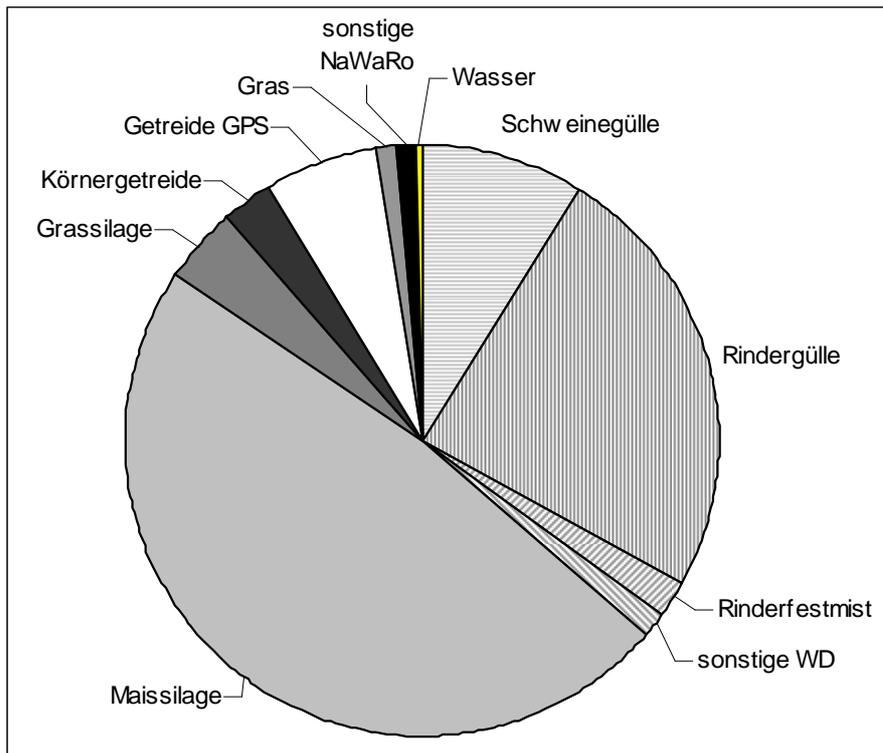


Abb.42: Substrateinsatz in Biogasanlagen

Quelle: WEILAND et al. (2009)

Aus Labor-, Pilot- und Praxisexperimenten liegen zahlreiche Ergebnisse zur Biogausausbeute von nahezu allen vergärbaren Substraten vor (SCHATTAUER und WEILAND, 2006b; KEYMER und SCHILCHER, 2003). Durch das KTBL (2005) wurden erstmals die vielfältigen Fermentationsversuche verschiedener Institutionen zusammengefasst, wissenschaftlich ausgewertet und anschließend zu einer einheitlich, anerkannten Datengrundlage vereinigt (DÖHLER et al., 2009). Abb.43 zeigt die sich auf dieser Datengrundlage ergebenden Stoff- und Energieumsetzungen am Beispiel von Silomais.

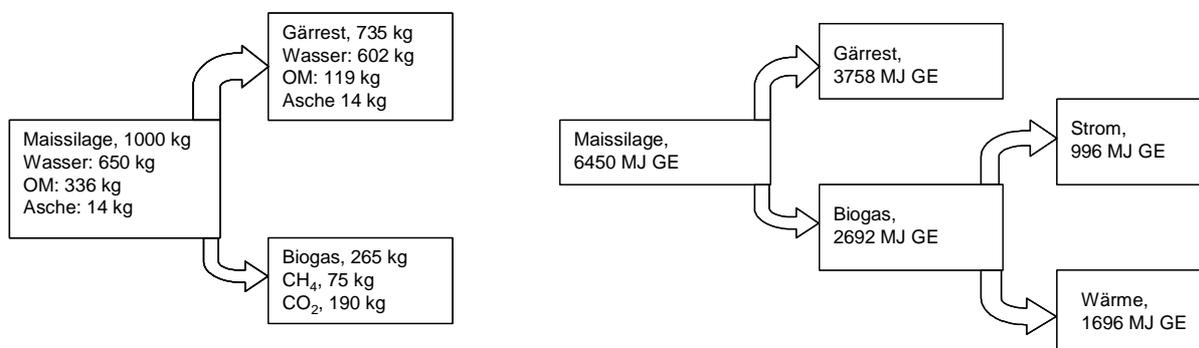


Abb.43: Stoff- und Energieflüsse bei der Vergärung von Silomais zu Biomethan

Für die überwiegend eingesetzten Substrate wurden diese Umsetzungen in gleicher Weise errechnet und der Substratbedarf auf ein Kubikmeter Biogas bzw. Methan und eine Kilowatt-

stunde erzeugten Strom bei einem elektrischen Wirkungsgrad des Verbrennungsmotors von 37 % (DÖHLER et a., 2009; BESGEN, 2005) bezogen. Diese Bedarfsmengen wurden mit den Kennzahlen des Getreideeinheitenschlüssels multipliziert und in einem gewichteten Wert anteilig berücksichtigt (Tab.75). Für 1m<sup>3</sup> Biogas werden demnach 0,96 GE, für 1m<sup>3</sup> Methan 1,78 GE und für 1 Kwh erzeugten Strom 0,627 GE benötigt. Die Kennzahlen für die tierischen Exkremente wurden aus der Differenz zwischen umsetzbarer Energie und Bruttoenergie und den Rohstoffanteilen der tierartspezifischen Futterrationen ermittelt (Kap. 6.3.2).

Unter der zugegebendermaßen fragwürdigen Prämisse, dass der Abbau der organischen Masse äquivalent zur Energieumsetzung verläuft, kann aus dem Abbau der organischen Masse die in den Gärresten verbleibende Energiemenge berechnet und somit eine Kennzahl ermittelt werden. Unter Berücksichtigung der Anteile der eingesetzten Substrate ergibt sich ein Gesamtabbau der organischen Substanz von 67%, so dass 0,207 GE<sub>E</sub> für die Gärreste angesetzt werden können.

Tab.75: Substratbedarf und Aggregationskennzahlen der Biogaserzeugung

Substrat	Einsatz anteil %	Substratbedarf (FM)			Kenn- zahl GE	anteilige Kennzahl			Abbau der OM %	Abgebaute GE GE/kwh Strom
		kg/kwh Strom	kg/m <sup>3</sup> Biogas	kg/m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub>		GE/kwh Strom	GE/m <sup>3</sup> Biogas	GE/m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub>		
		HTK	1,5	2,47		5,926	9,117	0,16		
Rindergülle	24	20,81	42,230	76,781	0,018	0,092	0,1865	0,3391	0,4724	0,0434
Rindermist	2	5,48	11,111	20,202	0,058	0,006	0,0128	0,0232	0,5746	0,0036
Schweinegülle	9	23,53	52,083	86,806	0,014	0,029	0,0638	0,1063	0,4857	0,0140
Getreidekörner	3	0,86	1,676	3,161	1	0,026	0,0503	0,0948	0,9113	0,0234
GPS (Getreide)	6	2,67	5,115	9,836	0,3	0,048	0,0000	0,0000	0,6834	0,0328
Gras, frisch	1,1	5,11	10,175	18,843	0,16	0,009	0,0481	0,0891	0,7736	0,0070
Grassilage	4	4,07	8,117	15,031	0,2	0,033	0,1396	0,2585	0,7220	0,0235
Maissilage	48	2,59	4,960	9,539	0,3	0,372	0,4286	0,8242	0,7886	0,2936
Hirse/Sudangras	1,1	5,68	11,100	20,943	0,1	0,006	0,0122	0,0230	0,7160	0,0045
<b>Summe</b>	<b>99,7</b>					<b>0,627</b>	<b>0,9560</b>	<b>1,7801</b>	<b>0,6693</b>	<b>0,4196</b>

## 7.4 Substratbedarf zur Energiegewinnung

Unter Berücksichtigung der derzeitigen Produktionsmengen (BMU, 2009) und der errechneten Kennzahlen ergibt sich für die Energieträger Biogas, Bioethanol, Biodiesel und Pflanzenöl ein Biomassebedarf von ca. 20 Mio. GE (Abb.44). Der größte Anteil hiervon entfällt bisher auf die Erzeugung von Biodiesel. Werden die Erzeugungskapazität von Biogas allerdings weiterhin in der bestehenden Geschwindigkeit ausgebaut, während die Biodieselproduktion stagniert, könnte schon im Jahr 2010 für die Biogaserzeugung der höchste Rohstoffbedarf auftreten.

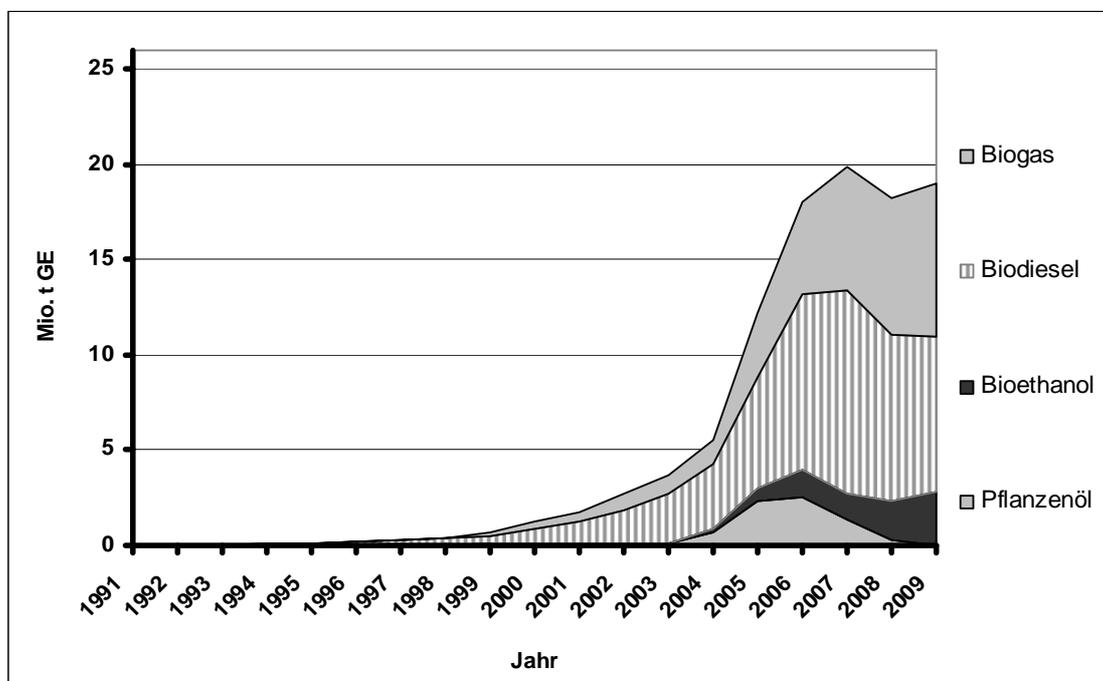


Abb.44: Entwicklung des Substratbedarfs zur Energiegewinnung aus Biomasse

## 8. Gesamtbilanzierung

Aus dem in Abschnitt 6 berechneten Futterenergiebedarf der Tierhaltung und der Berechnung des Futteraufkommens in Abschnitt 5, kann aus der Gegenüberstellung von tierischer Leistung und Futteraufkommen eine energetische Gesamtbilanz erstellt werden. Das Vorgehen ist in Abb.45 vereinfacht dargestellt.

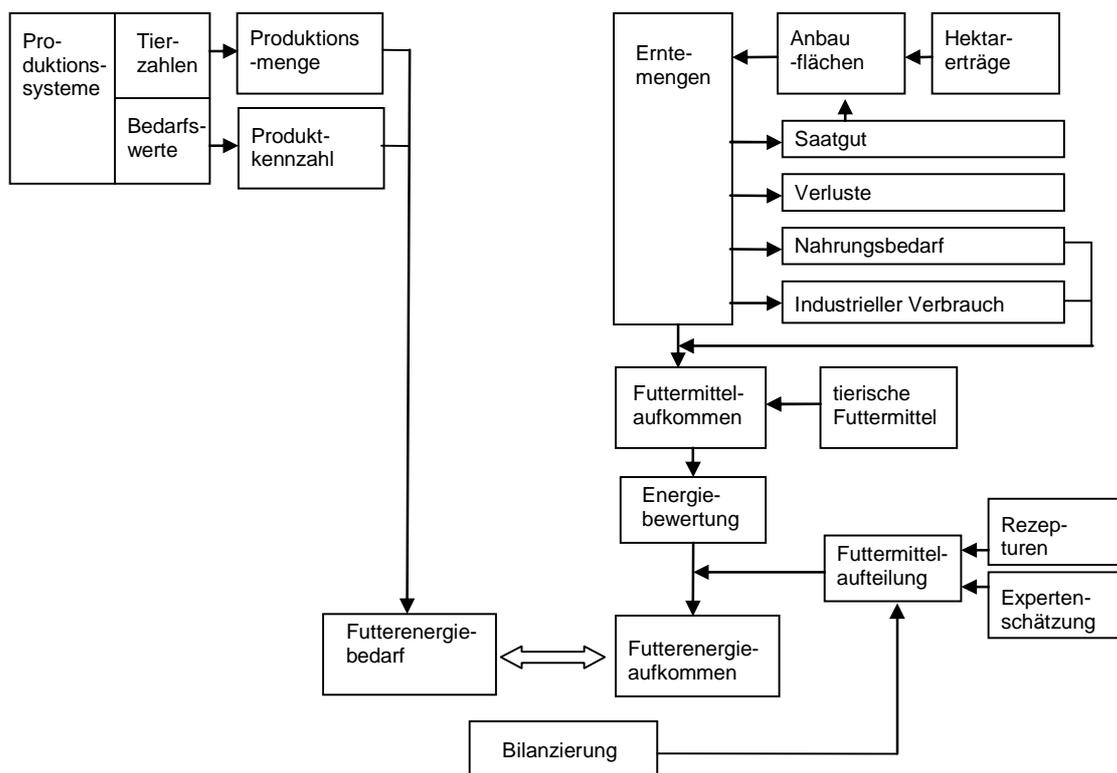


Abb.45: Schematische Darstellung der Vorgehensweise zur Erstellung von Futtermittelbilanzen

### 8.1 Futterbedarf der Tierproduktion

Mit Hilfe der produktbezogenen Berechnungen zur tierischen Erzeugung sowie den Produktionsmengen und Ausschachtungsfaktoren wurde ein Futterenergiebedarf von 60-65 Mio. Getreideeinheiten ermittelt, der sich für den Zeitraum von 1993-2008 als recht konstant erweist (Abb.46) (BMELV, 1994, 1998, 2004, 2009; DESTATIS, 2009a, 2009h; ZMP, 2008c). Innerhalb der Nutztierhaltung sind allerdings unterschiedliche Entwicklungen festzustellen. So geht der Futterbedarf für die Rindfleischerzeugung aufgrund sinkender Bestände genauso zurück wie der Bedarf zur Milcherzeugung, der bei stabiler

Produktionsmenge auf eine effizientere Verwertung des Futters zurückzuführen ist. Der Futterbedarf der Schweine- und Geflügelhaltung steigt dagegen trotz geringeren Bedarfs je Einheit Fleisch aufgrund zum Teil stark wachsender Bestände deutlich an.

In den Futterbedarfsmengen ist ein pauschal festgesetzter Anteil für Tierverluste von bisher 1,5 % enthalten. Diese einfache Korrektur ist auf die sehr schwierige Ermittlung von tierartspezifischen Verlustfaktoren innerhalb eines gesamten Produktionssystems zurückzuführen. Anhand einer beispielhaften Berechnung für den Bereich der Schweinehaltung konnte festgestellt werden, dass dieser Ansatz für die Schweinefleischerzeugung zu niedrig ausfällt und über 2 Prozent betragen müsste. Für andere Produktionsbereiche, z.B. der Geflügelhaltung, ist mit noch höheren Verlustraten zu rechnen, während für die Wiederkäuerhaltung von niedrigeren Werten ausgegangen werden kann. Bei weiter zunehmenden Geflügel- und Schweinebeständen ist daher eine Erhöhung dieses pauschalen Satzes zu erwägen.

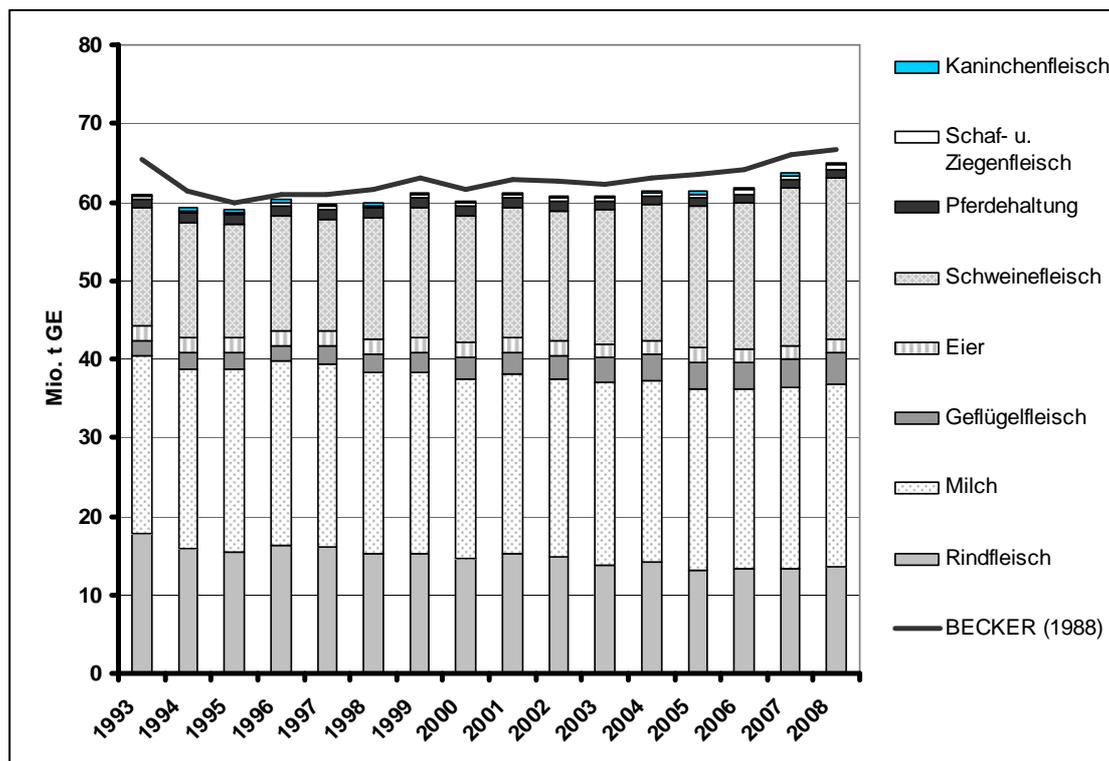


Abb.46:Futterbedarf der Nutztierhaltung in Deutschland bei Verwendung verschiedener Aggregationsschlüssel

Quelle: eigene Berechnungen nach BMELV (1994, 1998, 2004, 2009)

Die Gegenüberstellung des Futterbedarfs (Abb.46) mit dem nach bisherigem Kennzahlenschlüssel berechneten Futteraufkommens (Abb.47) zeigt nur eine sehr geringe Überdeckung der für die Nutztierhaltung benötigten Futterenergie. Diese geringe Bedarfsdeckung erscheint kritisch, da neben der Nutztierhaltung weitere Futtermengen für Haus-, Heim- und Zootiere benötigt werden. Des Weiteren ist davon auszugehen, dass unter praktischen Fütterungsbedingungen beispielsweise durch suboptimale Haltungsbedingungen oder unvermeidbarer Fütterungsverluste ein höherer Futteraufwand notwendig ist, als er aus Versorgungsempfehlungen errechnet wird. Wird dem nach BECKER (1988a) ermittelten Futteraufkommen der um ca. 4 Mio. GE niedrigere Futterbedarf nach aktuellen Berechnungen gegenübergestellt, gelangt man zu einer realistischer einzuschätzenden Bedarfsdeckung.

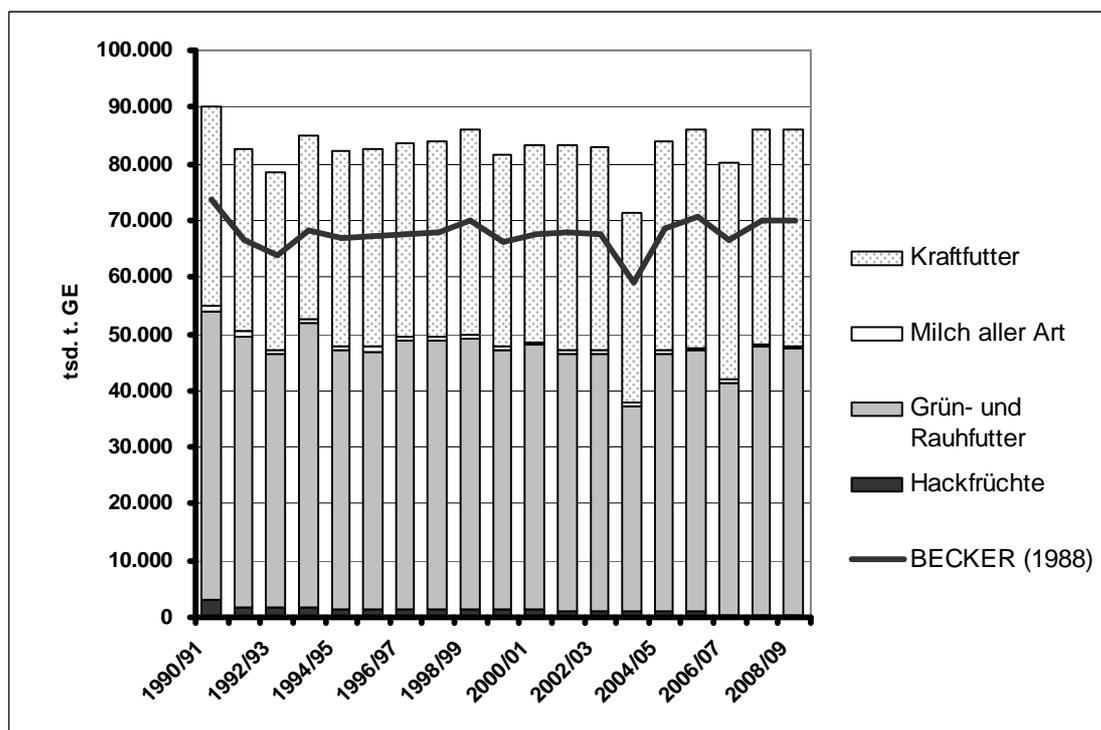


Abb.47: Aufkommen von Futtermittel nach verschiedenen Aggregationsschlüsseln in Deutschland

Quelle: eigene Berechnungen nach BMELV (1994, 1998, 2004, 2009)

## 8.2 Substratbedarf zur Energiegewinnung

Neben der Tierhaltung beansprucht die Energiegewinnung große Mengen landwirtschaftlicher Biomasse, die zum überwiegenden Teil auch zur Fütterung verwendet werden könnte (Tab.76). Bei der Ermittlung des Futteraufkommens sind diese Mengen allerdings nur zum Teil z.B. für Bioethanol oder Biodiesel, mit dem Bedarf für industrielle Zwecke von der Erntemenge subtrahiert worden. Schon die alleinige Berücksichtigung des Bedarfs der Biogaserzeugung führt dazu, dass der Bedarf durchgehend nur unter der Annahme gedeckt werden kann, dass Biogas zu ca. einem Drittel aus den Abfallstoffen der Tierhaltung erzeugt wird.

Tab.76: Entwicklung des Substratbedarfs (GE) zur Energiegewinnung aus Biomasse

Jahr	Pflanzenöl	Biodiesel	Bioethanol	Biogas	Gesamt
2004	0,11	3,41	0,20	1,24	4,96
2005	0,64	5,85	0,70	3,35	10,54
2006	2,33	9,23	1,47	4,78	17,82
2007	2,53	10,61	1,42	6,55	21,11
2008	1,32	8,76	1,96	7,23	19,26

## 8.3 Gesamtbilanzen

Das mit dem überarbeiteten Schlüssel ermittelte Futteraufkommen liegt ca. 15-20 Mio. GE über dem alten Wert und deckt derzeit den gesamten Mehrbedarf für die Energiegewinnung aus Biomasse ab (Tab.77).

Tab.77: Gegenüberstellung des Futtermittelbedarfs mit dem Futtermittelaufkommen für das Jahr 2008

Verwendung pflanzlicher Erzeugnisse, 1000 t GE			Aufkommen pflanzlicher Erzeugnisse, 1000 t GE		
Erzeugnis	ohne Verluste	mit Verlusten	Erzeugnis	GE alt	GE neu
Rinder	13.599	13.871	Kraftfutter	38.381	37.637
Schweine	20.247	20.652	Grün- und Rauhfutter	30.736	47.471
Geflügel	3.922	4.001	Hackfrüchte	517	494
Ziegen	3	3	Milch aller Art	275	292
Schafe	462	471			
Kaninchen	264	269			
Milch	22.925	23.383			
Eier	1.680	1.714			
Pferde	1.085	1.106			
<b>Tierhaltung</b>	<b>64.187</b>	<b>65.470</b>			
<b>Heimtiere</b>	<b>3.007</b>	<b>3.067</b>			
<b>Bioenergie</b>	<b>19.259</b>	<b>19.259</b>			
<b>Summe</b>	<b>86.453</b>	<b>87.796</b>	<b>Summe</b>	<b>69.909</b>	<b>85.894</b>

Wird der Gesamtbedarf für die Nutztierhaltung, für Teile der Heimtierhaltung und für die Energiegewinnung den Erntemenge aus der Bruttobodenerzeugung gegenübergestellt, verbleibt im Jahr 2008 ein Saldo von ca. 34 Mio. GE aus dem der Bedarf für die Humanernährung, für die Industrie, für Saatgut sowie Verluste von 35-45 Mio. GE nur knapp gedeckt werden kann (Tab.78). Wird mit Hilfe der  $GE_E$  die aus der Ernte verfügbare Bruttoenergie erfasst, stehen jedoch im Jahr 2008 weiter 92 Mio. GE zur energetischen Nutzung zur Verfügung, wobei dieser Wert voraussetzt, dass alle Neben- und Abfallprodukte der Ernte und Tierhaltung genutzt werden. Das tatsächlich genutzte Potenzial wird deutlich niedriger liegen, so dass Abschläge auf diesen Wert zu empfehlen sind.

Tab.78: Gegenüberstellung des Verbrauchs durch Nutztiere und Bioenergiegewinnung mit dem Ernteaufkommen aus der Bruttobodenproduktion im Jahr 2008

Verwendung pflanzlicher Erzeugnisse, 1000 t GE			Aufkommen pflanzlicher Erzeugnisse, 1000 t GE			
Erzeugnis	ohne Verluste	mit Verlusten	Erzeugnis	GE	GE <sub>E</sub>	gesamt
<b>Rinder</b>	<b>13.600</b>	<b>13.872</b>	<b>Getreide</b>	<b>41.950</b>	<b>11.200</b>	<b>53.150</b>
Ochsen	135	138	Weizen	21.661	5.415	27.076
Bullen	6.205	6.329	Roggen	2.772	769	3.541
Kühe	5.408	5.516	Gerste	10.384	3.115	13.499
Färsen	1.646	1.679	Hafer	675	410	1.085
Kälber	206	210	Körnermais	4.190	914	5.104
<b>Schweine</b>	<b>20.247</b>	<b>20.652</b>	sonstiges Getreide	2.267	577	2.844
<b>Geflügel</b>	<b>3.924</b>	<b>4.000</b>	<b>Hülsenfrüchte</b>	<b>254</b>	<b>90</b>	<b>345</b>
Hühner	277	282	Ackerbohnen	40	18	58
Broiler	1.978	2.017	Futtererbsen	179	57	235
Puten	1.465	1.494	<b>öhlhaltige Früchte</b>	<b>6.994</b>	<b>3.082</b>	<b>10.075</b>
Gänse	15	15	Raps und Rübsen	6.917	3.033	9.949
Enten	189	192	Sonnenblumen	64	42	105
<b>Ziegen</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	Lein	13	7	20
<b>Schafe</b>	<b>462</b>	<b>471</b>	<b>Hackfrüchte</b>	<b>2.954</b>	<b>1.224</b>	<b>4.178</b>
<b>Kaninchen</b>	<b>264</b>	<b>269</b>	Kartoffeln	2.623	954	3.577
<b>Milch</b>	<b>22.925</b>	<b>23.383</b>	Zuckerrüben	5.782	2.263	8.044
<b>Eier</b>	<b>1.680</b>	<b>1.714</b>	andere Hackfrüchte	457	457	914
<b>Pferde</b>	<b>1.085</b>	<b>1.106</b>	<b>Futterpflanzen</b>	<b>48.437</b>	<b>42.995</b>	<b>91.432</b>
<b>Bioenergie</b>	<b>19.260</b>	<b>19.260</b>	Klee und Luzerne	1.260	1.456	2.716
Pflanzenöl	1.317	1.317	Wiesen und Weiden	24.428	25.228	49.656
Biodiesel	8.757	8.757	Silomais	20.760	15.224	35.983
Bioethanol	1.956	1.956	Sonst.Futterpflanzen	185	185	369
Biogas	7.230	7.230	Zwischenfrüchte	1.805	902	2.707
<b>Heimtiere</b>	<b>3.007</b>	<b>3.067</b>	<b>Stroh</b>	<b>14.254</b>	<b>29.981</b>	<b>44.235</b>
Hunde	2.239	2.283	Weizen	7.873	14.996	22.869
Katzen	768	784	Roggen, Triticale	1.614	3.074	4.688
			Gerste	4.361	8.307	12.668
			Hafer	405	772	1.177
			<b>Rübenblatt</b>	<b>2.639</b>	<b>1.416</b>	<b>4.055</b>
			Zuckerrüben	2.614	1.408	4.022
			Futterrüben	24	8	32
			<b>Sonderkulturen</b>	<b>5.005</b>	<b>2.118</b>	<b>7.123</b>
			Gemüse	1.423	1.016	2.439
			Obst	802	430	1.232
			Weinmost (10 000 hl)	1.382	314	1.696
			Hopfen	220	10	230
			Tabak	25	2	28
			Blumen u. Zierpflanzen	1153	346	1.499
<b>Summe</b>	<b>86.457</b>	<b>87.797</b>	<b>Summe</b>	<b>122.486</b>	<b>92.107</b>	<b>214.593</b>

## 9. Berechnung des Vieheinheitenschlüssels

### 9.1 Vieheinheitenschlüssel

Der Vieheinheitenschlüssel errechnet sich nach dem Futterenergiebedarf des zu beurteilenden Tieres in Relation zum jährlichen bzw. täglichen Futterenergiebedarf einer Milchkuh. (Tab.79) Für diese einzeltierbezogenen Rechnungen müssen daher die verschiedenen Fraktionen des in den produktbezogenen Berechnungen des Getreideeinheitenschlüssels ermittelten Gesamtenergiebedarfs neu gruppiert werden. Dies betrifft vor allem den Bedarf der Elterntiere und der vorgelagerten Zuchtstufen, der in den Berechnungen des Getreideeinheitenschlüssels jeweils auf die Masttiere umgelegt wurde.

Der tägliche Bedarf der Milchkuh setzt sich somit aus dem Erhaltungs- und Leistungsbedarf für die Milchbildung, Gravidität und einen geringen Anteil maternalen Wachstums zusammen und summiert sich auf 64507 MJME oder 57,09 dt GE/Jahr. Der sich hieraus ergebende tägliche Energiebedarf der Milchkuh beträgt 15,6 GE bzw. 177 MJME/Tag und liegt im Vergleich zu dem von BECKER (1988a) errechneten Wert um 4 kg/Tag bzw. 36% höher.

Tab.79: Täglicher Futterenergiebedarf einer Vieheinheit

	BECKER (1988a)		aktuelle Berechnungen	
tgl. Futterbedarf einer VE, kg Gerste	11,5		15,64	
Energiegehalt Gerste für	MJME/kg	entspricht MJME	MJME/kg	entspricht MJME
Wiederkäuer	11,369	130,7	11,3	176,73
Schwein	12,4	142,6	12,63	197,53
Geflügel	11,2	128,8	11,43	178,77
Pferd	10,9	125,4	11,84	185,18
Kaninchen	-	-	12,3	192,37

In Abhängigkeit von der Entwicklung des Futterbedarfs des zu bewertenden Tieres steigt die Kennzahl, wenn der Futterbedarf dieses Tieres stärker angestiegen ist als derjenige der Milchkuh. Sie sinkt, wenn der Futterbedarf weniger stark gestiegen ist oder bleibt

unverändert bei gleicher Bedarfssteigerung im Vergleich zur Milchkuh. Da zum einen der Futterbedarf der Milchkuh im Vieheinheitenschlüssel von 1963 um über 25 % zu niedrig angesetzt wurde und andererseits kaum ein Leistungsbereich in der Nutztierhaltung ähnlich stark gesteigert werden konnte wie die Milchleistung der Kuh, sind überwiegend sinkende Werte zu erwarten. Die folgenden Tabellen geben einen Überblick über die Entwicklung der Kennzahlen der im Bewertungsgesetz (Anlage 1 und 19) und in der Einkommenssteuerrichtlinie differenzierten Tierkategorien. Diese Differenzierung entspricht weitgehend der des Ausgangsschlüssels von 1963, die aufgeführten Werte sind bis heute unverändert.

Beim Vergleich mit den Werten von BECKER (1988b) ist zu berücksichtigen, dass der Autor entweder alle Tierarten nach dem täglichen Energiebedarf (BECKER, 1988a) oder alle Tierarten nach ihrem Gesamtenergiebedarf (BECKER, 1988b) beurteilt hat, obwohl eine Differenzierung in Tiere mit einer Haltungsdauer unter und über einem Jahr oder eine Anpassung des Bedarfs der Kuh auf den identischen Zeitraum notwendig gewesen wäre. Dieses Vorgehen stimmt allerdings gut mit den Werten des ursprünglichen Schlüssels überein und ist so zu erklären. Am Beispiel der Färsenaufzucht lassen sich die aus dem unterschiedlichen Vorgehen entstehenden Differenzen aufzeigen. Die steigenden Werte von 0,3 auf 0,7 im überarbeiteten Schlüssel von BECKER (1988b)(Tab.80) enthalten den Gesamtenergiebedarf des Tieres zum jeweiligen Zeitpunkt, der denjenigen der jüngeren Tiere einschließt. Die Differenz von 0,05 VE, die sich aus den beiden Werten der Jungtiere gegenüber dem Wert der Färse am Ende der Aufzucht ergibt, ist durch das Zusammenfassen aller Rinder unter einem Jahr anstatt ausschließlich der weiblichen Aufzuchttiere in dieser Kategorie zu erklären. Die aus dem Großvieheinheitenschlüssel übernommenen Werte von 0,3 bis 1,0 suggerieren ein ähnliches Vorgehen. Der tatsächliche Futterbedarf einer Färse beschränkt sich in dieser Phase weitgehend auf die zur Erhaltung notwendige Menge und liegt weit unter dem einer Kuh in der Laktation. Er entspricht in etwa dem der jüngeren Tiere, die noch einen höheren Bedarf für das Wachstum, dafür aber einen geringeren Erhaltungsbedarf aufweisen. Werden, wie vorgesehen, alle drei Kategorien nach dem durchschnittlichen Jahresbestand erfasst, so wird der Bedarf der Jungtierkategorien doppelt bzw. dreifach erfasst, wenn er nicht, wie beispielsweise bei den Mastschweinen, verrechnet wird. Die Kennzahl für Färsen über zwei Jahre

müsste daher entweder aus dem täglichen Bedarf oder dem Vergleich mit dem Bedarf der Milchkuh in zwei Jahren errechnet werden und läge somit nur halb so hoch. Der Bedarf der Färsen zwischen einem und zwei Jahren lässt sich direkt mit dem einer Milchkuh vergleichen, wenn der Bedarf der Jungtiere bis zu einem Jahr nicht eingeschlossen wird.

Tab.80: Unterschiedlich berechnete Vieheinheitenschlüssel für nach jährlichem Durchschnittsbestand zu bewertenden Tierarten

Viehbestand im Durchschnitt eines Jahres		ESTR (2005)	BECKER (1988b)	aktuelle Berechnungen
Pferde	Pferde, < 3 Jahre und Kleinpferde	0,7	0,43	0,35
	Pferde, > 3 Jahre	1,1	0,47	0,4
Rindvieh	Milchkuh	1,0	1,0	1,0
	Mutterkuh	1,0 <sup>a</sup>	0,67 <sup>b</sup>	0,58 <sup>b</sup>
	Zuchtbullen, Zugochsen	1,2	0,76	0,54
	Kälber, Jungvieh < 1Jahr	0,3	0,3	0,16
	Jungvieh, 1 – 2 Jahre	0,7	0,45	0,36
	Färsen, > 2 Jahre	1,0	0,7	0,36
	Masttiere, Mastdauer < 1 Jahr	1,0	0,3	0,33
Schafe	Schafe, < 1 Jahr	0,05	0,09	0,06
	Mutterschaf	0,1	0,12	0,09
Ziegen		0,08		0,14
Zuchtschweine, > 90 kg LM		0,33	0,24	0,21
Geflügel	Legehennen, einschl. einer normalen Aufzucht zur Bestandsergänzung	0,02	-	-
	Legehennen aus zugekauften Jung- hennen	0,0183	0,01	0,009
	Zuchtputen, -enten, -gänse	0,04	-	0,025
	Zucht-, Angorakaninchen	0,025	-	0,019

<sup>a</sup> mit Kälbern; <sup>b</sup> ohne Kälber

Wie erwartet, ergeben sich aus der Neuberechnung überwiegend niedrigere oder unveränderte Kennzahlen. Höhere Werte können sich nur dann ergeben, wenn die Leistung der

betreffende Tierkategorie so stark gestiegen ist, dass sie sowohl die von den Milchkühen erzielte Steigerung übertrifft als auch den ursprünglich um 25 % zu niedrig angesetzten Futterenergiebedarf der Kühe kompensiert. Unveränderte oder leicht gestiegene Kennzahlen ergeben sich für die Nutztierkategorien, deren Kennzahlen nur aus dem Körpergewicht durch Übernahme der Kennzahlen des Großvieheinheitenschlüssels abgeleitet wurden, obwohl sie eine teils beachtliche Leistung erbringen. Dies betrifft vor allem die Tiere mit niedriger Körpermasse wie Schafe oder insbesondere Milchziegen, während sich für Tiere mit hohem Körpergewicht und verhältnismäßig niedriger Leistung wie Pferde, Zuchtbullen, Mutterkühe oder Aufzuchtfärsen eine gegenläufige Tendenz ergibt, die zu deutlich niedrigeren Kennzahlen führt (Tab.80).

Erheblich niedrigere Werte, die zum Teil nur noch die Hälfte oder bis zu einem Sechstel des ursprünglichen Wertes betragen, ergeben sich für die Geflügel- und Schweinehaltung, deren Kennzahlen bei Einführung des Vieheinheitenschlüssel aus dem Futterbedarf abgeleitet worden waren und in Relation zum unterschätzten Futterbedarf der Kuh als Normtiere zu hoch ausfielen (Tab.81).

Tab.81: Unterschiedlich berechnete Vieheinheitenschlüssel für nach erzeugter Stückzahl zu bewertende Tierarten Vieheinheitenschlüssel für nach erzeugter Stückzahl zu bewertender Tierarten nach verschiedenen Berechnungskonzepten

Viehbestand nach erzeugter Stückzahl		ESTR (2005)	BECKER (1988b)	aktuelle Be- rechnungen
Mastrinder, > 1 Jahr		1,0	0,65	0,55
Schweine	leichte Ferkel, < 12 kg LM	0,01	-	0,0014
	Ferkel, 12 – 20 kg LM	0,02	0,007	0,004
	schwere Ferkel, 20 – 30 kg LM	0,04	0,011	0,0064
	Läufer, 30 – 45 kg	0,06	0,02	0,0125
	schwere Läufer, 45 – 60 kg LM	0,08	0,049	0,0193
	Mastschweine, aus eigenen F.	0,16	0,074	0,0532
	Jungzuchtschweine, aus eigenen F.	0,12 <sup>a</sup>	0,096 <sup>b</sup>	0,053 <sup>c</sup>
Geflügel	Jungmasthühner, - 6 Durchgänge/Jahr	0,0017	0,0008	0,0004
	Jungmasthühner, > 6 Durchgänge/Jahr	0,0013	-	0,00035
	Junghennen	0,0017	0,002	0,0014
	Mastputen, aus eigenen Jungputen	0,0067	-	-
	Mastputen, aus zugekauften Jungputen	0,005	0,009	0,009
	Mastenten	0,0033	0,009	0,001
	Mastgänse	0,0067	0,009	0,005
Mastlämmer		0,05	0,026	0,025
Mastkaninchen		0,0025	-	0,00087

<sup>a</sup> bis 90 kg LM; <sup>b</sup> bis 120 kg LM; <sup>c</sup> bis 118 kg LM

Neben den Fehlern bei der ursprünglichen Berechnung des Vieheinheitenschlüssels erscheint auch die Differenzierung der Tierkategorien diskussionswürdig. Die agrarwirtschaftliche Entwicklung der vergangenen 46 Jahre seit der Einführung des Vieheinheitenschlüssels ist geprägt durch enormen Strukturwandel verbunden mit starkem Wachstum und starker Spezialisierung der weitergeführten Betriebe. Die korrekte Abgrenzung der Tierbestände mit ihrem Futterbedarf ist für steuerliche Zwecke durch die Entwicklung zu arbeitsteiligen Organisationsformen mit nur geringfügig differenzierten Kennzahlen nur unzureichend möglich. Die ESTR und die Anlage 19 des BEWG enthalten daher

für die Schweinehaltung differenziertere Kennzahlen mit der Möglichkeit, die Ferkelerzeugung von der Schweinemast durch Verrechnung der Werte abzugrenzen (Tab.82). Für andere Tierarten ist dieses Vorgehen nicht oder nur im geringen Umfang vorgesehen.

Tab.82: Vieheinheitenschlüssel für die Schweinehaltung nach verschiedenen Berechnungskonzepten

<b>Tierart</b>	<b>aktuell</b>	<b>BECKER (1988b)</b>	<b>ESTR (2005)</b>
Sauen, im Durchschnitt eines Jahres	0,21	0,24	0,33
Deckeber	0,16	0,21	0,33
<b>Ferkel</b>			
bis 12 kg	0,0014	-	0,01
bis 20 kg	0,004	0,007	0,02
bis 30 kg	0,0064	0,011	0,04
bis 45 kg	0,0125	0,02	0,06
bis 60 kg	0,0193	-	0,08
<b>Mastschweine, bis 118 kg</b>			
aus eigenen Ferkeln	0,054	0,074	0,16
ab 12 kg	0,053	-	0,15
ab 20 kg	0,05	0,067	0,14
ab 30 kg	0,048	0,063	0,12
ab 45 kg	0,042	0,054	0,10
ab 60 kg	0,035	-	0,08
<b>Jungsauen, bis 118 kg</b>			
aus eigenen Ferkeln	0,053	0,096	0,12

Für die Rindermast wäre ein solches Vorgehen denkbar, wie das Beispiel der Bullenmast (Tab.83) zeigt. Hierzu wäre allerdings eine Beurteilung aller Tiere nach ihrem absoluten Futterenergiebedarf nötig, so dass sich für Bullen über einem Jahr, die normalerweise nach dem Durchschnittsbestand und somit nach ihrem relativen Futterenergiebedarf beurteilt werden eine von 0,55 auf ca. 0,64 erhöhte Kennzahl ergibt.

Tab.83: Vieheinheitenschlüssel für Mastrinder nach verschiedenen Berechnungskonzepten

Aufzuchtphase	aktuell		Becker (1988b)	
	FV	Sbt	FV	Sbt
Starter, 40 – 80 kg	0,02	0,02	-	-
Kalb, 40 -120 kg	0,038	0,039	0,057	0,065
Fresser, 40 – 200 kg	0,097	0,093	0,119	0,13
Absetzer, 40 – 265 kg	0,142	0,142	0,222 <sup>a</sup>	0,239 <sup>a</sup>
Rosemast, 40 – 400 kg	0,265	0,269	0,346	0,377
Bullen, ab Geburt	0,648	0,632	0,667	0,645
Bullen, ab Starter	0,629	0,612	-	-
Bullen, ab Kalb	0,610	0,593	0,61	0,58
Bullen, ab Fresser	0,558	0,540	0,548	0,515
Bullen, ab Absetzer	0,508	0,493	0,445	0,406
Masttiere < 1 Jahr	0,35	0,31	0,336	0,331
Masttiere > 1 Jahr	0,55	0,55	0,667	0,645

<sup>a</sup> bis 300 kg

Die Unterscheidung in Tiere, die einzeln nach Stückzahl und Jahresproduktionsmenge oder nach dem jährlichen Durchschnittsbestand bewertet werden, geht auf die bilanztechnische Zuordnung und Bewertung der Nutztiere zum Anlage- oder Umlaufvermögen zurück. Zuchttiere und Tiere mit einem hohen Einzelwert zählen hierbei üblicherweise zum Anlagevermögen, dass nach dem Durchschnittsbestand zu beurteilen ist. Masttiere sowie Nutztier mit geringem Einzelwert zählen dagegen zum Umlaufvermögen, dass nach ihrer Erzeugungsmenge zu beurteilen ist. Diese Einteilung anhand der Bewertungsvorschriften vernachlässigt die methodisch unterschiedlichen Berechnungen, die aufgrund der Definition des Jahresbedarfs der Milchkuh ebenfalls eine Differenzierung in Tiere unter und über einem Jahr Aufzucht- oder Mastdauer notwendig macht. Da sich einerseits diese Einteilungsweisen nur geringfügig voneinander unterscheiden und im Wesentlichen die Rinderhaltung betreffen, andererseits aber die gesamten Kennzahlen der Rauhfutterfresser aus dem Großvieheinheitenschlüssel übernommen wurden, konnten diese Unterschiede bisher vernachlässigt werden. Bei einer Einteilung nach der Berechnungsweise

würden dagegen die Aufzuchtrinder und –schafe von unter einem Jahr ebenfalls nach der erzeugten Stückzahl bewertet. Die wünschenswerte einheitliche Beurteilung aller Tierkategorien entweder nach dem durchschnittlichen täglichen Energiebedarf oder nach dem absoluten Gesamtbedarf macht eine Korrektur der Werte auf Basis der Umtriebshäufigkeit für die Tiere mit einer Aufzucht-dauer von unter einem Jahr oder eine Korrektur durch Verrechnung der Werte am Ende der Aufzuchtperiode mit denjenigen der vorhergehenden Aufzuchtperioden für Tiere mit einer Aufzuchtzeit über zwei Jahren notwendig.

Das Wachstum und die Spezialisierung der Betriebe im Rahmen des Strukturwandels führen nicht nur zur Notwendigkeit, einzelne Produktionsabschnitte innerhalb arbeitsteiliger Produktionssysteme abzugrenzen, sondern haben auch die Vielfalt der Produktionstechniken und Verfahrensweisen erhöht. Die fortlaufende Optimierung der Produktion unter verschiedenen Zielsetzungen führt dazu, dass sich diese Vielfalt im Gleichklang hiermit stetig erhöht und eine Erfassung über wenige Kennzahlen immer schwieriger erscheinen lässt. Der Vergleich der zusammengefassten Werte der Kälber und Jungrinder wie auch die der Mastrinder aller Rassen und Kategorien unter einem Jahr mit den Einzelwerten verdeutlicht die hierbei in Kauf genommenen Fehler genauso wie der Vergleich der unterschiedlichen Verfahren der Legehennenhaltung, der Geschlechtsunterschiede beim Mastgeflügel oder der Gewichtskategorien der Pferdehaltung.

## 9.2 Vieheinheitenstaffel

Die Zahl der maximal zulässigen Vieheinheiten je Hektar ist durch die letztmals 1999 geänderte Vieheinheitenstaffel im Bewertungsgesetz § 51 Abs.1a geregelt und erlaubt die in Tab.84 angegebenen Viehbesätze (BEWG, 2009). Die degressive Gestaltung ermöglicht es Viehhaltungsbetrieben mit wenig Fläche höhere Tierbestände zu halten und so ein ausreichendes Einkommen zu erwirtschaften. Sie geht auf die Annahme zurück, dass kleine Betriebe zu intensiverer Nutzung veranlasst werden, führt aber in der Praxis dazu, dass landwirtschaftliche Betriebe ab gewissen Schwellenwerten Betriebsteilungen vornehmen, um eine Ausweitung des Viehbestandes ohne zusätzliche Fläche zu ermöglichen.

Tab.84: Anzahl der zulässigen Vieheinheiten je ha Betriebsfläche (Vieheinheitenstaffel)

regelmäßig ldf. genutzte Fläche	VE je ha
von 1 – 20 ha	10
von 20 – 30 ha	7
von 30 – 50 ha	6
von 50 – 100 ha	3
über 100 ha	1,5

Aus politischen Gründen übersteigt die Zahl der zulässigen Vieheinheiten je Hektar somit schon heute die Erzeugungskapazität der Fläche zum Teil sehr deutlich. Da die nach dem aktuellen Leistungsstand der Nutztierhaltung berechneten Kennzahlen im überarbeiteten Vieheinheitenschlüssel niedriger ausfallen, kann bei unveränderter Staffelung der zulässigen Viehbesatz nochmals erheblich ausgeweitet werden, wenn die Vieheinheitenstaffel nicht im Einklang mit dem neuen Schlüssel angepasst wird.

Hierzu könnte aus den Erntemengen und den aktualisierten Getreideeinheitenschlüssel die theoretisch verfügbare Futtermenge in Getreideeinheiten betriebsindividuell berechnet und so regionale und betriebsspezifische Gegebenheiten wie Bodenqualität und Anbaustruktur berücksichtigt werden. Aus dem durchschnittlichen Flächenertrag von 65 – 70 dt GE (BMELV, 2009; DESTATIS, 2010) und dem Futterbedarf von 57 dt GE einer Milchkuh als Normtier nach dem Konzept dieser Arbeit lässt sich allerdings auch weiterhin ein pauschaler Wert von 1,14 – 1,23 VE/ha berechnen. Wird weiterhin an dem Grundsatz festgehalten, dass die Hälfte des benötigten Futters auf dem eigenen Betrieb zu erzeugen wäre, kann ein einheitlicher Wert von 2,5 VE/ha angenommen werden. Dies Vorgehen würde dazu führen, dass Betrieben unter 390 ha regelmäßig landwirtschaftlich genutzter Fläche weniger und Betrieben darüber mehr Vieheinheiten zur Verfügung stehen (Abb.48). Die einzelbetrieblichen Auswirkungen hängen dabei von mehreren Faktoren wie Viehbesatz und vollzogenen Betriebsteilungen ab und sollten umfangreich geprüft werden.

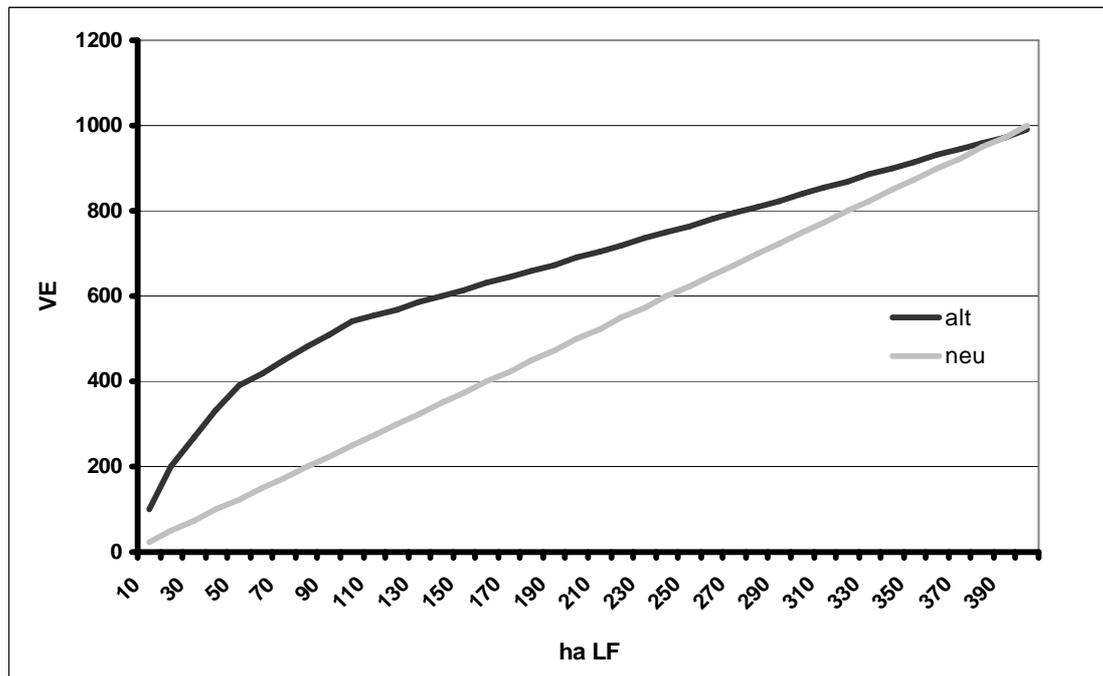


Abb.48: Mit zunehmender Betriebsfläche maximal zulässige Vieheinheiten nach derzeit gültiger und überarbeiteter Vieheinheitenstaffel

## 10. Fazit

Ziel der vorliegenden Untersuchung ist die Aggregation landwirtschaftlicher Erzeugnisse mit Hilfe eines physischen Maßstabs. Zahlreiche Berechnungen und Statistiken, die mit Hilfe dieser Aggregationsschlüssel erstellt werden, bilden die Grundlage agrarpolitischer Entscheidungen. Die bisher zu diesem Zweck verwendeten Konzepte gehen ursprünglich auf WOERMANN (1944) zurück und sind bis heute in den Jahren 1970 und 1988 überarbeitet worden. Stetige Veränderungen der landwirtschaftlichen Produktionsweisen, die sich aus technischen und biologischen Fortschritten genauso ergeben wie aus neuen, innovativen Entwicklungen oder politischen Vorgaben, lassen regelmäßig die Frage aufkommen, wie zuverlässig die verwendeten Aggregationsschlüssel die Verhältnisse der praktischen Landwirtschaft repräsentieren und welche Aussagekraft hierauf aufbauende Theorien besitzen. Neben der Anpassung an die aktuellen Verhältnisse trifft dies besonders auf die methodische Ausgestaltung der Aggregationsverfahren zu. Zur Beantwortung der sich hieraus ergebenden Fragen wurden Neubewertungen der landwirtschaftlichen Erzeugung mit den Schwerpunkten Nutztierhaltung, Energiegewinnung aus Biomasse und pflanzliche Produktion vorgenommen.

Die Neubewertung der tierischen Erzeugung zeigt unterschiedliche Entwicklungen innerhalb der Nutztierhaltung auf. Während für die Schweine- und Mastgeflügelhaltung sowie die Milch- und Eierzeugung sinkende Kennzahlen festzustellen sind, ergeben sich für die Wiederkäuerhaltung überwiegend unveränderte Werte. Der in Getreideeinheiten gemessene kumulierte Futterenergieaufwand fällt mit dem überarbeiteten Aggregationsschlüssel um ca. 4 Mio. GE/Jahr niedriger aus, da die Zahl der gehaltenen Rinder kontinuierlich zurückgegangen ist, während die Schweine- und Geflügelbestände zeitweise stark aufgestockt wurden. Die Zuverlässigkeit der berechneten Kennzahlen hängt im großen Maße von der Aktualität der verwendeten Versorgungsempfehlungen ab. Die Überarbeitungsintervalle dieser Empfehlungen umfassen aus verschiedenen Gründen oftmals einen Zeitraum von 10-15 Jahren, so dass, wenn auch international keine vergleichbaren oder adaptierbaren Empfehlungen verfügbar sind, auf veraltete Ausgangswerte zurückgegriffen werden muss. Eine Anpassung der Aggregationskennzahlen für tierische Erzeugnisse erscheint für die jeweilige Tierart daher in Verbindung mit der Neuauflage von Versorgungsempfehlungen besonders sinnvoll und ratsam.

Die Integration der Energiegewinnung aus pflanzlicher Biomasse stellt die Aggregationskonzepte vor besondere Herausforderung. Sie ergeben sich durch die Möglichkeit, die gesamte Bruttoenergie der Biomasse zu nutzen, durch die erhebliche Ausweitung der Stoff- und Energiekreisläufe der Landwirtschaft und aus der Erweiterung des nutzbaren Substratspektrums, das über das Futtermittelaufkommen hinausgeht. Um dieser neuen Situation konzeptionell gerecht zu werden, wurde eine energetische Getreideeinheit ( $GE_E$ ) definiert, die das zusätzliche energetische Potenzial aus der Differenz zwischen der umsetzbaren Energie als Futtermittel und der Bruttoenergie als Energiesubstrat erfasst. Durch Addition mit der ursprünglichen Getreideeinheit (GE) besteht somit die Möglichkeit, das gesamte theoretische Energiepotenzial der Ernte zu bewerten. Für das Jahr 2008 wurde dieses Gesamtpotenzial auf 214,5 Mio. GE geschätzt, wovon 92 Mio. auf den energetischen Zusatz der  $GE_E$  entfallen. Für die vier etablierten Energielinien der Biodiesel und Pflanzenölerzeugung sowie der Bioethanol- und Biogasproduktion wurden analog zur tierischen Erzeugung Produktkennzahlen durch Substitution der eigentlichen Erzeugnisse durch den benötigten Rohstoffbedarf ermittelt und ein Gesamtbedarf von 20 Mio. GE berechnet. Der Möglichkeit einer stufenweisen Nutzung der Bruttoenergie pflanzlicher Biomasse im Rahmen von Verwertungskaskaden wurde durch die Berechnung von Brutto- und Nettokennzahlen entsprochen. Das Aggregationskonzept erfährt durch die Berücksichtigung erneuerbarer Energieträger eine deutliche Ausweitung, die zum Teil auf theoretischen Annahmen beruht. Es ist zu wünschen, dass die forschungsbegleitete Entwicklung dieses Wirtschaftsbereichs eine praxisnähere Gestaltung ermöglicht.

Die Bewertung der pflanzlichen Erzeugnisse in Form der umsetzbaren Futterenergie kann methodisch durch die Verwendung des Futterwertes einer Tierart für die gesamte Nutztierhaltung oder durch die Berechnung von gewichteten Futterwerten erfolgen. Abzuwägen ist in diesem Zusammenhang zwischen Genauigkeitsgewinn und methodischem Aufwand. Durch die Entwicklung deutlich differenzierter Fütterungskonzepte und die Zunahme volatiler Marktlagen, hat sich der methodische Aufwand einerseits erhöht, andererseits nehmen auch die Schätzfehler bei Verwendung eines einheitlichen Futterwertes zu, da sich hierzu nur der Futterwert der Wiederkäuer eignet, die Rinderbestände jedoch kontinuierlich sinken. In dieser Arbeit wird daher weiterhin die Berechnung gewichteter Futterwerte als Bewertungsgrundlage vorgeschlagen und an der Futtergerste als Bezugs-

größe festgehalten. Die Neubewertung auf dieser Grundlage führt nur bei wenigen Erzeugnissen zu deutlichen Abweichungen gegenüber dem derzeitigen Aggregationschlüssel. Große Unterschiede, die sich vor allem für die Rauhfuttermittel (Silomais, Grünlandaufwuchs, Stroh) und ölhaltige Früchte ergeben haben, sind nur im geringen Maße durch veränderte Nährstoffgehalte und Energiekonzentrationen zu erklären, sondern sind vielmehr methodisch begründet. Das hohe Ernteaufkommen gerade dieser Produkte führt zu einer erheblich höheren Einschätzung des Ernte- und Futteraufkommens.

Die in der deutschen Steuergesetzgebung vorgenommene Unterscheidung in gewerbliche und landwirtschaftliche Tierhaltung nach Maßgabe der Möglichkeit, betriebseigene Futtermittel bereitzustellen, setzt eine einheitliche Bezugsbasis voraus, die eine Relation zwischen der Erzeugungskapazität der Fläche und dem Futterbedarf der Tierhaltung schafft. Vor diesem Hintergrund wurde die Vieheinheit konzipiert, die jedoch schon bei der Einführung erkennbare und, in der Folgezeit mehrfach beschriebene methodische Fehler aufwies. Korrekturen scheiterten jedoch an der hierzu notwendigen Neuerhebung der Einheitswerte, so dass bis heute der Kennzahlenschlüssel des Jahres 1964 verwendet wird. Aus den in dieser Arbeit vorgestellten Berechnungen des Futterenergiebedarfs wurde daher ein Vieheinheitenschlüssel abgeleitet, der dem aktuellen Leistungsstand in der Landwirtschaft gerecht wird. Die sich hieraus ergebenden Abweichungen führen zu erheblichen Bewertungsunterschieden, deren ökonomische und ökologische Auswirkungen auf die landwirtschaftlichen Betriebe und die Umwelt gründlich überprüft werden sollten. Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass eine Neubewertung der landwirtschaftlichen Erzeugnisse im Rahmen von Aggregationsverfahren zu beachtlichen Bewertungsunterschieden gegenüber früheren Bewertungen führt. So wird der Futterenergiebedarf mit dem bisher verwendeten Kennzahlenschlüssel um ca. 4 Mio. GE überschätzt, während das Aufkommen pflanzlicher Erzeugnisse erheblich unterschätzt wird. Die sich hieraus ableitende verbesserte Versorgungslage wird durch die Beanspruchung pflanzlicher Biomasse zu Energieerzeugung relativiert. Es konnte gezeigt werden, dass eine Integration der Bioenergiegewinnung in die physischen Aggregationsverfahren zwar möglich, aber auch mit erheblichem methodischem Aufwand verbunden ist. Besonders die Beurteilung über gewichtete Energiewerte erfordert regelmäßige Aktualisierungen der Kennzahlen, um den hiermit erzielten Genauigkeitsgewinn dauerhaft zu gewährleisten.

## 11. Literaturverzeichnis

ACKERMANN, I., BALLIET, U., BUCHWALD, J., JAEP, A., LAMPE, J., KOCH, H., LANSER, E.W., LIEDEL; W., MARTEN, J.-P., ROSENBERGER, G., SEIBERT, O. (1993): Spezielle Betriebszweige in der Tierhaltung. KTBL, Darmstadt.

ADR (1990-2009): Arbeitsgemeinschaft deutscher Rinderzüchter, Rinderproduktion in Deutschland 2008 – Ausgabe 2009-, Bonn.

AGRSTATG (2009): Gesetz über Agrarstatistiken (Agrarstatistikgesetz - AgrStatG) vom 15.03.1989 in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Dezember 2009 (BGBl. IS. 3886).

ARFC (1995): Energy and protein requirements of ruminants. Agricultural and Food Research Council, CAB International, Wallingford.

AVIAGEN (2008a): British United Turkey, B.U.T. Performance Goals 6<sup>th</sup> edition, Cheshire, UK.

AVIAGEN (2008b): British United Turkey Big 6 Commercial Performance Goals. URL:[http:// www.aviagen.com/docs/Big%20%20Commercial%20Goals.pdf](http://www.aviagen.com/docs/Big%20%20Commercial%20Goals.pdf)

AVIAGEN (2008c): British United Turkey Big 6 Breeders Performance Goals. URL:[http:// www.aviagen.com/docs/Big6%20breeder%20goals.pdf](http://www.aviagen.com/docs/Big6%20breeder%20goals.pdf)

AVIAGEN (2008d): British United Turkey, Nutritional recommendations for B.U.T. Breeding Turkeys. URL:<http://www.aviagen.com/docs/Nutrition%20Tables%20for%20Breeders.pdf>

AVIAGEN (2008e): British United Turkey, Nutritional recommendations for B.U.T. Commercial Turkeys. URL:<http://www.aviagen.com/docs/Nutrition%20Tables%20-%20Commercials.pdf>

- BACH, P., BUDDE, F.J., DIETER, B., JAEP, A., LAMPE, J., LANSER, E.W., LIEDEL, W., SEIBERT, O. (1984): Spezielle Betriebszweige in der Tierhaltung. KTBL, Darmstadt.
- BAUG (2009): Baugesetzbuch (BauGB) vom 23.06.1960 in der Fassung der Bekanntmachung vom 23. September 2004 (BGBl. I S.2414), das zuletzt durch Artikel 4 des Gesetzes vom 24. Dezember 2008 (BGBl. I S. 3018) geändert worden ist.
- BAVARIAN FLECKVIEH GENETICS (2009): Zuchtziele für die Rasse Fleckvieh. Prüf- und Besamungsstation München, Grub.
- BECKER, J. W. (1988a): Aggregation in landwirtschaftlichen Gesamtrechnungen über physische Maßstäbe –Futtergersteneinheit als Generalnenner– . Wissenschaftlicher Fachverlag 1988, Gießen.
- BECKER, J. W. (1988b): Aggregation von Tierbeständen mit Hilfe eines Kennzahlenschlüssels. Agrarwirtschaft 37: 207-220.
- BELLOF, G. (2003). Zur Mast- und Schlachtleistung von Bocklämmern der Rasse Merino Landschaf in Abhängigkeit der Fütterungsintensität. Züchtungskunde, 75: 274-283.
- BELLOF, G., WOLF, A., NADERER, J., SCHUSTER, M. HOLLWICH, W. (2003a): Vergleichende Untersuchungen zum Einfluss der Fütterungsintensität, Geschlecht, und Endgewicht auf die Mast- und Schlachtleistung von Lämmern der Rasse Merinolandschaft. Züchtungskunde, 75: 53-68.
- BELLOF, G., WOLF, A., HOLLWICH, W. (2003b): Zum Einfluss von Geschlecht, Schlachtgewicht und Fütterungsintensität auf die grobgewebliche Zusammensetzung von Lämmern der Rasse Merinolandschaf. Züchtungskunde, 75: 127-143.
- BELLOF, G., WOLF, A., SCHUSTER, M. HOLLWICH, W. (2003c): Nährstoffgehalte von Muskel-, Fett-, und Knochengewebe des Schlachtkörpers im Wachstumsverlauf von Lämmern der Rasse Merinolandschaft. J. Anim. Physiol. Anim. Nutr., 87: 347-358.

- BELLOF, G., PALLAUF, J. (2004): Utilization of energy for growth in lambs of breed German Merino Landsheep. *Archives of Animal Nutrition*, 58 (6): 495-505.
- BERK, J. (2009): Faustzahlen zur Mastgeflügelhaltung. In ZDG (Hrsg.) *Geflügeljahrbuch*, Ulmer, Stuttgart.
- BESCH, M., WÖHLKEN, E. (1976): Zielsetzung, Aussagemöglichkeiten und Aussagegrenzen von mengen- und wertmässigen Gesamtrechnungen. *Agrarstatistische Studien*, 16, zweite berichtigte Ausgabe, Gießen.
- BESGEN, S. (2005): Energie- und Stoffumsetzungen in Biogasanlagen – Ergebnisse messtechnischer Untersuchungen an landwirtschaftlichen Biogasanlagen im Rheinland –. Diss. agr., Bonn.
- BEWG (2008): Bewertungsgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 1. Februar 1991 (BGBl. I S.230), zuletzt geändert durch Artikel 2 des Gesetzes vom 24. Dezember 2008 (BGBl. I S.3018).
- BIERTÜMPFEL, A. (2009): Anbautelegramm: Faserlein. Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, Zentrum Nachwachsende Rohstoffe, Jena.
- BMELV (1990, 1994, 1998, 2004, 2009): Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, *Statistisches Jahrbuch über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten*. Wirtschaftsverlag NW GmbH, Bremerhaven.
- BMU (2009): Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, *Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland im Jahr 2008*. Berlin.
- BOCKEY, D. (2006): Rohstoffpotenziale für die Produktion von Biodiesel – eine Bestandsaufnahme-. Union zur Förderung von Öl- und Proteinpflanzen e.V.. Berlin.
- BOMME, U. (2005): Heil- und Gewürzpflanzen. In KTBL (Hrsg.): *Faustzahlen für die Landwirtschaft*: 466-472, Darmstadt.

- BOMME, U. (2009): Möglichkeiten und Grenzen des Anbaus von Heil- und Gewürzpflanzen aus pflanzenbaulicher und betriebswirtschaftlicher Sicht. Bayrische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Freisingen-Weihenstephan. URL:<http://www.lfl.bayern.de/ipz/heilpflanzen/16923/index.php>
- BOMME, U., BRENNDÖRFER, M., HEINDL, A., JÄGER, P., REICHARDT, I., SCHAUBS, B., SCHIMMEL, U., WEIERSHÄUSER, L., WINTER, P. (2002): Heil- und Gewürzpflanzen – Daten für die Kalkulation von Deckungsbeiträgen und einzelkostenfreien Leistungen. KTBL, Darmstadt.
- BÖSCH, M., KALM, E. (1996): Hybridschweinezucht in Deutschland. Schweinewelt 21 (5): 9 – 14.
- BRADE (2007): Rinderhaltung und Fleischerzeugung. In BRADE, W., FLACHOWSKY, G. (Hrsg.): Rinderzucht und Rindfleischerzeugung –Empfehlungen für die Praxis-Sonderheft 313, Landbauforschung Völkenrode, Braunschweig
- BRENNDÖRFER, M. (1999): Ergebnisse einer bundesweiten Umfrage zum Stand dezentraler Ölsaatenverarbeitung. In: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (Hrsg.): Dezentrale Ölsaatenverarbeitung. Münster-Hiltrup, Landwirtschaftsverlag GmbH, 91-99.
- BRÖMMER, J. (2005): Produktionssysteme, räumliche Verteilung und Struktur der Rindermast in Deutschland – eine expertengestützte Analyse. Diplomarbeit, FH-Osnabrück.
- BRÖRING (2008): Sortiment Geflügelmast, Bröring Unternehmensgruppe, Dinklage, URL: <http://www.broering.com/sortiment/gefluegelmast.php>
- BUNDESTAG (1963): deutscher Bundestag: Kurzprotokoll der 54. Sitzung des Ausschusses für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten am 21.3.1963, Bonn
- BUNDESTAG (1985): Deutscher Bundestag: Bericht der Bundesregierung zur steuerlichen Abgrenzung der landwirtschaftlichen von der gewerblichen Tierhaltung (§

51 Abs. 1 des Bewertungsgesetzes – BewG). Drucksache 10/3233 vom 22.04.1985, Bonn

BURGSTALLER, G., BIEDERMANN, G., HUBER, M., PAHMEYER, L., RATSCHOW, J.P. (1999): Handbuch Schweineerzeugung. Verlagsunion Agrar, Münster.

CANNAS, A. (2004): Energy and protein Requirements. In: PAULINA, G.; BENCINI, R. (Hrsg.) Dairy Sheep Nutrition. CABI Publishing, Wallingford/Cambridge.

CANNAS, A., TEDESCHI, L.O., FOX, D.G., PELL, A.N., VAN SOEST, P.J. (2004): A mechanistic model for predicting the nutrient requirements and feed biological values for sheep. J. Anim. Sci. 82: 146-169.

CHUDASKE, C. (2003): Wozu brauchen wir Futterwerttabellen? Vergangenheit und Zukunftsperspektiven. DLG, Frankfurt a.M.

COBB (2008a): Breeder Management Supplement, Europe, Middle East, African version. Cobb-Vantress Inc., Siloam Springs, Arkansas, USA.

COBB (2008b): Broiler Performance & Nutrition Supplement, Europe, Middle East, African version. Cobb-Vantress Inc., Siloam Springs, Arkansas, USA.

CSIRO (1990): Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation, Standing Committee on Agriculture, Feeding standards for Australian livestock: Ruminants. CSIRO Publications, East Melbourne.

CVB (2007): centraal veevoederbureau. Feedstuff Table Edition 2007, Lelystad.

DACHLER, M., PELZMANN, H. (1999): Arznei- und Gewürzpflanzen, Anbau- Ernte- Aufbereitung. 2. Auflage, Österreichischer Agrarverlag, Klosterneuburg.

DAMME, K., WIEDMANN, S., SCHNEIDER, M., HILDEBRAND, R. A. (2007): 6. Bayerischer Herkunftsvergleich von Legehybriden in Bodenhaltung - Prüfungsdurchgang 2006/2007-. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft

- DEBLITZ, C.; BRÖMMER, J.; BRÜGGEMANN, D. (2008): Beef production in Germany – production systems and their spatial distribution. *Landbauforschung – VTI Agriculture and Forestry Research*. 58 (1/2): 29-44.
- DESTATIS (2006): Gartenbauerhebung 2005, Qualitätsbericht, statistisches Bundesamt, Wiesbaden.
- DESTATIS (2008a): Agrarstrukturerhebung, Qualitätsbericht, statistisches Bundesamt, Wiesbaden.
- DESTATIS (2008b): allgemeine Zierpflanzenerhebung, Qualitätsbericht, statistisches Bundesamt, Wiesbaden.
- DESTATIS (2008c): Baumobstanbauerhebung 2007, statistisches Bundesamt, Wiesbaden.
- DESTATIS (2009a): Allgemeine und repräsentative Erhebung über die Viehbestände., URL: <https://www.genesis.destatis.de/genesis/online/online;jsessionid=DFE56EEF776890AA9F8872584FC25008.tcggen1?operation=statistikAbruftabellen&levelindex=0&levelid=1255013817278&index=2>
- DESTATIS (2009b): Baumschulerhebung, Qualitätsbericht, statistisches Bundesamt, Wiesbaden.
- DESTATIS (2009c): besondere Ernte- und Qualitätsermittlung (BEE), Qualitätsbericht, statistisches Bundesamt, Wiesbaden.
- DESTATIS (2009d): Ernte- und Betriebsberichterstattung (EBE): Feldfrüchte und Grünland, Qualitätsbericht, statistisches Bundesamt, Wiesbaden.
- DESTATIS (2009e): Ernte- und Betriebsberichterstattung (EBE): Gemüse und Erdbeeren, Qualitätsbericht, statistisches Bundesamt, Wiesbaden.
- DESTATIS (2009f): Ernte- und Betriebsberichterstattung (EBE): Obst, Qualitätsbericht, statistisches Bundesamt, Wiesbaden.

- DESTATIS (2009g): Ernte- und Betriebsberichterstattung (EBE): Reben und Weinmost, Qualitätsbericht, statistisches Bundesamt, Wiesbaden.
- DESTATIS (2009h): Geflügelstatistik, Erhebung in Geflügelschlachtereien. URL: <https://www-genesis.destatis.de/genesis/online/online.jsessionid=C88557A1A3BF83F92736518DBC23F1A7.tcgggen2>
- DESTATIS (2009i): Gemüseanbauerhebung, Qualitätsbericht, statistisches Bundesamt, Wiesbaden.
- DESTATIS (2009j): Grunderhebung der Rebflächen und Rebflächenerhebung, Qualitätsbericht, statistisches Bundesamt, Wiesbaden.
- DESTATIS (2010a): Anleitung für die Ernte- und Betriebsberichterstattung der landwirtschaftlichen Feldfrüchte und des Grünlandes. Statistische Landesämter und bundesamt, Wiesbaden/Stuttgart.
- DESTATIS (2010b): Bodennutzungshaupterhebung 2009, Qualitätsbericht, statistisches Bundesamt, Wiesbaden.
- DESTATIS (2010c): Weinstatistik-Ernteerhebung und Erhebung der Weinerzeugung, Qualitätsbericht, statistisches Bundesamt, Wiesbaden.
- DEUKA (2008): Produktionsprogramm Geflügel, Deutsche Tiernahrung GmbH & Co KG, Düsseldorf. URL: [http://www.deutsche-tiernahrung.de/send\\_file.php/material/Prod-Gefluegel\\_Due\\_08\\_10.pdf](http://www.deutsche-tiernahrung.de/send_file.php/material/Prod-Gefluegel_Due_08_10.pdf)
- DEUTSCHES BRAUNVIEH (2009): Arbeitsgemeinschaft deutsches Braunvieh, Die Rasse Braunvieh. URL:<http://www.braunvieh.de/Die-rasse.htm>
- DHV (2009): Deutscher Holstein Verband: Zuchtziele deutsche Holsteins. URL: <http://www.holstein-dhv.de/zuchtziel.html>
- DLG (1970): Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft. DLG-Futterwerttabellen Wiederkäuer. DLG-Verlag GmbH, Frankfurt a. M.

- DLG (1984): Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft. DLG-Futterwerttabellen Schweine. DLG-Verlag GmbH, Frankfurt a. M.
- DLG (1991): Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft. DLG-Futterwerttabellen Schweine. DLG-Verlag GmbH, Frankfurt a. M.
- DLG (1995): Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft. DLG-Futterwerttabellen Pferde. DLG-Verlag GmbH, Frankfurt a. M.
- DLG (1997a): Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft. DLG-Futterwerttabellen Wiederkäuer. DLG-Verlag GmbH, Frankfurt a. M.
- DLG (1997b): Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft, Arbeitskreis Futter und Fütterung. Leistung- und qualitätsgerechte Bullenmast. DLG-Information 2/1997
- DLG (2005): Bilanzierung der Nährstoffausscheidungen landwirtschaftlicher Nutztiere, DLG-Verlag GmbH, Frankfurt a. M.
- DLG (2008): Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft. Trendreport Spitzenbetriebe Schweinemast und Ferkelerzeugung - Gesundheit und Fütterung. DLG-Verlags-GmbH, Frankfurt am Main.
- DLG (2009): Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft. Datenbank Futtermittel, Frankfurt a. M., URL: <http://datenbank.futtermittel.net>
- DÖHLER, H., ECKEL, H., FRÖBA, N., GREBE, S., HARTMANN, S., HÄUßERMANN, U., KLAGES, S., SAUER, N., NAKAZI, S., NIEBAUM, A., ROTH, U., WIRTH, B., WULF, S. (2009): Faustzahlen Biogas, 2. Auflage. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft, Darmstadt
- DÖRING, RÖSLER, BAUMGART, REINSDORF, BACHMANN, JÄSERT, NAUMANN, I. (2008): Ergebnisse der Milchleistungsprüfung bei Ziegen im Milchprüfjahr 2007. Informationsheft des LKV-Sachsen-Anhalt e.V. 1/2008, Haale, Saale.

- DÜV (2006): Verordnung über die Anwendung von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln nach den Grundsätzen der guten fachlichen Praxis beim Düngen (Düngeverordnung - DüV) in der Fassung der Bekanntmachung vom 27. Februar 2007 (BGBl. I S.221), die zuletzt durch Artikel 18 des Gesetzes vom 31. Juli 2009 (BGBl. I S. 2585) geändert worden ist".
- ENGEL, E. (1988): Die Fehler im Vieheinheitenschlüssel. Die Information über Steuer und Wirtschaft 42 (3): 53-56.
- ENGEL, E. (1998): Landwirtschaft oder Gewerbe, Die steuerliche Abgrenzung. 1. Auflage, Verlag Pflug und Feder, Sankt Augustin.
- ERNST, E., KALM, E. (1994): Grundlagen der Tierhaltung und Tierzucht. Paul Parey, Hamburg.
- ESENWEIN-ROTHE, I. (1967): Zur Methodik der statistischen Aggregation. statistische Hefte, 8 (1): 66-78.
- ESENWEIN-ROTHE, I. (1976): Die Methoden der Wirtschaftsstatistik. Band 2, Vandenhoeck & Ruprecht, Göttingen.
- EStG (2002): Einkommensteuergesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 19. Oktober 2002 (BGBl. I S. 4210; 2003 I S. 179), zuletzt geändert durch Artikel 90 des Gesetzes vom 17. Dezember 2008 (BGBl. I S. 2586 mWv 1.9.2009).
- ESTR (2005): Allgemeine Verwaltungsvorschrift der Bundesregierung, Drucksache 713/05. Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Anwendung des Einkommensteuerrechts vom 29.09.2005.
- EU (2009): Verordnung (EG) Nr. 1200/2009 der Kommission vom 30. November 2009 zur Durchführung der Verordnung (EG) Nr. 1166/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates über die Betriebsstrukturerhebungen und die Erhebung über landwirtschaftliche Produktionsmethoden im Hinblick auf die Koeffizienten für Großvieheinheiten und die Definition der Merkmale. Brüssel.

- FAOSTAT (2008): Food and Agricultural organization of the United Nations, statistic div-  
sion, URL: <http://faostat.fao.org/site/569/DesktopDefault.aspx?PageID=569#ancor>
- FEKETE, S., WIESEMÜLLER, W. (1993): Ernährung des Kaninchens. In WIESEMÜLLER, W., LEIBETSEDER, J. (Hrsg.): Ernährung monogastrischer Nutztiere. Gustav Fischer Verlag, Jena, Stuttgart.
- FLACHOWSKY, G. (2004): Zur wissenschaftlichen Basis von Fütterungsnormen. Feed magazine 9: 260-265.
- FLACHOWSKY, G., RODEHUTSCORD, M. (2005): Bedarfswerte für Nutztiere – Möglichkeiten und Grenzen einheitlicher europäischer Normen-. Feed magazine 11: 31-34.
- FLOCK, D. K., HEIL, G. (2002): Eine Langzeitanalyse der Leistungsentwicklung weißer und brauner Legehybriden anhand der Ergebnisse der amtlichen deutschen Legeleistungsprüfungen von 1974/75 bis 1997/99. Arch. Geflügelkd. 66 (1): 1-20.
- FNR (2007): Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe: Biogas: Basisdaten Deutschland, Gülzow.
- FNR (2008): Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe, Biogas - eine Einführung. Gülzow.
- GAULY, M., MOORS, E. (2009): Fleischschafhaltung. Produktionsverfahren planen und kalkulieren, KTBL-Datensammlung, Darmstadt.
- GEH (1986): Gesellschaft für Ernährungsphysiologie der Haustiere, Ausschuss für Bedarfsnormen, Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere. Nr. 3 Kühe und Aufzuchttrinder, DLG-Verlag, Frankfurt a. M.
- GFE (1994): Gesellschaft für Ernährungsphysiologie, Ausschuss für Bedarfsnormen, Empfehlungen zur Energie und Nährstoffversorgung der Pferde. DLG-Verlags-GmbH, Frankfurt a. M..

- GFE (1995): Gesellschaft für Ernährungsphysiologie, Ausschuss für Bedarfsnormen, Empfehlungen zur Energie und Nährstoffversorgung der Mastrinder. DLG-Verlags-GmbH, Frankfurt a. M..
- GFE (1996): Gesellschaft für Ernährungsphysiologie, Ausschuss für Bedarfsnormen, Energiebedarf von Schafen. Proceedings of the Society of Nutrition Physiologie 5: 149-152.
- GFE (1997): Gesellschaft für Ernährungsphysiologie, Ausschuss für Bedarfsnormen, Empfehlungen zur Energieversorgung von Aufzuchtkälbern und Aufzuchtrindern. Proceedings of the Society of Nutrition Physiologie 6: 201-215.
- GFE (1999): Gesellschaft für Ernährungsphysiologie, Ausschuss für Bedarfsnormen, Empfehlungen zur Energie und Nährstoffversorgung der Legehennen und Masthühner (Broiler). DLG-Verlags-GmbH, Frankfurt a. M..
- GFE (2001): Gesellschaft für Ernährungsphysiologie, Ausschuss für Bedarfsnormen, Empfehlungen zur Energie und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchtrinder. DLG-Verlags-GmbH, Frankfurt a. M..
- GFE (2003a): Gesellschaft für Ernährungsphysiologie, Ausschuss für Bedarfsnormen, Schätzung des Gehalts an verdaulicher Energie im Pferdefutter. Proceedings of the Society of Nutrition Physiologie 12: 123-126.
- GFE (2003b): Gesellschaft für Ernährungsphysiologie, Ausschuss für Bedarfsnormen, Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Ziegen. DLG-Verlags GmbH, Frankfurt am Main.
- GFE (2004): Gesellschaft für Ernährungsphysiologie, Ausschuss für Bedarfsnormen, Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Mastputen. Proceedings of the Society of Nutrition Physiologie (13): 199-233.
- GFE (2006): Gesellschaft für Ernährungsphysiologie, Ausschuss für Bedarfsnormen, Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung von Schweinen. DLG-Verlags-GmbH, Frankfurt a. M.

- GOLZE, M. (2005): Haltung von Mastgänsen. Interne KTBL-Auftragsarbeit, URL: <http://www.ktbl.de/index.php?id=610>
- GOLZE, M., WEHLITZ, R., WESTPHAL, K. (2008): Schlachtkörperwert und Fleischqualität von verschiedenen Kaninchenrassen und Herkünften. Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Fachbereich Tierische Erzeugung, Köllitsch. URL: [http://www.smul.sachsen.de/lfl/publikationen/download/3399\\_1.pdf](http://www.smul.sachsen.de/lfl/publikationen/download/3399_1.pdf)
- GRAF, T., BIERTÜMPFEL, A., RUDEL, H. (2010): Hinweise zum Hanfanbau unter Thüringer Standortbedingungen. Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, Zentrum Nachwachsende Rohstoffe, Jena.
- GROENEWOLD, J. (2010): Landwirtschaftskammer Niedersachsen, Oldenburg, persönliche Mitteilung vom 23.3.2010.
- GROßE, B. (2006): Zuchttierbestandserfassung des Zentralverbandes Deutscher Rasse- und Kaninchenzüchter e.V. 2004.
- GRUNERT, M (2002): Faserlein, Anbau und Verwertung. Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Fachbereich Bodenkultur und Pflanzenbau, Leipzig.
- GURRATH, P. (2006): Ergebnisse der Gartenbauerhebung 2005. Wirtschaft und Statistik (10) 2006, Wiesbaden.
- GÜTTE, J.O. (1972): Energiebedarf laktierender Stuten. In LENKHEIT, W., BREIREM, E., CRASEMANN, E. (Hrsg.), Handbuch Tierernährung: 393-398, Paul Parey Verlag, Berlin-Hamburg.
- HARRIS (1997): Energy sources and requirements of the exercising horse. Annual Review of Nutrition (17): 185-210.
- HEIL, G., HARTMANN, W. (1999): amtliche Legeleistungsprüfung 1997/99: zusammenfassende Auswertung. DGS-Magazin 52 (9): 10-21.

- HENDRIX (2009a): General management guide commercials. ISA, Hendrix Genetics, Boxmeer.
- HENDRIX (2009b): General management guide for layer parent stock. ISA, Hendrix Genetics, Boxmeer.
- HENDRIX (2009c): Nutrition management guide commercials. ISA, Hendrix Genetics, Boxmeer.
- HENDRIX (2009d): Nutrition management guide parent stock. ISA, Hendrix Genetics, Boxmeer.
- HENDRIX (2009e): Product performance commercial layer. ISA, Hendrix Genetics, Boxmeer.
- HENDRIX (2009f): parent stock, Product performance. ISA, Hendrix Genetics, Boxmeer.
- HENNIGES, O. (2006): Die Bioethanolproduktion –Wettbewerbsfähigkeit in Deutschland unter Berücksichtigung der internationalen Konkurrenz-. Diss. agr., Hohenheim.
- HENÖCKL, R. (2003): Betriebswirtschaftliche Aspekte der Lammfleischerzeugung. Internationale Fachtagung für Schafhaltung, 30-31 Januar 2003, Irdning.
- HOY, S. (2009): DLG-Ausschuss für Kaninchenhaltung und Kaninchenzucht, persönliche Mitteilung 16.05.09.
- HYBRIMIN (2008): WinFumi, Version 3.97, HYBRIMIN®Computer + Programme GmbH & Co. KG, Hessisch Oldendorf.
- ICAR (2009): Yearly enquiry on the situation of cow milk recording in member countries. Results for the years 2008-2009. International committee for animal Recording, Rom

- INRA (1989): Institut National de la Recherche Agronomique, Ruminant Nutrition. Recommended allowances and feed tables. INRA Publications, Versailles.
- INRA (1990): l'institut national de la recherche agronomique, L'alimentation des chevaux. INRA Publications, Versailles.
- JACOBS, REMMERSMANN, SCHNEIDER (2009): Nährstoffvergleich und Beurteilungsblatt NRW, Vers. 3.05, Landwirtschaftskammer NRW, Bonn/Münster.
- JANSSEN, H. (2006): Untersuchungen zum Einfluss unterschiedlicher Fütterungsintensitäten auf das Körperwachstum, die Futteraufnahme, die Körperzusammensetzung sowie den Stoff- und Energieansatz von weiblichen Kälbern und Aufzuchttrindern. Diss. agr., Göttingen/Braunschweig.
- JEROCH, H., DÄNICKE, S. (2009): Faustzahlen zur Geflügelfütterung. In ZDG (Hrsg.) Geflügeljahrbuch, Ulmer, Stuttgart.
- JEROCH, H., DROCHNER, W., SIMON, O. (1999): Ernährung landwirtschaftlicher Nutztiere. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- JEROCH, H., DROCHNER, W., SIMON, O. (2008): Ernährung landwirtschaftlicher Nutztiere. 2. überarbeitete Auflage, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- KALTSCHMITT, M., HARTMANN, H. (2001): Energie aus Biomasse - Grundlagen, Techniken und Verfahren. Springer, Berlin.
- KAMPHUES, J., COENEN, M., KIENZLE, E., PALLAUF, J., SIMON, O., ZENTEK, J. (2004): Supplemente zu Vorlesungen und Übungen in der Tierernährung. Verlag m.&H. Schaper, Hannover.
- KANN, A. (1968): Der Aussagewert von Makrogrößen in der Wirtschaftsstatistik, Franz Steiner Verlag, Wiesbaden.

- KEYMER, U., SCHILCHER, A. (2003): Biogasanlagen: Berechnung der Gasausbeute von Kosubstraten. Fachbeiträge aus dem Institut für Agraökonomie, Bayrische Landesanstalt für Landwirtschaft.
- KIENZLE, E., ZEYNER, A. (2002): A Method to estimate Digestible Energy in Horse Feed, *Journal of Nutrition* 132: 1771-1773.
- KIENZLE, E.; ZEYNER, A. (2010): The developement of a metabisable energy system for horses. *Journal of Animal Physiol. Animal Nutr.* akzeptiert zur Publikation.
- KIRCHGEßNER, M. (2004): Tierernährung. 11. Auflage, Verlags Union Agrar, Münster.
- KIRCHGEßNER, M. (2008): Tierernährung. 12. Auflage, Verlags Union Agrar, Münster.
- KLAPP, C. (2008): Aggregationsmaßstäbe für landwirtschaftliche Erzeugnisse – Internationaler Vergleich und aktuelle Herausforderungen. Zwischenbericht zum Forschungsprojekt Überarbeitung des Getreide- und Vieheinheitenschlüssels, unveröffentlicht, Department für Agrarökonomie und ruale Entwicklung, Uni Göttingen.
- KLEIBER, M. (1947): Body size and metabolice rate. *Physiol. Reviews* 27: 511-541.
- KLEMM, R., DIENER, K. (2005): Wirtschaftlichkeitsbericht zur sächsischen Schafhaltung. Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Dresden.
- KRIEG, R. (2009): Kaninchen: mehr als Haus- und Hobbytier. Vortrag im Rahmen des Seminars Nutztierwissenschaften, 15.06.09, DNTW, Uni Göttingen.
- KTBL (2005): Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V. Faustzahlen für die Landwirtschaft. 13. Auflage, Darmstadt.
- KTBL (2010): Großvieheinheitenrechner 2.1, Darmstadt.URL: <http://daten.ktbl.de/gvrechner/gvHome.do#start>
- KTBL (2005): Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V., Gasausbeuten in landwirtschaftlichen Biogasanlagen. KTBL-Heft 50, Darmstadt.

- KUHLMANN, K., SOMMER, W. (2007): Neue Fütterungsempfehlungen für die Schweinemast. URL:<http://www.landwirtschaftskammer.de/fachangebot/tierproduktion/schweinehaltung/fuetterung/empfehlungen-schweinemast.htm>
- LEESON, S., SUMMERS, J. D. (1997): Commercial Poultry nutrition. University Books, Guelph, Canada.
- LFL (2010a): Jahresbericht 2009 Sonderkultur Hopfen. Bayrische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung und Gesellschaft für Hopfenforschung e.V., Wolnzach.
- LFL (2010b): Basisdaten -für die Ermittlung des Düngebedarfs, -für die Umsetzung der Düngeverordnung. Bayrische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Agrarökologie, Ökologischen Landbau und Bodenschutz, Freising.
- LINKE, B., MÄHNERT, P., HEIERMANN, M., MUMME, J. (2006): Grundlagen und Verfahren der Biogasgewinnung. In Ministerium für ländliche Entwicklung, Umwelt und Verbraucherschutz (Hrsg.), Biogas in der Landwirtschaft. Potsdam.
- LÖHLE, K. (2003): Fortpflanzung. In SCHLOLAUT, W. (Hrsg.): Das große Buch vom Kaninchen. DLG-Verlags GmbH, Frankfurt am Main.
- LOHMANN (2010a): Leitfaden zum Management von Junghennen in Boden-, Volieren- und Freilandlandhaltung. Lohmann Tierzucht GmbH, Cuxhaven.
- LOHMANN (2010b): Leitfaden zum Management von Legehennen in Boden-, Volieren- und Freilandlandhaltung. Lohmann Tierzucht GmbH, Cuxhaven.
- LOHMANN (2010c): Managementempfehlungen für Legehennen in Boden-, Volieren- und Freilandlandhaltung. Lohmann Tierzucht GmbH, Cuxhaven.
- LOHMANN (2010d): Managementempfehlungen für die Aufzucht von Junghennen in Boden-, Volieren- und Freilandlandhaltung. Lohmann Tierzucht GmbH, Cuxhaven.

- LÜKE, M. (2010): Geflügelwirtschaftsverband Westfalen e.V., persönliche Mitteilung vom 13.04.2010
- LUO, J., GOETSCH, A. L., NS AHLAI, I. V., JOHNSON, Z. B., SAHLU, T., MOORE, J. E., FERRELL, C. L., GALYEAN, M. L., OWENS, F. N., (2004a): Maintenance energy requirements of goats: predictions based observations of heat and recovered energy. *Small Ruminant Research* 53, 221-230.
- LUO, J., GOETSCH, A. L., SAHLU, T., NS AHLAI, I. V., JOHNSON, Z. B., MOORE, J. E., GALYEAN, M. L., OWENS, F. N., FERRELL, C. L. (2004b): Prediction of metabolizable energy requirements for maintenance and gain of preweaning, growing, and mature goats. *Small Ruminant Research* 53: 231-252.
- MARKTONOG (2008): Gesetz über Meldungen über Marktordnungswaren (MarktONOG) vom 23.06.1976 in der Fassung der Bekanntmachung vom 26. November 2008 (BGBl. I S. 2260).
- MARKTOWMELDV (1999): Verordnung über Meldepflichten über Marktordnungswaren (Marktordnungswaren-Meldeverordnung) vom 24. November 1999 (BGBl. I S. 2286).
- MARTIN-ROSSET, W., VERMOL, M., DOREAU, M., TISSERAND, J.L., ANDRIEU (1994): The French horse feed evaluation systems and recommended allowances for energy and protein. *Livestock production science* 40: 37-56.
- MEG (2010): Marktbilanz Eier und Geflügel 2010. Margit M. Beck., Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart.
- MEGA (2008): Hähnchenfutterprogramm, Mega Tiernahrung, Visbeck. URL: <http://www.consultmedia.de/mega/upload/futterprogramm/HaehnchenStandardkomplett.pdf>
- MENDL, C. (2009): persönliche Mitteilung, 13.01.2009, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft Institut für Tierzucht. Poing.

- MENKE, K., HUSS, W. (1987): Tierernährung und Futtermittelkunde. Ulmer Verlag, Stuttgart.
- MEYER, H., AHLWEDE, L. (1976): Über das intrauterine Wachstum und die Körperzusammensetzung von Fohlen sowie den Nährstoffbedarf tragender Stuten.
- MEYER, R., GRUNWALD, A., RÖSCH, C., SAUTER, A. (2007): Chancen und Herausforderungen neuer Energiepflanzen. Büro für Technikfolge-Abschätzung beim deutschen Bundestag, Arbeitsbericht Nr. 121.
- MEYER, U., STROBEL, E., DAENICKE, R., FLACHOWSKY, G. (2003): Zur Energieversorgung Schwarzbunter Mastbullen der Rasse Deutsche Holstein bei hohen Lebendmassezunahmen. *Landbauforschung Völkenrode* 53 (1): 33-36.
- MILCH, W. (1985): Steuerliche Abgrenzung zwischen landwirtschaftlicher und gewerblicher Tierhaltung. *39 (9):193-196.*
- MÜLLER, K., HILLER, P., SCHULTZ, K.-P., LORDIECK, K.H. (2001): Erfassung des Produktionsverfahrens und des Arbeitsaufwandes (Arbeitszeitbedarf) für die Mast von Peking- und Flugenten. Interner KTBL-Abschlussbericht, Landwirtschaftskammer Weser-Ems, Oldenburg.
- NRC (1977): National Research Center, Committee on Animal Nutrition, Nutrient Requirements of rabbits. National Academic Press, Washington, D. C..
- NRC (1978): National research council, Division on Earth and Life Studies, Board on Agricultural and Natural Resources, Committee on Nutrient Requirements of Horses. Nutrient Requirements of Horses 4<sup>th</sup> revised edition. National academies press, Washington.
- NRC (2007a): National research council, Division on Earth and Life Studies, Board on Agricultural and Natural Resources, Committee on Nutrient Requirements of Horses, Nutrient Requirements of Horses 6<sup>th</sup> revised edition. National academies press, Washington.

- NRC (2007b): National Research Council, Board on Agriculture and Natural Resources, Committee on Nutrient Requirements of Small Ruminants. Nutrient requirements of small ruminants, sheep, goats, cervids and new world camelids. National Academic Press, Washington.
- NSAHLAI, I. V., GOETSCH, A. L., LUO, J., JOHNSON, Z. B., MOORE, J. E., C. L. SAHLU, T., FERRELL, C., GALYEAN, M. L., OWENS, F. N. (2004): Metabolizable energy requirements of lactating goats. *Small Ruminant Research* 53: 253-273.
- PADBERG (1970): Berechnungen zur Revision des Getreideeinheitenschlüssels (handschriftliche Unterlagen), Bonn.
- PAUFLER, S. (1984): Fortpflanzung. In Gesellschaft für technische Zusammenarbeit (Hrsg.): *Kompodium der Kaninchenproduktion unter Berücksichtigung der Verhältnisse in der Dritten Welt*. Eschborn.
- PINGEL, H. (2008): *Enten und Gänse*. Ulmer Verlag, Stuttgart.
- PREISINGER, R. (2009): Struktur- und Entwicklungsperspektiven in der Legehennenzucht. In ZDG (Hrsg.): *Geflügeljahrbuch 2009*, Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart.
- PUVOGEL, N., EILER, T. (2010): EDV-Programm zur Berechnung der Nährstoffvergleiche gemäß Düngeverordnung, Vers. 3.02, Landwirtschaftskammer Niedersachsen, Hannover/Oldenburg.
- RADKE, M., HAGEMANN, A., GABEL, M., PIEPER, B., VOIGT, J., KUHLA, S. (2003): Verdaulichkeitsdepression bei der Hochleistungskuh – Berücksichtigung bei der Rationsformulierung. *Sonderheft Arch. Tierz., Dummerdorf* (46): 115-121.
- REMMELE, E. (2007): Herstellung von Rapsölkraftstoff in dezentralen Ölgewinnungsanlagen. Technologie und Förderzentrum für nachwachsende Rohstoffe, Straubingen.

- RIEDEL, E. (2009): persönliche Mitteilung, Beratungsring für Schafhalter e. V., 14.01.2009, Futterkamp.
- RODEHUTSCORD, M. (2007): Neue Empfehlungen zur Energie und Nährstoffversorgung von Schweinen der GFE in Deutschland, In KREUZER, M., WENK, C., LANZINI, T., (Hrsg.) Futterbewertung im Umbruch. Schriftreihe aus dem Institut für Nutztierwissenschaften, Ernährung-Produkte-Umwelt, ETH-Zürich.
- ROESICKE, E., SEUSER, K., DITTRICH, K. (2007): Schaf- und Ziegenrassen. AID-infodienst Verbraucherschutz, Ernährung, Landwirtschaft e.V., Bonn.
- ROHR, K. (1989): Energie- und Stoffansatz sowie Nährstoffbedarf gravider Rinder. Übers. Tierernährung 17: 9-18.
- ROSS (2007a): Parent Stock Performance Objectives, June 2007. Aviagen Group, Huntsville, Alabama, USA.
- ROSS (2007b): Broiler Performance Objectives, June 2007. Aviagen Group, Huntsville, Alabama, USA.
- RUDOVSKY, A. (2008): Untersuchungen zum Einfluss des Durchmelkens und der Verlängerung der Ablamperperiode auf die Reproduktionsleistung und die Milchzusammensetzung bei Ziegen. Diss. med. vet., Leipzig.
- RÜMELIN, G. von (1898): Die Statistik als Wissenschaft. In SCHÖNBERG, G. von, (Hrsg.): Handbuch der politischen Ökonomie. 4 Aufl., Tübingen.
- SAHLU, T., GOETSCH, A.L., LUO, J., NSAHLAI, I.V., MOORE, J.E., GALYEAN, M.L., OWENS, F.N., FERRELL, C.L., JOHNSON, Z.B. (2004): Energy and protein requirements of goats: Developed equitations, other considerations and future research to improve them. Small Ruminat Res. 53: 191-220.
- SAUVANT, D., PEREZ, J.M., TRAN, G. (2004): Tables of composition and nutritional value of feed materials. Pigs, poultry, cattle, sheep, goat, rabbits, horses and fish. 2<sup>nd</sup> revised and corrected edition. INRA editions, Wageningen Academic Publishers.

- SCHATTAUER, A. und WEILAND, P. (2006a): Grundlagen der anaeroben Fermentation. In Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (Hrsg): Handreichung Biogasgewinnung und –nutzung, Gülzow.
- SCHATTAUER, A., WEILAND, P. (2006b): Beschreibung ausgewählter Substrate. In FNR (Hrsg.) Handreichung Biogasgewinnung und –nutzung. 3. überarbeitete Auflage, Gülzow
- SCHIERHOLD, S. (2010): Betriebszweigauswertung Hähnchenmast 08/09, Landwirtschaftskammer Niedersachsen, Oldenburg.
- SCHLOLAUT, W.(1984): Fütterung. In GTZ: Gesellschaft für technische Zusammenarbeit (Hrsg.): Kompendium der Kaninchenproduktion unter Berücksichtigung der Verhältnisse in der Dritten Welt., Eschborn.
- SCHLOLAUT, W. (2003): Das große Buch vom Kaninchen. DLG-Verlags GmbH, Frankfurt am Main.
- SCHMITZ, N. (Hrsg.) (2003): Bioethanol in Deutschland. Verwendung von Ethanol und Methanol aus nachwachsenden Rohstoffen im chemisch-technischen und im Kraftstoffsektor unter besonderer Berücksichtigung von Agraralkohol. Schriftreihe Nachwachsende Rohstoffe, Band 21, Landwirtschaftsverlag, Münster.
- SCHMITZ, N. (Hrsg.) (2005): Innovationen bei der Bioethanolerzeugung und ihre Auswirkungen auf Energie- und Treibhausgasbilanzen. Neue Verfahren, Optimierungspotenziale, internationale Erfahrungen und Marktentwicklungen. Schriftreihe Nachwachsende Rohstoffe, Band 26, Landwirtschaftsverlag, Münster.
- SCHMITZ, N. (2007): Biodiesel, Pflanzenöl, Bioethanol –Bestandsaufnahme und ökonomische Perspektiven in Deutschland. Agrarspectrum, -Schriftreihe des DAF e. V., Band 40, Energie aus Biomasse –weltwirtschaftliche, ressourcenökonomische und produktionstechnische Perspektiven, DLG-Verlags-GmbH, Frankfurt a. M..

- SCHNEEWEISS, H. (1965): Das Aggregationsproblem. statistische Hefte, 6, (1): 1-26, Frankfurt am Main.
- SCHNEIDER, K.-H. (1995): Gänse. Eine Anleitung über ihre Züchtung, Haltung, Fütterung und Nutzung. Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin.
- SCHOER, K., SCHÄFER, D., SEIBEL, S., ZIESCHANK, R., BARKMANN, J., BAUMANN, R., MEYER, U., MÜLLER, F., LEHNIGER, K., STEINER, M., WIGGERING, H. (2002): Makroindikatoren des Umweltzustandes: Endbericht des BMBF-Forschungsprojektes Hochaggregierte Umweltzustandsindikatoren auf Basis naturwissenschaftlicher Modelle, statistischer Aggregationsverfahren und gesellschaftlicher Entscheidungsprozesse. Beiträge zu den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen 10, Statistisches Bundesamt, Wiesbaden.
- SCHONEBECK, H. (2009): DLG-Ausschuss für Kanninchenhaltung und Kaninchenzucht, persönliche Mitteilung 16.05.09.
- SCHÖPE, M. (2006): Volkswirtschaftliche Effekte der Erzeugung von Biodiesel zum Einsatz als Kraftstoff. ifo Schnelldienst 59 (17): 21-29 .
- SCHÜLER, C. (2009): Eine Feldstudie zu Energiebedarf und Energieaufnahme von arbeitenden Pferden zur Überprüfung eines Bewertungssystems auf der Stufe der umsetzbaren Energie. Diss. vet. med., Berlin.
- SCHULT, G., WAHL, D. (2004b): Leitlinie für die gute landwirtschaftliche Praxis in der Ziegenhaltung. Landwirtschaftskammer Hannover, Hannover.
- SCHULZ, D. (2002): Fütterungsstrategien ausgewählter Jungsauenherkünfte unter besonderer Berücksichtigung physiologischer Vorgänge während der Aufzucht, Diplomarbeit Fachhochschule Osnabrück, Fachbereich Agrarwissenschaften.
- SEELAND, G. (2005): Züchtung von Fleischkaninchen. In: PETERSEN, J. (Hrsg): Kaninchenfleischgewinnung - Handbuch für Züchter und Mastbetriebe. Verlag Oertel und Spörer, Reutlingen.

- SIMON, I., STEGEMANN, J. (2004): Legeleistungsprüfung für Hühner 2003/2004. Berichte und Versuchsergebnisse 2004, Landwirtschaftszentrum Haus Düsse, Referat V Geflügelhaltung.
- SOMMER, W., MÖLLERING, J., HÖNE, K. (2008): Rechenmeister für die Pferdefütterung, Landwirtschaftskammer Nordrheinwestfalen, Münster.
- SPÄTH, H., THUME, O. (2005) Ziegen halten. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- SPIEKERS, H., POTTHAST, V. (2004): Erfolgreiche Milchviehfütterung. DLG-Verlags GmbH, Frankfurt a. M..
- STAUDACHER, W. (2010): persönliche Mitteilung, 27.04.10, Frankfurt.
- STEINHOFF, B. (1997): Qualitätskontrolle pflanzlicher Drogen und ihrer Zulassung unter Berücksichtigung neuer rechtlicher Regelungen. Zeitschrift für Arznei und Gewürzpflanzen 2 (1): 10-14.
- STEINWIDDER, A., KRIMBERGER, K. (2003): Endbericht und Programmdokumentation, Arbeiten zur EDV-gestützten jährlichen Futtermittelbilanz für Österreich, Lehr- und Forschungszentrum für Landwirtschaft Raumberg Gumpenstein, Irding
- STOTZ, K., REMMELE, E. (2005): Daten und Fakten zur dezentralen Ölsaatenverarbeitung in Deutschland. Berichte aus dem TFZ, Nr. 3, Straubingen.
- TEMPELMANN, A. (2010): Landwirtschaftskammer NRW, Kreisstelle Borken, persönliche Mitteilung vom 23.3.2010.
- TETENS, M. (2007): Intensive Kaninchenhaltung in Deutschland. Diss. vet., Hannover.
- TLL (2008): Anbautelegramm: Hanf zur Fasernutzung. Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, Zentrum Nachwachsende Rohstoffe, Jena.
- UHL, A., HAAS, R., REMMELE, E. (2008): Befragung von Betreibern dezentraler Ölsaatenverarbeitungsanlagen. Berichte aus dem TFZ, Nr. 15, Straubingen.

- USTG (2008): Umsatzsteuergesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 21. Februar 2005 (BGBl. I S.386), zuletzt geändert durch Artikel 7 des Gesetzes vom 19. Dezember 2008 (BGBl. I S.2794).
- VAN ES, A.J.H. (1975): Feed evaluation for dairy cows. *Livest. Prod. Sci.* 2: 95-107.
- VAN ES, A.J.H. (1978): Feed evaluation for ruminants. I. The systems in use from May 1977-onwards in The Netherlands. *Livest. Prod. Sci.* 5 (4): 331-345.
- VDL (2007): Vereinigung Deutscher Landesschafzuchtverbände e.V., Schafhaltung in der Bundesrepublik Deutschland. Berlin
- VETTER, A., GRAF, T., BIERTÜMPFEL, A., RUDEL, H., REINBOLD, G. (2006): Begleitung der Einführung des Praxisanbaus von Hanf in Thüringen. Abschlussbericht, Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, Zentrum Nachwachsende Rohstoffe, Jena.
- VIT (2006): Vereinigte Informationssysteme Tierhaltung w V. Arbeitskreis Betriebszweigungsauswertung Schwein Niedersachsen, (Hrsg.) Erzeugerringe Niedersachsen, Landwirtschaftskammer Hannover und Weser Ems, Verden.
- VOICU, I. G., BURLACU, H., CRISTE, R.-D., VOICU, H. (1993): Study on the energy and protein requirement of goats. *Arch. Anim. Nutr.* 44: 47-61.
- VON DER LIPPE, P. (1990): Wirtschaftsstatistik, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- VORLOP, K.-D. (2008): Biokraftstoffe - technologische Perspektiven. PTB-Berichte, Band 83: 119-132.
- VORLOP, K.-D.; WEILAND, P.; AHLGRIMM, H.-J.; SCHLIEKER, M.; WILLKE, T. (2002): Ethanol und Biogas aus nachwachsenden Rohstoffen: neuere Entwicklungen. Schriftenreihe / Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, Band 2002/09: 16-32.

- WEILAND, P., GEMMECKE, B.; SCHRÖDER, J., PLOGSTIES, V., KISSEL, R., BACHMAIER, H., VOGTHERR, J., SCHUMACHER, B. (2009): Bundesmessprogramm zur Bewertung neuartiger Biomasse-Biogasanlagen Teil 1. VTI, Braunschweig.
- WEILAND, P., GEMMECKE, B.; SCHRÖDER, J., PLOGSTIES, V., KISSEL, R., BACHMAIER, H., VOGTHERR, J., SCHUMACHER, B (2009): Bundesmessprogramm zur Bewertung neuartiger Biomasse-Biogasanlagen Teil 2. VTI, Braunschweig.
- WEIß, J., PABST, W., STARCK, K.E., GRANZ, S. (2005): Tierproduktion. 13. überarbeitete Auflage, MVS Medizinverlage, Stuttgart.
- WENK, C. (2004): Überlegungen zur Energiebewertung beim Schwein. 8. Tagung Schweine- und Geflügelernährung, Halle.
- WIEDEMANN, F., SPANN, B, FLEISCHMANN, A., WITTKOWSKI, G., AVERDUNK, G., STOCKINGER, C. (1999): Die Landwirtschaft –tierische Erzeugung-. BVV-Verlagsgesellschaft mbH, München.
- WIESEMÜLLER, W., LEIBETSEDER, J. (1993): Ernährung monogastrischer Nutztiere. Gustav Fischer Verlag, Jena, Stuttgart.
- WILLKE, T., VORLOP, K.-D. (2008): Bioverfahrenstechnik, Umwelttechnik. Jahrbuch Agrartechnik - Yearbook agricultural engineering, Band 20: 215-221.
- WINDISCH, W. (2007): Spezielle Tierernährung. Vorlesungsscript, Universität für Bodenkultur, Wien, URL:[http://www.dlwt.boku.ac.at/uploads/media/2\\_Energie\\_01.pdf](http://www.dlwt.boku.ac.at/uploads/media/2_Energie_01.pdf)
- WOERMANN, E. (1944): Ernährungswirtschaftliche Leistungsmaßstäbe. Mitteilungen für die Landwirtschaft, 59, (36): 787-792.
- XICCATO, G., BERNADINI, M., CASTELINE, C., DALLE TOTTE, A., QUEAQUE, P.I., TROCINO, A. (1999): Effect of Postweaning Feeding on the Performance

- and Energy Balance of Female Rabbits at Different Physiological States. *J. Anim. Sci.*, 77: 416-426.
- ZDG (2008): Zentralverband der deutschen Geflügelwirtschaft, Geflügeljahrbuch. Ulmer, Stuttgart.
- ZDK (2004): Zentralverband deutscher Kaninchenzüchter e.V., Bewertungsbestimmungen, Standard 2004.
- ZDS (1990-2009): Zentralverband der deutschen Schweineproduktion e V., Schweineproduktion 2008 in Deutschland –Ausgabe 2009-, Bonn.
- ZDS (2009): Zentralverband der deutschen Schweineproduktion e V., ErzeugerringInfo-interaktive Online-Datenbank, Bonn.
- ZEYNER, A; SCHÜLER, C.; KIENZLE, E. (2010): The development of an ME-System for energy evaluation in horses. *Proc. of the Society of Nutrition Physiology* 19: 54.
- ZDL (2010): Normenkommission für Einzelfuttermittel im Zentralausschuss der deutschen Landwirtschaft, Positivliste für Einzelfuttermittel (Futtermittelausgangserzeugnisse), 8.Auflage, Berlin.
- ZMP (2008a): Zentrale Markt- und Preisberichtsstelle: ZMP- Marktbilanz Eier und Geflügel 2008, Bonn.
- ZMP (2008b): Zentrale Markt- und Preisberichtsstelle: ZMP- Marktbilanz Getreide-Ölsaaten-Futtermittel 2008, Bonn.
- ZMP (2008c): Zentrale Markt- und Preisberichtsstelle: ZMP- Marktbilanz Vieh und Fleisch 2008, Bonn.

## 12. Anhang

ATab1: Aggregationskennzahlen für Getreide

	aktuelle Berechnungen		BECKER (1988a)	PADBERG (1970)
	GE	GE <sub>E</sub>	FGE	GE
Futterweizen	1,04	0,26	1,07	1
Futtergerste	1	0,30	1	1
Futterroggen	1	0,28	1,01	1
Futterhafer	0,84	0,51	0,85	1
Triticale	1	0,28	-	-
Futterkörnermais	1,08	0,24	1,1	1
CCM	0,71	0,20	-	-
Futtermais, gesamt	1,1	0,23	1,1	1
Futterhirse	0,86	0,46	0,84	1
Futterreis	0,82	0,42	0,92	1

ATab2: Aggregationskennzahlen ölhaltiger Früchte

	aktuelle Berechnungen		BECKER (1988a)	PADBERG (1970)
	GE	GE <sub>E</sub>	FGE	GE
Sojabohnen	1,15	0,52	-	-
Rapssaat	1,30	0,57	2,46	1,7
Sonnenblumensamen	1,25	0,82	2,6	1,7
Baumwollsamensamen	0,96	0,69	-	-
Leinsamen	1,21	0,65	1,0	0,7

ATab3: Aggregationskennzahlen pflanzlicher Fette

	aktuelle Berechnungen		BECKER (1988a)	PADBERG (1970)
	GE	GE <sub>E</sub>	FGE	GE
Sojaöl	2,81	0,35	2,8	3,1
Rapsöl	2,74	0,42	2,8	3,1
Erdnußöl	2,67	0,49	2,8	3,1
Palmkernöl	2,26	0,90	2,8	3,1
Kokosnußöl	2,68	0,48	2,8	3,1

ATab4: Aggregationskennzahlen für Futtermittel aus der Getreideverarbeitung

	aktuelle Berechnungen		BECKER (1988a)	PADBERG (1970)
	GE	GE <sub>E</sub>	FGE	GE
<b>Kleie</b>			0,72	0,7
Weizen	0,67	0,64	-	-
Gerste	0,77	0,57	-	-
Roggen	0,67	0,63	-	-
Hafer	0,83	0,57	-	-
Mais	0,88	0,50	-	-
<b>Grießkleie</b>				
Weizen	0,75	0,58	-	-
Roggen	0,72	0,59	-	-
<b>Futtermehl</b>				
Weizen	0,89	0,46	-	-
Gerste	0,81	0,52	-	-
Roggen	0,86	0,46	-	-
Hafer	1,13	0,32	-	-
Mais	0,95	0,43	-	-
<b>Nachmehl</b>				
Weizen	0,98	0,37	-	-
Gerste	0,00	0,00	-	-
Roggen	0,95	0,36	-	-
Hafer	0,00	0,00	-	-
Mais	0,93	0,40	-	-
<b>Spelzen</b>				
Hafer	0,54	0,77	-	-
<b>Flocken</b>				
Hafer	1,02	0,40	-	-
Mais	0,97	0,34	-	-
Kartoffel	0,85	0,37	-	-

ATab5: Aggregationskennzahlen für Futtermittel aus der Verarbeitung ölhaltiger Früchte

	aktuelle Berechnungen		BECKER (1988a)	PADBERG (1970)
	GE	GE <sub>E</sub>	FGE	GE
<b>Ölschrote</b>				
Soja	0,96	0,45	0,95	1,0
Raps	0,77	0,61	0,8	1,0
Sonnenblumensaat	0,75	0,67	0,76	1,0
Leinsaat	0,84	0,55	0,87	1,0
Sesam	0,85	0,55	-	1,0
Erdnuss	0,96	0,47	0,88	1,0
Kokus	0,88	0,51	0,8	1,0
Baumwollsaat	0,78	0,64	0,76	1,0
Palmkern	0,71	0,63	0,82	1,0
Maiskeim	0,89	0,40	0,9	1,0
<b>Ölexpeller</b>				
Raps	0,89	0,56	-	-
Sonnenblumensaat	0,80	0,70	-	-
Leinsaat	0,89	0,58	-	-
Sesam	0,95	0,55	-	-
Erdnuss	0,91	0,63	-	-
Kokus	0,90	0,51	-	-
Baumwollsaat	0,85	0,66	-	-
Palmkern	0,89	0,57	-	-
<b>Ölkuchen</b>				
Raps	0,94	0,58	-	-
Sonnenblumensaat	0,84	0,75	-	-
Leinsaat	0,94	0,59	-	-
Sesam	0,88	0,55	-	-
Erdnuss	1,02	0,67	-	-
Kokus	0,93	0,52	-	-
Baumwollsaat	0,90	0,67	-	-
Palmkern	0,94	0,60	-	-
Maiskeim	0,92	0,46	-	-
Sojabohnenschalen	0,69	0,67	-	-

A Tab6: Aggregationskennzahlen für Nebenprodukte der Stärkeindustrie

	aktuelle Berechnungen		BECKER (1988a)	PADBERG (1970)
	GE	GE <sub>E</sub>	FGE	GE
Maisstärke	1,07	0,16	-	-
Maiskleber	1,22	0,42	-	-
Maiskleberfutter	1,15	0,49	-	-
Maiskleberfutter	0,82	0,55	0,82	0,9
Maisquellwasser	0,50	0,19	-	-
Kartoffelstärke	0,98	0,17	-	-
Kartoffeleiweiß	1,28	0,37	-	-
Kartoffelpülpe	0,78	0,47	0,75	-
Weizenkleber	1,25	0,40	-	-
Weizenkleberfutter	0,88	0,46	-	-

A Tab7: Aggregationskennzahlen für Nebenprodukte der Brenn- und Brauereibetriebe

	aktuelle Berechnungen		BECKER (1988a)	PADBERG (1970)
	GE	GE <sub>E</sub>	FGE	GE
Schwimmgerste	0,48	0,76	0,49	0,7
Malzkeime	0,74	0,63	0,78	0,75
Biertreber	0,75	0,73	0,74	0,5
Bierhefe	0,91	0,52	0,84	1,0
Kartoffelschlempe	0,05	0,03	0,04	0,04
Weizenschlempe	0,06	0,03	0,03	0,05
Roggenschlempe	0,06	0,03	-	-
Maisschlempe	0,08	0,04	-	-

ATab8: Aggregationskennzahlen für Nebenprodukte der Zuckerrüben- und Obstverarbeitung

	aktuelle		BECKER (1988a)	PADBERG (1970)
	Berechnungen			
	GE	GE <sub>E</sub>	FGE	GE
Zitrustrester	0,88	0,41	0,93	-
Obsttrester	0,73	0,67	-	-
Traubentrester	0,38	1,01	-	-
Zuckerrohrmelasse	0,75	0,17	0,69	-
Zuckerrübenmelasse	0,79	0,22	0,8	-
Zuckerrübenschnitzel	0,87	0,40	0,98	1,0
Trockenschnitzel	0,81	0,47	0,89	-

ATab9: Aggregationskennzahlen von Wurzeln und Knollen

	aktuelle Berechnungen		BECKER (1988a)	PADBERG (1970)
	GE	GE <sub>E</sub>	FGE	GE
Zuckerrüben	0,23	0,09	0,27	0,25
Gehaltsrübe	0,14	0,06	0,12	0,1
Masserübe	0,11	0,05	-	-
Stoppelrübe	0,09	0,04	-	-
Kartoffeln	0,22	0,08	0,22	0,2
Maniok	1,03	0,18	1,05	1,0
Topinambur	0,85	0,39	-	-

ATab10: Aggregationskennzahlen von Rauhfuttermitteln

	aktuelle Berechnungen		BECKER (1988a)	PADBERG (1970)
	GE	GE <sub>E</sub>	FGE	GE
Getreidestroh	0,43	0,81	0,49	0,1
Gras, frisch	0,16	0,14	0,16	-
Gras, Silage	0,27	0,24	0,3	-
Gras, Heu	0,61	0,63	0,69	-
Grünland	-	-	0,43	0,4
Mais, Silage	0,3	0,22	-	-
Mais, frisch	0,3	0,22	0,18	0,16
Zuckerrübenblatt	0,13	0,13	0,13	-
Futterrübenblatt	0,15	0,11	0,11	-
Futterraps	0,1	0,05	0,11	-

ATab11: Aggregationskennzahlen für Erzeugnisse und Nebenerzeugnisse der Lebensmittelindustrie

	aktuelle Berechnungen		BECKER (1988a)	PADBERG (1970)
	GE	GE <sub>E</sub>	FGE	GE
Altbrot	0,78	0,01	-	-
Brotabfälle	0,93	0,26	-	-
Kekse	1,34	0,22	-	-
Teigwarenabfälle	1,02	1,36	-	-
Speisereste	0,23	0,02	-	-

ATab12: Aggregationskennzahlen tierischer Futtermittel

	aktuelle Berechnungen		BECKER (1988a)	PADBERG (1970)
	GE	GE <sub>E</sub>	FGE	GE
Vollmilch	0,22	0,07	-	-
Ziegenmilch	0,21	0,06	-	-
Magermilch	0,10	0,02	0,11	0,1
Buttermilch	0,03	0,11	-	-
Molke, Süß	0,07	0,02	0,07	0,05
Molke, Sauer	0,06	0,02	-	-
Vollmilchpulver	1,46	0,37	-	-
Molkepulver	0,90	0,25	-	-
Süßmolkepulver	0,99	0,32	1,04	-
Magermilchpulver	1,10	0,32	1,09	1,0
Buttermilchpulver	1,09	0,40	1,1	-
Kasein	1,43	0,23	-	-
Tierkörpermehl	1,02	0,44	1,03	-
Fleischfuttermehl	1,48	0,32	1,18	1,0
Fleischknochenmehl	0,68	0,45	0,76	-
Futterknochenschrot	0,58	0,36	0,45	0,5
Futterknochenmehl	0,08	0,04	-	-
Blutmehl	1,15	0,53	0,8	0,9
Fischmehl	1,17	0,36	1,09	1,0
Fischpresssaft	0,77	0,14	0,89	0,6
Tierische Fette	2,75	0,41	2,42	2,8

ATab13: Aggregationskennzahlen von Sonderkulturen

	GE 2010	GE 1988	GE 1970
<b>Obst</b>	0,56	0,86	0,25
Baumobst	0,47	0,81	-
Strauchobst	2,65	1,59	-
Erdbeeren	1,16	1,5	-
<b>Gemüse</b>	0,42	0,57	0,15
Kohlgemüse	0,09	-	-
Blattgemüse	0,07	-	-
Stängelgemüse	0,06	-	-
Wurzelgemüse	0,09	-	-
Fruchtgemüse	0,03	-	-
Hülsenfrüchte	0,02	-	-
anderes Gemüse	0,06	-	-
<b>Wein</b>	1,32	1,29	1
Rotwein	1,39	-	-
Weißwein	1,22	-	-
Hopfen	6,85	7,38	7
Tabak	3,26	2,66	2
Hanf	1,00	1	0,5
Faserlein	1,23	1	0,7
Grassamen	5	4,38	3
Kleesamen	10	5,8	5
Heilpflanzen	0,38	-	-

ATab14: Aggregationskennzahlen von Obst

	Obstsorte	Durchschnittsertrag 04-08	Referenzertrag, dt/ha	Getreide- einheiten	
Baumobst	Äpfel	307,3	130	0,42	
	Birnen	168,48	130	0,77	
	Süßkirschen	47,62	130	2,73	
	Sauerkirschen	57,26	130	2,27	
	Pflaumen und Zwetschgen	89,06	130	1,46	
	Mirabellen und Renekloden	85,82	130	1,51	
	Aprikosen	28,35	130	4,59	
	Pfirsiche	44,25	130	2,94	
	Walnüsse	22,68	130	5,73	
	<b>Mittelwert</b>	<b>275,39</b>	<b>130</b>	<b>0,47</b>	
	Strauchobst	Johannisbeeren	49,63	130	2,62
		Stachelbeeren		130	-
Himbeeren		55,67	130	2,34	
Heidelbeeren		37,97	130	3,42	
Sanddorn		23,87	130	5,45	
<b>Mittelwert</b>		<b>48,99</b>	<b>130</b>	<b>2,65</b>	
	Erdbeeren	112,46	130	1,16	

ATab15: Aggregationskennzahlen für Gemüse I

	Gemüsesorte	Durchschnittsertrag 04-08	Referenzertrag, dt/ha	Getreide- einheiten
Kohlgemüse	Blumenkohl	265,46	130	0,49
	Brokkoli	150,00	130	0,87
	Chinakohl	405,78	130	0,32
	Grünkohl	177,24	130	0,73
	Kohlrabi	290,68	130	0,45
	Rosenkohl	164,02	130	0,79
	Rotkohl	561,06	130	0,23
	Weißkohl	705,12	130	0,18
	Wirsing	339,98	130	0,38
	<b>Mittelwert</b>	<b>419,03</b>	<b>130</b>	<b>0,31</b>
Blattgemüse	Eichblattsalat	256,53	130	0,51
	Eissalat	267,02	130	0,49
	Endiviendalat	301,66	130	0,43
	Feldsalat	89,78	80	0,89
	Kopfsalat	283,24	130	0,46
	Lollo Salat	248,17	130	0,52
	Radicchio	214,43	130	0,61
	Romana	190,97	130	0,68
	Rucolasalat	136,43	80	0,59
	sonstige Salate	190,93	80	0,42
	Spinat	176,00	130	0,74
	<b>Mittelwert</b>	<b>213,78</b>	<b>130</b>	<b>0,61</b>
Stängelgemüse	Rhababer	235,86	130	0,55
	Spargel	46,90	80	1,71
	Stangensellerie	347,13	130	0,37
	<b>Mittelwert</b>	<b>56,31</b>	<b>80</b>	<b>1,42</b>

ATab16: Aggregationskennzahlen für Gemüse II

	Gemüsesorte	Durchschnittsertrag 04-08	Referenzertrag, dt/ha	Getreide- einheiten
Wurzel-, und Knollengemüse	Knollenfenchel	257,67	130	0,50
	Knollensellerie	401,06	130	0,32
	Meerrettich	112,10	130	1,16
	Möhren	527,76	130	0,25
	Radieschen	275,86	130	0,47
	Rettich	298,64	130	0,44
	Rote Beete	404,64	130	0,32
	<b>Mittelwert</b>	<b>426,99</b>	<b>130</b>	<b>0,30</b>
Fruchtgemüse	Einlegegurken	609,62	130	0,21
	Schälgurken	313,74	130	0,41
	Speisekürbisse	297,20	130	0,44
	Zucchini	368,27	130	0,35
	Zuckermais	150,30	80	0,53
	<b>Mittelwert</b>	<b>317,23</b>	<b>130</b>	<b>0,41</b>
Hülsenfrüchte	Buschbohnen	101,38	40	0,39
	dicke Bohnen	73,93	40	0,54
	Stangenbohnen	170,76	40	0,23
	Frischerbsen (ohneHülsen)	50,60	40	0,79
	Frischerbsen (mit Hülsen)	86,00	40	0,47
	<b>Mittelwert</b>	<b>49,26</b>	<b>40</b>	<b>0,81</b>
sonstiges Gemüse	Bundzwiebeln	347,37	130	0,37
	Speisezwiebeln	446,02	130	0,29
	Petersilie	186,20	80	0,43
	Porree	338,82	130	0,38
	Schnittlauch	185,37	80	0,43
	sonstige Gemüsearten	352,17	80	0,23
	<b>Mittelwert</b>	<b>371,29</b>	<b>130</b>	<b>0,35</b>

ATab17: Getreideeinheitenschlüssel der Nutztierhaltung

	aktuell kg GE / kg	BECKER (1988) kg FGE / kg	PADBERG (1970) kg GE / kg
Vollmilch	0,8	0,86	0,8
Lebendgewicht			
Rinder, insgesamt	5,98	5,91	5,2
Kalb, bei Geburt	4,52	4,1	2,4
Aufzuchtkalb	3,49	3,61	3,6
Färse	6,27	7,1	5,7
Milchkuh	6,3	6,68	5,7
Mastbulle	5,7	5,1	4,9
Mastochse	6,33	6,4	-
Mastfärse	6,53	6,0	-
Mastkalb	2,69	2,77	3,5
Lebendgewicht			
Schweine	3,05	3,51	4,2
Sauen	2,87	3,32	-
Mastschweine	3,06	3,52	-
Eier			
Eier	2,28	2,57	4,2
Lebendgewicht			
Geflügel	2,55	2,7	3,75
Hühner	2,27	2,65	-
Masthühner	2,07	2,32	-
Legehennen	4,6	4,94	-
Truthühner	3,06	2,96	-
Enten	2,48	2,32	-
Gänse	5,1	2,96	-
Lebendgewicht			
Schaf	9,1	8,4	-
Ziege	2,91	8,4	-
Schmutzwolle	1,9	1,9	-
Ziegenmilch	0,78	0,7	-
Lebendgewicht			
Kaninchen	4,45	-	-
intensive Haltung	2,38	-	-
extensive Haltung	4,93	-	-

ATab18: Futterenergiebedarf der Pferdehaltung

Alter	aktuell		BECKER (1988a)	
	Energiebedarf	GE	Energiebedarf	FGE
	MJME / Tier	dt FG / Tier	MJME / Tier	dt FG / Tier
bis 1 Jahr	17149	14,5	12345	11,3
1 – 3 Jahre	21291	18,0	17633	16,1
über 3 Jahre	27025	22,84	21505	19,7
Kleinpferde, Ponys	15313	12,94	13616	12,5

ATab19: Vieheinheiten der Rinderhaltung

<b>Tierart</b>	<b>aktuell</b>	<b>BECKER (1988b)</b>	<b>ESTR (2005)</b>
<b>Milchkuh</b>			
niedrige Jahresmilchleistung	0,93	0,92	-
mittlere Jahresmilchleistung	1,00	1,00	1,0
hohe Jahresmilchleistung	1,10	1,12	-
<b>Mutterkuh</b>	0,58	0,67	1,0
<b>Zuchtbulle</b>	0,54	0,76	1,2
<b>weibl. Aufzuchtkalb, 40 – 120 kg</b>	0,04	0,065	0,3
<b>Färsen (nicht tragend)</b>			
3 – 12 Monate	0,16	0,3	0,3
3 – 24 Monate	0,52	0,45	0,7
3 – 27 Monate	0,61	0,7	1,0
unter 1 Jahr	0,16	0,3	0,3
1 – 2 Jahre	0,36	0,45	0,7
über 2 Jahre	0,36	0,7	1,0
<b>Mastkälber</b>	0,085	0,063	0,3
<b>Mastfärse, ab 40 kg</b>	0,623	0,536	1,0
unter 1 Jahr	0,237	0,31	1,0
über 1 Jahr	0,46	0,536	1,0
<b>Jungochsenmast, ab 40 kg</b>	0,667	-	1,0
unter 1 Jahr	0,289	-	1,0
über 1 Jahr	0,48	-	1,0

A Tab20: Vieheinheiten der Schweinehaltung

<b>Tierart</b>	<b>aktuell</b>	<b>BECKER (1988b)</b>	<b>ESTR (2005)</b>
<b>Sauen</b> , im Durchschnitt eines Jahres	0,21	0,24	0,33
<b>Deckeber</b>	0,16	0,21	0,33
<b>Ferkel</b>			
bis 12 kg	0,0014	-	0,01
bis 20 kg	0,004	0,007	0,02
bis 30 kg	0,0064	0,011	0,04
bis 45 kg	0,0125	0,02	0,06
bis 60 kg	0,0193	-	0,08
<b>Mastschweine, bis 118 kg</b>			
aus eigenen Ferkeln	0,054	0,074	0,16
ab 12 kg	0,053	-	0,15
ab 20 kg	0,05	0,067	0,14
ab 30 kg	0,048	0,063	0,12
ab 45 kg	0,042	0,054	0,10
ab 60 kg	0,035	-	0,08
<b>Jungsauen, bis 118 kg</b>			
aus eigenen Ferkeln	0,053	0,096	0,12

ATab21: Vieheinheiten der Geflügelhaltung

<b>Tierart</b>	<b>aktuell</b>	<b>BECKER (1988b)</b>	<b>ESTR (2005)</b>
<b>100 Junghennen</b>	0,14	0,2	0,17
<b>100 Legehennen</b>	0,87	1,0	1,83
Käfighaltung	0,78	-	-
Bodenhaltung	0,89	-	-
Freilandhaltung	0,92	-	-
Elterntiere	0,7	-	-
<b>100 Jungmasthühner</b>			
bis 6 Durchgänge, män. Tiere	0,037	0,08	0,17
bis 6 Durchgänge, wbl. Tiere	0,04	-	0,17
über 6 Durchgänge, män. Tiere	0,035	-	0,13
über 6 Durchgänge, wbl. Tiere	0,037	-	0,13
Elterntiere	1,0	-	-
<b>100 Jungmastputen</b>	0,9	0,9	0,5
Hähne	1,2	-	-
Hennen	0,6	-	-
Elterntiere, Hähne	6,3	-	-
Elterntiere, Hennen	2,3	-	-
<b>100 Mastenten</b>		0,9	0,33
Pekingenten	0,1	-	-
Flugenten, män.	0,2	-	-
Flugenten, wbl.	0,1	-	-
<b>100 Mastgänse</b>	0,5	-	-

ATab22: Vieheinheiten der Schafhaltung

<b>Tierart</b>	<b>aktuell</b>	<b>BECKER (1988b)</b>	<b>ESTR (2005)</b>
<b>Mastlamm</b>	0,021	0,026	0,05
Wirtschaftsmast	0,023	-	-
intensive Mast	0,019	-	-
<b>Aufzuchtlamm</b>			
unter 1 Jahr	0,06	0,09	0,05
über 1 Jahr	0,07	-	0,1
<b>Muttertiere</b>	0,09	0,12	0,1
<b>Zuchtböcke</b>	0,08	-	0,1

ATab23: Vieheinheiten der Ziegenhaltung

<b>Tierart</b>	<b>aktuell</b>	<b>BECKER (1988b)</b>	<b>ESTR (2005)</b>
<b>Mastlamm</b>			
bis 18,5 kg	0,006	-	-
bis 38,5 kg	0,028	0,026	-
<b>Aufzuchtlamm</b>			
unter 1 Jahr	0,063	-	-
über 1 Jahr	0,85	-	-
<b>Muttertiere</b>	0,14	0,13	-
<b>Zuchtböcke</b>	0,074	0,1	-

ATab24: Vieheinheiten der Pferdehaltung

<b>Tierart</b>	<b>aktuell</b>	<b>BECKER (1988b)</b>	<b>ESTR (2005)</b>
Pferde, 300 kg	0,253	0,28	0,7
unter 1 Jahr	0,186	0,43	0,7
1-2 Jahre	0,217	0,43	0,7
2-3 Jahre	0,230	0,43	0,7
Pferde, 550 kg	0,399	0,47	1,1
unter 1 Jahr	0,318	0,43	0,7
1-2 Jahre	0,381	0,43	0,7
2-3 Jahre	0,412	0,43	0,7
Pferde, 750 kg	0,503	0,47	1,1
unter 1 Jahr	0,352	0,43	0,7
1-2 Jahre	0,413	0,43	0,7
2-3 Jahre	0,454	0,43	0,7

ATab25: Vieheinheiten der Kaninchenhaltung

<b>Tierart</b>	<b>aktuell</b>	<b>BECKER (1988b)</b>	<b>ESTR (2005)</b>
100 Zuchtkaninchen	1,874	-	2,5
100 Mastkaninchen	0,087	-	0,25
100 Aufzuchtkaninchen	0,185	-	0,25



Georg-August-Universität Göttingen  
Fakultät für Agrarwissenschaften  
Forschungs- und Studienzentrum für Landwirtschaft und Umwelt

# **Überarbeitung des Getreide- und Vieheinheitenschlüssels**

**Internationaler Vergleich und  
Konsequenzen der Anwendung alternativer  
Viehbewertungen im Kontext rechtlicher Rahmenbedingungen**

**- Endbericht -  
September 2010**

Projektleitung: Prof. Dr. Ludwig Theuvsen

Bearbeitet von M. Sc. Christian Klapp

# Inhaltsverzeichnis

<b>Inhaltsverzeichnis</b> .....	<b>1</b>
<b>Abbildungsverzeichnis</b> .....	<b>4</b>
<b>Übersichtsverzeichnis</b> .....	<b>7</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b> .....	<b>8</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis</b> .....	<b>9</b>
<b>1. Einleitung</b> .....	<b>14</b>
<b>2. Zielsetzung und Methoden landwirtschaftlicher Gesamtrechnungen</b> .....	<b>17</b>
2.1 Elemente und Arten von Versorgungsbilanzen.....	17
2.2 Futterbilanzen.....	21
2.3 Aktueller Bedarf an der Bilanzierung der landwirtschaftlichen Produktion.....	24
2.4 Probleme der Aggregation in wert- und mengenmäßigen Bilanzen .....	25
<b>3. Deutschland: Aggregation über Getreideeinheiten in der naturalen Gesamtrechnung</b> .....	<b>27</b>
3.1 Entstehungsgeschichte der Getreideeinheit.....	27
3.2 Anwendungsfelder der GE in der naturalen Gesamtrechnung.....	30
3.2.1 Bruttobodenproduktion .....	30
3.2.2 Nahrungsmittelproduktion und Nettonahrungsmittelproduktion .....	32
3.2.3 Nahrungsmittelverbrauch .....	36
3.2.4 Selbstversorgungsgrad .....	38
3.3 Futteraufkommen und Futterverteilung .....	39
3.4 Zusammenfassung.....	41
<b>4. Internationaler Vergleich der Aggregationsmaßstäbe in landwirtschaftlichen Gesamtrechnungen</b> .....	<b>41</b>
4.1 FAO.....	41
4.2 Eurostat.....	45
4.3 Dänemark .....	49
4.4 Großbritannien .....	55
4.5 Österreich .....	61
4.6 Frankreich.....	69
4.7 Spanien .....	75
4.8 Italien.....	76
4.9 Niederlande .....	80
4.10 Schweiz .....	83
4.11 Vereinigte Staaten .....	97
4.12 Zusammenfassung.....	104
<b>5. Implementierung von Agrarumweltmaßnahmen in die europäische Agrarpolitik: Ein chronologischer Überblick</b> .....	<b>104</b>

<b>6. Aktuelle Förderpolitik für den ländlichen Raum in der Bundesrepublik Deutschland.....</b>	<b>109</b>
6.1 Europäischer Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums ..	109
6.2 Gemeinschaftsaufgabe Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes (GAK) 114	
6.2.1 Grundsätze der GAK.....	114
6.2.2 Förderung extensiver Grünlandnutzung.....	116
6.2.3 Ausbringung von Wirtschaftsdünger mit umweltfreundlichen Verfahren.....	117
6.2.4 Förderung von umwelt- und tiergerechten Haltungsverfahren .....	117
<b>7. Vergleichende Gegenüberstellung ausgewählter Agrarumweltmaßnahmen .....</b>	<b>118</b>
7.1 Ökologischer Landbau .....	119
7.2 Grünlandextensivierung .....	122
7.3 Förderung von umweltfreundlicher Gülleausbringung .....	125
7.4 Weitere Maßnahmen .....	127
7.5 Vertragsnaturschutz.....	128
<b>8. Bewertung von Agrarumweltmaßnahmen.....</b>	<b>132</b>
8.1 Extensive Grünlandnutzung .....	132
8.2 Bewertung des Großvieheinheitenschlüssels und Alternativen in Agrarumweltmaßnahmen .....	134
8.3 Alternative Viehbesatzvorgaben in Agrarumweltmaßnahmen .....	141
<b>9. Einzelbetriebliche Analyse der Anpassungsstrategien für die Teilnahme an Grünlandextensivierungsmaßnahmen mit und ohne Viehbesatzforderungen.....</b>	<b>143</b>
9.1 Mögliche Anpassungsmaßnahmen und deren ökonomische Auswirkung.....	144
9.2 Effekte variierender Rahmenbedingungen.....	150
9.3 Diskussion .....	153
<b>10. Beschreibung der angewendeten statistischen Verfahren zur Messung der Anpassungsreaktionen der Betriebe an veränderte Viehbesatzgrenzen in Agrarumweltmaßnahmen .....</b>	<b>155</b>
10.1 Modelltests und Verletzungen der Annahmen .....	155
10.1.1 Heteroskedastizität .....	155
10.1.1.1 Breusch-Pagan-Test.....	155
10.1.1.2 Korrigieren der Heteroskedastizität durch robuste Standardfehler.....	157
10.1.2 Autokorrelation .....	157
10.1.3 Endogenität.....	158
10.2 Panel-Modelle .....	162
10.3 Feste-Effekte-Modell .....	163
10.4 Zufällige-Effekte-Modell .....	164
10.5 Präferenzkriterium.....	166
<b>11. Konsequenzen der Anwendung alternativer Kennziffern für landwirtschaftliche Nutztiere in der Grünlandextensivierung auf die Förderstruktur in Niedersachsen, Bayern und Sachsen .....</b>	<b>169</b>
11.1 Niedersachsen.....	170

11.1.1	Entwicklung der Grünlandextensivierung in Niedersachsen .....	170
11.1.2	Vergleich der Betriebsdaten von Betrieben mit Teilnahme an Maßnahmen 120 und 121 .....	172
11.1.3	Panelregressionen zur Messung der Anpassungsfähigkeit der Betriebe an veränderte Viehbesatzvorgaben in Niedersachsen .....	179
11.1.3.1	Identifizierung durch veränderte Viehbesatzgrenzen beeinflusste Betriebsgruppen in Niedersachsen .....	179
11.1.3.2	Empirische Ergebnisse der Panelregressionen in Niedersachsen: Effekte des Programmwechsels von Maßnahme 120 zu 121 .....	180
11.2	Bayern .....	194
11.2.1	Entwicklung der Grünlandextensivierung in Bayern .....	194
11.2.2	Panelregressionen zur Messung der Anpassungsfähigkeit der Betriebe an veränderte Viehbesatzvorgaben in Bayern .....	197
11.2.2.1	Identifizierung von Betriebsgruppen in Bayern .....	197
11.2.2.2	Empirische Ergebnisse der Panelregressionen: Effekte des Programmwechsels von Maßnahme K 34 zu A 23 in Bayern .....	198
11.2.3	Flächenanteile der Grünlandextensivierungsmaßnahmen und des ökologischen Landbaus in der aktuellen Förderperiode in Bayern .....	209
11.2.4	Veränderung der Flächenanteile der Maßnahme A 23 bei Anwendung alternativer Viehbesatzgrenzen in Bayern .....	212
11.3	Sachsen .....	216
11.4	Zusammenfassung und Diskussion .....	222
<b>12.</b>	<b>Stallbaugenehmigungsrecht .....</b>	<b>226</b>
12.1	Überblick über die Genehmigungsverfahren .....	227
12.1.1	Allgemeines zum immissionsschutzrechtlichen Rahmen .....	227
12.1.2	Genehmigung nach Baurecht .....	230
12.1.3	Immissionsschutzrechtliches Genehmigungsverfahren ohne UVP .....	231
12.1.4	Immissionsschutzrechtliches Genehmigungsverfahren mit UVP .....	233
12.2	Abstandsregelungen für ausgewählte Emissionsarten .....	235
12.2.1	Geruch .....	235
12.2.2	Ammoniak .....	239
12.2.3	Staub .....	242
12.3	Anwendung eines aktuellen GVE-Schlüssels zur Berechnung von Abstandsauflagen .....	244
12.4	Kritische Betrachtung .....	246
12.5	Entwicklungsmöglichkeiten .....	247
<b>13.</b>	<b>Fazit und Ausblick .....</b>	<b>248</b>
13.1	Internationaler Vergleich .....	248
13.2	Die GVE in Agrarumweltmaßnahmen .....	251
13.3	Die GVE im Stallbaurecht .....	254
<b>14.</b>	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>255</b>
<b>15.</b>	<b>Anhang .....</b>	<b>280</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Schematischer Aufbau einer Versorgungsbilanz .....	19
Abbildung 2: Entwicklung der Bruttobodenproduktion.....	32
Abbildung 3: Entwicklung der Nahrungsmittelproduktion.....	35
Abbildung 4: Abweichung der Nettonahrungsmittelproduktion bzw. Nahrungsmittelproduktion von der Bruttobodenproduktion.....	36
Abbildung 5: Entwicklung des Gesamtselbstversorgungsgrades gewichtet über Getreideeinheiten .....	39
Abbildung 6: Futtermittelverbrauch pro VE in den 9 EU-Mitgliedsstaaten im Jahr 1976/77 .....	47
Abbildung 7: Futterbau pro VE Rind in den 9 EU-Mitgliedsstaaten im Jahr 1976/77 .....	48
Abbildung 8: Prozentuale Abweichung der dänischen Futtereinheit von der bisher in Deutschland gültigen Getreideeinheit für einige Hauptfutterfrüchte .....	51
Abbildung 9: Gegenüberstellung der gesamten Pflanzenproduktion und des Futtermittelverbrauchs .....	54
Abbildung 10: Selbstversorgungsgrade für Großbritannien nach neuem und altem Konzept. ....	57
Abbildung 11: Außenhandelsbeziehungen Großbritanniens im Bereich Nahrungsmittel und Getränke .....	60
Abbildung 12: Entwicklung der Mischfutterproduktion nach Tierarten im Zeitablauf.....	61
Abbildung 13: Regressionsgleichungen zur Abschätzung des Energiegehalts bzw. der Verdaulichkeit des Rohproteins von Futtermitteln mit unbekanntem Gehalt (alle Nährstoffe in g bzw. MJ je kg T) .....	64
Abbildung 14: Definition der einzelnen Produktionsverfahren zur Berechnung des Nährstoffbedarfs in der Schweinehaltung .....	65
Abbildung 15: Datenflussdiagramm für die Berechnung des Futterbedarfes der einzelnen Tierkategorien in Österreich.....	68
Abbildung 16: Futtermittelverteilung auf Haupttierkategorien in Österreich im Jahr 2004/05 .....	69
Abbildung 17: Rohstoffkomponenten in Frankreich im Jahr 2000 nach Schätzungen des CÉREOPA und einer Erhebung des SCEES.....	72
Abbildung 18: Entwicklung der gesamten Futtermittelproduktion und prozentuale Aufteilung der Futtermittel.....	74
Abbildung 19: Verwendung von Getreide auf Erzeugerebene .....	75
Abbildung 20: Verwendung des gesamten Futteraufkommens .....	76
Abbildung 21: Entwicklung der agrarischen Handelsbilanz in den Niederlanden (in Mio. €) .....	82
Abbildung 22: Gesamtselbstversorgungsgrade in der Schweiz an Hauptnährstoffen .....	86
Abbildung 23: Energieverbrauch pro Kopf und Tag und Anteil der tierischen Nahrungsmittel am Energieverbrauch für einzelne Jahre in der Schweiz .....	87
Abbildung 24: Energiebedarf verschiedener Tierbestände in der Schweiz für einzelne Jahre (in Terajoule).....	88
Abbildung 25: Proteinbedarf verschiedener Tierbestände in der Schweiz für einzelne Jahre (in 1000 dt verdauliches Protein).....	89
Abbildung 26: Schweizerische Futtermittelproduktion in Umsetzbare Energie für Wiederkäuer (in Terajoule) .....	90
Abbildung 27: Schweizerische Futtermittelproduktion in verdaulichem Protein gewichtet zu 83 % über Wiederkäuer und zu 17 % über Schweine (in 1000 dt) .....	91
Abbildung 28: Abweichung zwischen berechneten Futterbedarf und realem Futtermittelverbrauch.....	92
Abbildung 29: Anteil der Importe an Protein und Energie am Gesamtfutteraufkommen .....	93
Abbildung 30: Abweichung des Futtermittelenergiebedarfs des Schweizer Viehbestandes im Jahr 2004 nach neuer Berechnung gegenüber der alten Berechnung (in %) .....	94

Abbildung 31: Entwicklung des Futtermittelsverbrauchs pro Kopf beruhend auf den Berechnungen der Tierindizes in den USA.....	101
Abbildung 32: Entwicklung des Futtermittelsverbrauchs pro tierisches Erzeugnis beruhend auf den Berechnungen der Tierindizes in den USA.....	102
Abbildung 33: Planungsprozess im Rahmen der Förderung der ländlichen Entwicklung 2007 bis 2013.....	109
Abbildung 34: Die ELER-VO als Säulenmodell mit Angaben der Mindestausstattung an EU-Mitteln.....	110
Abbildung 35: Mittelverteilung der GAK.....	116
Abbildung 36: Ziel-Wirkungsdiagramm für die extensive Grünlandnutzung.....	134
Abbildung 37: NO <sub>3</sub> -Konzentration im Sickerwasser unter Grünland von verschiedenen Nutzungen in Abhängigkeit des N-Düngeniveaus.....	135
Abbildung 38: Zulässige GVE/ha-Anzahl nach gültiger Düngeverordnung und GVE/ha-Grenze in der Grünlandextensivierung nach der GAK.....	136
Abbildung 39: Ausstoß an CO <sub>2</sub> -Äquivalenten der Raufutter fressenden Tiere je GVE.....	137
Abbildung 40: NH <sub>3</sub> -Emissionen der Raufutter fressenden Tiere je GVE.....	138
Abbildung 41: Berücksichtigung der CH <sub>4</sub> -Emissionen bei den N <sub>ges</sub> -Ausscheidungen.....	139
Abbildung 42: Unterschiede zwischen GVE und VE.....	141
Abbildung 43: N-Ausscheidungen der Raufutter fressenden Tiere je 1,4 GVE mit 120 und 140 kg N-Grenze.....	143
Abbildung 44: Futterkostenvergleich zwischen extensiver und intensiver Grünlandnutzung.....	145
Abbildung 45: Betriebswirtschaftliche Auswirkungen der Alternative „Grünlandzupacht“ für die Teilnahme am Grünlandextensivierungsprogramm.....	146
Abbildung 46: Betriebswirtschaftliche Auswirkung der Alternative „Futterzukauf“ für die Teilnahme am Grünlandextensivierungsprogramm.....	147
Abbildung 47: Betriebswirtschaftliche Auswirkung der Alternative „Veränderung der Futterration“ für die Teilnahme am Grünlandextensivierungsprogramm.....	148
Abbildung 48: Betriebswirtschaftliche Auswirkung der Alternative „Viehabstockung“ für die Teilnahme an einer Grünlandextensivierungsmaßnahme.....	149
Abbildung 49: Betriebswirtschaftliche Auswirkung verminderter Düngemittelpreise bei der Teilnahme an einer Grünlandextensivierungsmaßnahme.....	151
Abbildung 50: Betriebswirtschaftliche Auswirkung höherer Pachtpreise bei der Teilnahme an einer Grünlandextensivierungsmaßnahme.....	151
Abbildung 51: Betriebswirtschaftliche Auswirkung veränderter Milchleistung bei der Teilnahme an einer Grünlandextensivierungsmaßnahme.....	152
Abbildung 52: Paneldaten mit mehreren Achsenabschnitte.....	163
Abbildung 53: Korrelation verschiedener Achsenabschnitte mit den x-Variablen.....	167
Abbildung 54: Entwicklung des Flächenumfangs der Grünlandextensivierung in Niedersachsen.....	170
Abbildung 55: Entwicklung der Teilnehmerzahlen an Grünlandextensivierungsmaßnahmen in Niedersachsen.....	171
Abbildung 56: Zufällige-Effekte-Modell für die Gruppe mit weniger als 0,6 RGV/ha HFF und RGV/ha HFF als abhängige Variable in Niedersachsen.....	184
Abbildung 57: Zufällige-Effekte-Modell für die Gruppe mit weniger als 0,6 RGV/ha HFF und RGV als abhängiger Variable in Niedersachsen.....	186
Abbildung 58: Zufällige-Effekte-Modell für die Gruppe mit weniger als 0,6 RGV/ha HFF und HFF als abhängiger Variable in Niedersachsen.....	187
Abbildung 59: Zufällige-Effekte-Modell für die Gruppe mit weniger als 0,6 RGV/ha HFF und GL als abhängiger Variable in Niedersachsen.....	187
Abbildung 60: Zufällige-Effekte-Modell für die Gruppe zwischen 0,6 und 1 RGV/ha HFF und RGV/HFF als abhängiger Variable in Niedersachsen.....	188

Abbildung 61: Zufällige-Effekte-Modell für die Gruppe zwischen 0,6 und 1 RGV/ha HFF und RGV als abhängiger Variable in Niedersachsen .....	189
Abbildung 62: Zufällige-Effekte-Modell für die Gruppe zwischen 0,6 und 1 RGV/ha HFF und HFF als abhängiger Variable in Niedersachsen .....	190
Abbildung 63: Zufällige-Effekte-Modell für die Gruppe zwischen 0,6 und 1 RGV/ha HFF und GL als abhängiger Variable in Niedersachsen .....	190
Abbildung 64: Zufällige-Effekte-Modell für die Gruppe über 1 RGV/ha HFF und RGV/HFF als abhängiger Variable in Niedersachsen .....	191
Abbildung 65: Zufällige-Effekte-Modell für die Gruppe über 1 RGV/ha HFF und RGV als abhängiger Variable in Niedersachsen .....	192
Abbildung 66: Zufällige-Effekte Modell für die Gruppe über 1 RGV/ha HFF und HFF als abhängiger Variable in Niedersachsen .....	193
Abbildung 67: Zufällig-Effekte Modell für die Gruppe über 1 RGV/ha HFF und GL als abhängiger Variable in Niedersachsen .....	194
Abbildung 68: Flächenentwicklung der GAK-kofinanzierten Grünlandextensivierungsmaßnahmen (und Maßnahme A 21) in Bayern .....	195
Abbildung 69: Anzahl der an GAK-kofinanzierten Grünlandextensivierungsmaßnahmen (und Maßnahme A 21) teilnehmenden Betriebe in Bayern .....	196
Abbildung 70: Feste-Effekte-Modell für die Gruppe über 1,4 GVE/ha HFF und GVE/HFF als abhängiger Variable in Bayern .....	201
Abbildung 71: Feste-Effekte-Modell für die Gruppe über 1,4 GVE/ha HFF und GVE als abhängiger Variable in Bayern .....	202
Abbildung 72: Feste-Effekte-Modell für die Gruppe über 1,4 GVE/ha HFF und HFF als abhängiger Variable in Bayern .....	202
Abbildung 73: Feste-Effekte-Modell für die Gruppe über 1,4 GVE/ha HFF und GL als abhängiger Variable in Bayern .....	203
Abbildung 74: Zufällig-Effekte Modell für die Gruppe unter 1,4 GVE/ha HFF und RGV/HFF als abhängiger Variable in Bayern .....	206
Abbildung 75: Zufällige-Effekte-Modell für die Gruppe unter 1,4 GVE/ha HFF und RGV als abhängiger Variable in Bayern .....	207
Abbildung 76: Feste-Effekte-Modell für die Gruppe unter 1,4 GVE/ha HFF und HFF als abhängiger Variable in Bayern .....	207
Abbildung 77: Feste-Effekte-Modell für die Gruppe unter 1,4 GVE/ha HFF und GL als abhängiger Variable in Bayern .....	208
Abbildung 78: Anteil der nach Maßnahme A 21 geförderten Grünlandfläche in Bayern .....	209
Abbildung 79: Anteil der nach Maßnahme A 22 geförderten Grünlandfläche in Bayern .....	210
Abbildung 80: Anteil der nach Maßnahme A 23 geförderten Grünlandfläche in Bayern .....	211
Abbildung 81: Anteil der nach Maßnahme Ökologischer Landbau geförderten Fläche in Bayern .....	212
Abbildung 82: Veränderung der nach Maßnahme A 23 geförderten Flächenanteile bei Anwendung einer 120 kg N-Grenze in Bayern .....	214
Abbildung 83: Veränderung der nach Maßnahme A 23 geförderten Flächenanteile bei Anwendung einer 140 kg N-Grenze in Bayern .....	215
Abbildung 84: Veränderung der nach Maßnahme Ökologischer Landbau geförderten Flächenanteile bei Anwendung einer VE-Grenze in Bayern .....	216
Abbildung 85: Flächenentwicklung der Grünlandextensivierungsmaßnahmen von 2007 bis 2009 in Sachsen .....	217
Abbildung 86: Flächenanteil der Grünlandextensivierungsmaßnahme „extensive Weide“ in Sachsen .....	218
Abbildung 87: Theoretisches Erhöhungspotential der Grünlandextensivierungsmaßnahme „extensive Weide“ in Sachsen .....	220

Abbildung 88: Vergleich zwischen möglicher prozentualer Erhöhung des bereits bestehenden extensiven Grünlandes und der möglichen Erhöhung des extensiven Grünlandes an der gesamten Grünlandfläche .....	221
Abbildung 89: Anteil der Betriebe mit möglicher Teilnahme an Grünlandextensivierung in Sachsen mit alter und vorgeschlagener Viehbewertung .....	222
Abbildung 90: Genehmigungsrelevante Anlagekapazitäten in Zahl der Tierplätze .....	228
Abbildung 91: Genehmigungsverfahren nach Baurecht .....	230
Abbildung 92: Immissionsschutzrechtliches Genehmigungsverfahren ohne UVP .....	232
Abbildung 93: Immissionsschutzrechtliches Genehmigungsverfahren mit UVP .....	234
Abbildung 94: Abstandsregelung für Schweinehaltungen der VDI-RICHTLINIE 3471 .....	236
Abbildung 95: Mindestabstandskurve für Geflügel und Schweine der TA Luft .....	237
Abbildung 96: Immissionswerte für verschiedene Gebiete .....	238
Abbildung 97: Viehbestand in GVE/ha Landkreisfläche in Deutschland für das Jahr 2003 ..	242
Abbildung 98: Mindestabstand für Geruch, Ammoniak und Staub für Anlagen zur Schweinemast .....	244
Abbildung 99: Abweichung zwischen dem von SCHULZE MÖNKING (2010) abgeleiteten GVE-Schlüssel und dem im Entwurf der VDI-RICHTLINIE 3894 aufgeführten GVE-Schlüssel .....	245
Abbildung 100: Mindestabstandskurven zur Wohnbebauung bei unterschiedlichen GVE-Werten der Truthennenmast .....	246
Abbildung 101: N-Ausscheidungen aller Tiere je 1,4 GVE .....	304
Abbildung 102: Abweichung für alle Tierarten zwischen 1,4 GVE-Grenze nach GAK und zulässiger GVE-Anzahl nach anrechenbaren N-Ausscheidungen gemäß § 4 Absatz 3 und Anlage 6 DüV (2006) .....	305
Abbildung 103: Flächenanteile der geförderten Agrarumweltmaßnahmen an der LF und durchschnittliche AUM-Zahlungen je Betrieb und LF im Jahr 2004 .....	306
Abbildung 104: Summen der Residuenquadrate der Modelle zur Schätzung der Auswirkungen des Betriebswechsels von der Maßnahme 120 zu 121 für 2 gebildete Gruppen .....	307
Abbildung 105: Summen der Residuenquadrate der Modelle zur Schätzung der Auswirkungen des Betriebswechsels von dem Programm 120 zu 121 für 3 gebildete Gruppen .....	308
Abbildung 106: Zufällige-Effekte-Modell für die Gruppe mit weniger als 0,6 RGV/ha HFF und Milchkühen als abhängige Variable in Niedersachsen .....	308
Abbildung 107: Zufällige-Effekte-Modell für die Gruppe mit weniger als 0,6 RGV/ha HFF und Rinder über 2 Jahre als abhängige Variable in Niedersachsen .....	308
Abbildung 108: Zufällige-Effekte-Modell für die Gruppe mit weniger als 0,6 RGV/ha HFF und Schafe, Ziegen (Muttertiere) als abhängige Variable in Niedersachsen .....	309
Abbildung 109: Zufällige-Effekte-Modell für die Gruppe mit weniger als 0,6 RGV/ha HFF und Rinder von 6 Mon. bis 2 Jahre als abhängige Variable in Niedersachsen .....	309
Abbildung 110: Summen der Residuenquadrate der Modelle zur Schätzung der Auswirkungen des Betriebswechsels von dem Programm K 34 zu A 23 für 2 gebildete Gruppen .....	309
Abbildung 111: Summen der Residuenquadrate der Modelle zur Schätzung der Auswirkungen des Betriebswechsels von dem Programm K 34 zu A 23 für 2 gebildete Gruppen bis 1,4 GVE/ha HFF .....	310
Abbildung 112: Mindestabstand von Anlagen zu empfindlichen Pflanzen und Ökosystemen aufgrund der Einwirkung von Ammoniak .....	310

## Übersichtsverzeichnis

Übersicht 1: Ideale Berechnung von Aufkommen und Verwendung .....	19
---	----

Übersicht 2: Berechnung der Nahrungsmittelproduktion .....	34
Übersicht 3: Berechnung des gesamten pflanzlichen Nahrungsverbrauchs.....	37
Übersicht 4: Berechnung des Verbrauchs von Fleisch in GE .....	38

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Schema zur Erstellung einer Futterbilanz .....	22
Tabelle 2: Zusammensetzung der Bruttobodenproduktion .....	31
Tabelle 3: Zusammenhang zwischen Bruttobodenproduktion, Nahrungsmittelproduktion und Nettonahrungsmittelproduktion .....	33
Tabelle 4: Herkunft und Verwendung des Futtermittelaufkommens.....	40
Tabelle 5: Schematische Darstellung zur Standardisierung einer Versorgungsbilanz am Beispiel Weizen und Aggregation der gesamten Versorgungsbilanz .....	43
Tabelle 6: Gesamte Pflanzenproduktion in Dänemark in Produktgewicht und dänischen Futtereinheiten.....	53
Tabelle 7: Berechnungsschema für den Gesamtselbstversorgungsgrad in Großbritannien.....	55
Tabelle 8: Umrechnungsfaktoren für Produktkategorien.....	57
Tabelle 9: Umrechnungsfaktoren für Vieh des U. S. Department of Agriculture .....	100
Tabelle 10: Flächenumfang, Produktionsmenge in t und in „Unitá foraggere“ für ausgewählte Hauptfutterfrüchte in Italien im Jahr 2007 .....	78
Tabelle 11: Gesamtwirtschaftliche Indikatoren für den landwirtschaftlichen Sektor in Italien (in Mio. €) .....	79
Tabelle 12: Schlachtstatistik für rotes Fleisch im Januar 2007 .....	80
Tabelle 13: Schlachtstatistik für weißes Fleisch im Januar 2007.....	80
Tabelle 14: Verbrauch an landwirtschaftlichen Rohstoffen im niederländischen Kraftfutter in Produktgewicht und Futterenergie .....	81
Tabelle 15: Futtermittelverbrauchsschätzung des Schweizer Viehbestandes im Jahr 2004.....	95
Tabelle 16: Entwicklung der Modulation und der zusätzlichen Modulation nach dem Health Check 2008.....	107
Tabelle 17: EU-Mittel aufgeteilt nach Bundesländern sowie Verteilung der gesamten öffentlichen Gelder auf die Schwerpunkte der ELER-Verordnung .....	112
Tabelle 18: Geförderte landwirtschaftliche Fläche im Schwerpunkt 2 nach Bundesländern und Naturschutzziele.....	113
Tabelle 19: Beihilfeshöhe für umwelt- und tiergerechte Haltungsverfahren in dem GAK- Rahmenplan 2010 bis 2013 .....	118
Tabelle 20: Anforderung an den Viehbestand für die Förderung des Ökologischen Landbaus und die zugehörigen Fördersätze.....	120
Tabelle 21: Extensive Bewirtschaftung des Dauergrünlandes mit 0,3 bis 1,4 RGV/ha HFF bzw. Grünlandnutzung zur Verringerung der Betriebsmittelanwendung in den Bundesländern.....	124
Tabelle 22: Ausbringung flüssiger Wirtschaftsdünger mit besonders umweltfreundlichen Ausbringungsverfahren .....	126
Tabelle 23: Fördersätze für die „Extensive Fruchtfolge“ .....	128
Tabelle 24: Vertragsnaturschutzprogramme mit Viehbeschränkungen .....	130
Tabelle 25: Mittelwertvergleich zwischen Betriebsdaten von Betrieben mit Teilnahme an den Programmen 120 und 121 und mehr als 0,8 RGV/ha HFF .....	176
Tabelle 26: Mittelwertvergleich zwischen Betriebsdaten von Betrieben mit Teilnahme an den Programmen 120 und 121 und weniger als 0,8 RGV/ha HFF .....	178
Tabelle 27: Versorgungsbilanzschema für Getreide des BMELV.....	280

Tabelle 28: Übersicht über die nationalen sowie durch supranationale Organisationen entwickelten Vorgehensweisen .....	282
Tabelle 29: VE-Schlüssel aus der Strukturhebung von Eurostat .....	283
Tabelle 30: VE-Schlüssel aus Dänemark nach N-Ausscheidung der Tiere .....	283
Tabelle 31: Vorrasschätzung der französischen Mischfutterproduktion für August 2008 bis September 2009 (in 1000 t) .....	285
Tabelle 32: Verteilung der Futterkomponenten in der französischen Futtermittelindustrie in 1000 t des ersten Quartals 2008 .....	286
Tabelle 33: VE-Schlüssel aus Spanien nach dem Lebendgewicht der Tiere .....	287
Tabelle 34: VE-Schlüssel zur Abgrenzung der landwirtschaftlichen von der gewerblichen Tierhaltung in Italien .....	287
Tabelle 35: VE-Schlüssel (Graasdiereenheden (GDE)) für Raufutterfresser aus den Niederlanden nach dem Energiebedarf der Tiere .....	287
Tabelle 36: VE-Schlüssel aus den Niederlande nach dem Phosphatausstoß der Tiere .....	288
Tabelle 37: Verteilung der Futtermittel auf die einzelnen Produktionsrichtungen für das Jahr 2004 in der Schweiz .....	289
Tabelle 38: VE-Schlüssel aus der Schweiz .....	292
Tabelle 39: Nährstoff- und Gülleanfall bei verschiedenen Tierarten je DGV beziehungsweise DE (Gülleanfall bei mittleren Trockensubstanz- bzw. Nährstoffgehalten) .....	294
Tabelle 40: Aktuelle Dungeinheit für ausgewählte Ökoverbände .....	294
Tabelle 41: Tabelle für die Umrechnung von Viehstückszahlen in GVE gemäß ELER-Verordnung .....	294
Tabelle 42: Umrechnungsfaktoren pro GVE für den Wirtschaftsdüngeranfall .....	295
Tabelle 43: Kurztabelle VNP/nur Maßnahmen mit Viehbeschränkung .....	296
Tabelle 44: Kolmogorov-Smirnov-Test zur Überprüfung der Verteilungsform für die Betriebsdaten mit Teilnahme an dem Programm 120 und 121 im Jahr 2008 .....	306
Tabelle 45: GVE-Schlüssel nach TA Luft und KTBL .....	311
Tabelle 46: Ammoniakemissionsfaktoren für Anlagen zum Halten oder zur Aufzucht von Nutztieren .....	312

## Abkürzungsverzeichnis

a	Jahr
AUM	Agrarumweltmaßnahmen
BauGB	Baugesetzbuch
BBK	Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe
BLE	Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung
BImSchG	Bundesimmissionsschutzgesetz
BImSchV	Bundesimmissionsschutzverordnung
BMELV	Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz
BMJ	Bundesministerium der Justiz
BML	Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten

BMLFUW	Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
BMVEL	Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft
BW	Baden-Württemberg
BY	Bayern
BB/BE	Brandenburg/Berlin
cal.	Kalorie
CÉRÉOPA	Centre d'Étude et de Recherche sur l'Économie et l'Organisation des Productions Animales
CH <sub>4</sub>	Methan
CO <sub>2</sub>	Kohlendioxid
CVB	Centraal Veevoederbureau
DE	Dungeinheit
DGV	Düngergrößvieheinheit
DFE	Dänische Futtereinheit
DüV	Düngeverordnung
DV	Dummy-Variable
E	Entwurf
EAGFL	Europäischer Ausrichtungs- und Garantiefonds
ELER	Europäischer Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums
EPLR	Entwicklungsplan für den ländlichen Raum
Eurostat	Statistisches Amt der Europäischen Gemeinschaften
EVG	Ernährungsvorsorgegesetz
GAK	Gemeinschaftsaufgabe Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
FE	Futtereinheit
GAP	Gemeinsame Agrarpolitik
GCAU	Grain Consuming Animal Unit

GDB	Gesamtdeckungsbeitrag
GE	Getreideeinheit
GJ	Gigajoule
GL	Grünland
GIRL	Geruchsimmissionsrichtlinie
G&RCAU	Grain and Roughage Consuming Animal Unit
GVE	Großvieheinheit
G1a	extensive Weide
HE	Hessen
HFF	Hauptfutterfläche
HEKUL	Hessisches Kulturlandschaftsprogramm
HH	Hansestadt Hamburg
HIAP	Hessisches integriertes Agrarumweltprogramm
HLBFA	Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt Raumberg-Gumpenstein
HPAU	High Protein Animal Unit
INE	Instituto Nacional de Estadística
INEA	Instituto Nazionale di Economia Agraria
INRA	Institut National de Recherche Agronomique
InVeKoS	Integriertes Verwaltungs- und Kontrollsystem
ISTAT	Instituto nazionale di statistica
IW	Immissionswert
Kcal.	Kilokalorie
K <sub>2</sub> O	Kalium
KTBL	Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft
LEADER	Verbindung zwischen Aktionen zur Entwicklung der ländlichen Wirtschaft
LEI	Landbouw-Economisch Instituut
LF	Landwirtschaftliche Fläche
MA	Mehlausbeutesatz
Maßnahme 120	Grünlandextensivierungsmaßnahme für den gesamten Betrieb in Niedersachsen

Maßnahme 121	Extensive Grünlandnutzung (auf Einzelflächen) ohne mineralische Düngung in Niedersachsen
Maßnahme 122	Grünlandextensivierungsmaßnahme nach der „ergebnisorientierten Honorierung“ in Niedersachsen
Maßnahme A 21	Grünlandextensivierungsmaßnahme „Umweltorientierte Dauergrünlandnutzung“ in Bayern
Maßnahme A 23	Grünlandextensivierungsmaßnahme mit Mineraldüngerverzicht bis 1,4 GVE/ha HFF in Bayern
Maßnahme A 22	Grünlandextensivierungsmaßnahme mit Mineraldüngerverzicht bis 1,76 GVE/ha HFF in Bayern
Maßnahme G1a	Grünlandextensivierungsmaßnahme „extensive Weide“ in Sachsen
Maßnahme K 33	Grünlandextensivierungsmaßnahme ohne Mineraldüngerverzicht in Bayern
Maßnahme K 34	Grünlandextensivierungsmaßnahme mit Mineraldüngerverzicht in Bayern
ME	Umsetzbare Energie (metabolic)
MINAS	Mineral Accounting System
Mio	Million
µg	Mikrogramm
ML	Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Verbraucherschutz und Landesentwicklung
MJ	Megajoule
MV	Mecklenburg Vorpommern
NBauO	Niedersächsische Bauordnung
NEL	Netto-Energie-Laktation
NEV	Netto-Energie-Mast
Nges	Gesamtstickstoff
NH <sub>3</sub>	Ammoniak
NI/HB	Hansestadt Bremen
N <sub>2</sub> O	Distickstoffoxid
NRW	Nordrhein-Westfalen
OLS	kleinste Quadrate
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Phosphor

PLANAK	Planungsausschuss Agrarstruktur und Küstenschutz
RCAU	Roughage Consuming Animal Unit
RGV	Raufutterfressende Großvieheinheiten
RP	Rohprotein
RPF	Reinlandpfalz
RSS	Summe der Residuenquadrate
SB	Schweizerischer Bauernverband
SCEES	Service Central Des Enquêtes Et Études Statistiques
SMUL	Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft
StMELF	Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten
SV	Selbstversorgungsgrad
t	Tonne
T	Trockenmasse
TA Luft	Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft
TH	Thüringen
TJ	Terajoule
SL	Sachsen-Anhalt
SN	Sachsen
UCD	University College Dublin
UEBL BLEU	Belgisch-Luxemburgische Wirtschaftsunion
UVP	Umweltverträglichkeitsprüfung
UVPG	Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung
UVS	Umweltverträglichkeitsstudie
UVU	Umweltverträglichkeitsuntersuchung
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
VE	Vieheinheit
VP	Verdauliches Protein
2SLS	zweistufige kleinste Quadrate

# 1. Einleitung

Die Versorgungslage mit landwirtschaftlichen Produkten erlangte in letzter Zeit durch steigende Nachfrage nach tierischen Produkten, vermehrte Nutzung von Biomasse zur Energiegewinnung, Klimawandel etc. zunehmend Aufmerksamkeit. Hieraus leitet sich der Bedarf an geeigneten Verfahren zur Darstellung der gesamten landwirtschaftlichen Produktion ab. Dazu wurde während des Zweiten Weltkriegs in Zeiten von Versorgungsschwierigkeiten und Nahrungsmittelrationierung die Getreideeinheit entwickelt (WOERMANN 1944: 787 ff.). Bis heute kommt diese in der naturalen Gesamtrechnung zur Anwendung (BMELV 2009: 149 ff.).

Die Versorgung der Bevölkerung mit Nahrungsmitteln zu quantifizieren, entpuppt sich bei näherem Hinsehen als schwieriges Unterfangen. Ursächlich dafür sind zum einen heterogene landwirtschaftliche Produkte, die nicht direkt miteinander vergleichbar sind (BECKER 1988: 1). Zum anderen kommt der Tierproduktion eine bedeutende Stellung im Rahmen der Nahrungsmittelproduktion zu mit der Folge, dass bspw. in Deutschland etwa 60 % der pflanzlichen Produkte in der Landwirtschaft verfüttert werden (BMELV 2007: 146). Die möglichst genaue Abschätzung des Umfangs und der Struktur des Futterbedarfs der Tierproduktion ist demnach von entscheidender Bedeutung für die Beurteilung der Versorgung der Bevölkerung mit landwirtschaftlichen Produkten. Die Aufstellung von Futterbilanzen ist daher stets ein zentrales Element der Versorgungsbilanzierung.

Das System der naturalen Gesamtrechnung der landwirtschaftlichen Produktion steht aus mehreren Gründen unter Anpassungsdruck. Eine besondere Herausforderung stellt die stark gestiegene Nutzung von Biomasse zur Erzeugung von Energie dar; diese Nutzungsform wird bis jetzt in der Getreideeinheit ebenso wenig wie die stoffliche Nutzung von Biomasse (MENRAD 2008) berücksichtigt. Darüber hinaus wird eine ausschließlich quantitative Betrachtung der landwirtschaftlichen Produktion nicht mehr den Anforderungen gerecht, die an eine multifunktionale Landwirtschaft gestellt werden (RANDALL 2002). Schließlich haben Aspekte der Produkt- und Prozessqualität zunehmend an Bedeutung gewonnen (THEUVSEN et al. 2007). Vor diesem Hintergrund soll ein international vergleichender Überblick über den Entwicklungsstand verschiedener Verfahren zur Aggregation der landwirtschaftlichen Produktion gegeben und überprüft werden, inwieweit sich daraus Anregungen für die Weiterentwicklung des deutschen Systems gewinnen lassen.

Die naturale Gesamtrechnung wird durch den schwer quantifizierbaren Bedarf der Tierproduktion wesentlich beeinflusst. Dieser Produktionszweig war in der Vergangenheit durch züchterischen Fortschritt und Innovationen sowie Weiterentwicklungen der Haltungs- und

Fütterungssysteme geprägt, was zu immer größeren Leistungs- und Produktivitätssteigerungen führte. Mit dieser Entwicklung nahm zugleich die Umweltbelastung durch die Tiere zu. Neben der intensiven Tierproduktion entwickelten sich auch extensive Tierhaltungsverfahren, welche vor allem durch den knappen Einsatz von Betriebsmitteln und Technik geprägt sind. Die hieraus resultierenden geringeren Leistungs- und Produktivitätssteigerungen führen zu niedrigeren Umweltbelastungen durch die einzelnen Tiere. Zudem haben extensive Tierhaltungsverfahren oft die Eigenschaft, die traditionelle Kulturlandschaft offen zu halten und die Artenvielfalt zu bewahren (VON KORN 2009).

Im Rahmen von Agrarumweltmaßnahmen erhalten Landwirte einen Ausgleich für Einkommensverluste und Kosten, die ihnen durch Leistungen zugunsten der Umwelt entstehen. Der hohe Bedeutungszuwachs, welchen die Agrarumweltmaßnahmen seit ihrer Einführung im Jahr 1992 erfahren haben, und die weiterhin schwierige Haushaltslage in der aktuellen Förderperiode 2007 bis 2013 zeigen die Notwendigkeit, die Agrarumweltmaßnahmen verstärkt an Effizienz- und Effektivitätskriterien auszurichten (HARTMANN et al. 2006: 3). Der bislang in den Agrarumweltmaßnahmen zur Anwendung gelangende Großvieheinheitenschlüssel, der Tiere ausschließlich nach ihrem Lebendgewicht, nicht jedoch nach ihren Umweltbelastungen und -leistungen bewertet, ist vor diesem Hintergrund kritisch zu hinterfragen.

Weiterhin ist die Tierhaltung mit einem Anteil von ca. 50 % an den deutschlandweiten Emissionen der klimawirksamen Gase Methan und Lachgas und mit einem Anteil von 85 % an den NH<sub>3</sub>-Emissionen nicht nur aus der Sicht der Agrarumweltmaßnahmen, sondern auch des Stallbaurechts von Interesse (HÜBNER 2002: 124; UMWELTBUNDESAMT 2006). Hierbei spielen die Emissionen stickstoffhaltiger Verbindungen eine große Rolle. Die Schutzgüter Boden, Luft und Wasser sind von diesen Emissionen sehr betroffen und dementsprechend stark gefährdet. So führen die Emissionen aus der Tierhaltung über die Luft zu Stoffeinträgen in den Boden und die Gewässer. Ammoniak, welches durch die Luft über weite Strecken transportiert werden kann, wirkt auf den Boden und die Pflanzen versauernd und eutrophierend. Abgesehen von den stickstoffhaltigen Emissionen treten in der Nähe von Tierhaltungsanlagen oft Geruchsemissionen auf, die von den in der Umgebung lebenden Menschen als störend empfunden werden. Trotz der negativen Folgen einer Tierhaltungsanlage auf Umwelt und Menschen ist das Angebot von tierischen Nahrungsmitteln, wie z.B. Fleisch, sehr erwünscht. Daher müssen Orte gefunden werden, an denen die Tierhaltungsanlagen weder die Umwelt noch die Menschen negativ beeinflussen. Die Genehmigung von Tierhaltungsanlagen, die auch eine Bewertung der negativen Umwelteinflüsse einschließt, gestaltet sich dementsprechend schwierig. Das Ergebnis sind unterschiedliche Mindestabstände zu empfindlichen Ökosyste-

men und Wohnbebauungen. Zur Berechnung der Abstandsauflagen wegen Geruchsbelästigungen wird ebenfalls der Großvieheinheitenschlüssel herangezogen. Die Eignung dieses Schlüssels soll in dieser Arbeit ebenfalls überprüft werden.

Ziel dieser Arbeit ist es, Verfahren zu identifizieren, die für die naturale Gesamtrechnung geeignet sind und genaue Aussagen auf der Grundlage von Futterbilanzen ermöglichen. Weiterhin kann diese Arbeit als Entscheidungshilfe für die Wahl der richtigen Darstellungsform von Tieren in Agrarumweltmaßnahmen herangezogen werden. Dazu werden die Konsequenzen von Bezugsgrößen, die von der bisherigen Vorgehensweise abweichen, für die landwirtschaftlichen Betriebe, den förderfähigen Flächenumfang und den Viehbestand aufgezeigt. Schließlich veranschaulicht diese Arbeit die aus den verschiedenen Genehmigungsverfahren für den Bau von Tierhaltungsanlagen nach dem Baurecht bzw. dem Bundesimmissionsschutzgesetz hervorgehenden Abstandsauflagen und die hiermit verbundene Bedeutung des Großvieheinheitenschlüssels.

Diese Arbeit gliedert sich in drei Hauptabschnitte. Im ersten Hauptabschnitt werden nach einer Einführung in Kapitel 2 die Zielsetzung und Methodik von landwirtschaftlichen Gesamtrechnungen beschrieben, auf denen die folgenden Konzepte beruhen. Die Vor- und Nachteile von preislichen und physischen Aggregationen werden in diesem Kapitel herausgearbeitet. Kapitel 3 beinhaltet einen historischen Überblick über landwirtschaftliche Aggregationsverfahren, insbesondere die Getreideeinheit und ihre Bedeutung. Daran reiht sich eine Darstellung der Berechnungen, die vom Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz in Getreideeinheiten durchgeführt werden, an. Kapitel 4 veranschaulicht vergleichbare Systeme, die in einzelnen Ländern existieren bzw. von verschiedenen Organisationen genutzt werden.

Der zweite Hauptabschnitt beinhaltet die kritische Analyse der Verwendung des Großvieheinheitenschlüssels in Agrarumweltmaßnahmen. Nach einem kurzen Überblick über die Implementierung von Agrarumweltmaßnahmen in die Gemeinsame Agrarpolitik im fünften Kapitel folgt im sechsten Kapitel die Beschreibung der aktuellen Förderpolitik für den ländlichen Raum in der Bundesrepublik Deutschland. Im siebten Kapitel schließt sich ein Vergleich konkreter Fördermaßnahmen, in denen der Großvieheinheitenschlüssel Verwendung findet, an. Kapitel 8 beinhaltet eine allgemeine kritische Bewertung der Ziel-Wirkungs-Analyse von Agrarumweltmaßnahmen, welche speziell auf die Großvieheinheit ausgeweitet wird. Darauf folgt der Vorschlag für alternative Viehbewertungen.

Im folgenden Teil des zweiten Hauptabschnittes werden die Anpassungsreaktionen von Betrieben, die an Agrarumweltmaßnahmen teilnehmen, auf veränderte Viehbesatzforderungen herausgearbeitet. In Kapitel 9 beginnt die Analyse mit einer modellgestützten, ökonomischen Bewertung der Anpassungsreaktionen auf veränderte Viehbesatzforderungen. Nach der Vorstellung der angewandten Methoden und der Darstellung der Berechnungsverfahren im zehnten Kapitel werden im elften Kapitel die Ergebnisse der empirischen Modelle dargestellt. Im Rahmen der Auswertung der Ergebnisse werden die modellgestützten Überlegungen und Hypothesen bezüglich der Anpassungsreaktionen diskutiert und überprüft.

Im dritten Hauptabschnitt schließt sich in Kapitel 12 nach einem Überblick über die allgemeinen immissionsschutzrechtlichen Rahmenbedingungen und die unterschiedlichen Genehmigungsverfahren ein Vergleich zwischen den Abstandsauflagen für Geruch, Ammoniak und Staub an. Im Anschluss daran werden die Entwicklungsmöglichkeiten in Bezug auf die Anwendung der Großvieheinheit im Stallbaugenehmigungsrecht aufgezeigt.

Im Fazit werden die gewonnenen Resultate diskutiert und die Anforderungen an zukünftige Einheiten zur Darstellung der landwirtschaftlichen Produktion sowie von Tierbeständen verdeutlicht.

## **2. Zielsetzung und Methoden landwirtschaftlicher Gesamtrechnungen**

Um die naturale Gesamtrechnung, die in Deutschland unter Zuhilfenahme der Getreideeinheit (GE) durchgeführt wird, besser zu verstehen, muss zuvor auf das Konzept der Versorgungsbilanz näher eingegangen werden. Das grundlegende Schema der Futterbilanz wird wegen Überschneidungen mit der Versorgungsbilanz auch erwähnt. Des Weiteren wird auf den Bedarf an statistischen Erhebungen im Bereich Landwirtschaft verwiesen und im Anschluss die Vor- und Nachteile der monetären und physischen Aggregation beschrieben.

### **2.1 Elemente und Arten von Versorgungsbilanzen**

Versorgungsbilanzen werden für einzelne Erzeugnisse oder Erzeugnisgruppen erstellt und in naturalen Einheiten angegeben. Das grundlegende Konzept einer Versorgungsbilanz kann wie folgt beschrieben werden: „Die Versorgungsbilanzen stellen das Aufkommen und die Verwendung eines Erzeugnisses oder einer Erzeugnisgruppe in einem Bezugsgebiet (Europäische Union und/oder Mitgliedsstaaten) und über einen Bezugsraum (Kalender- und/oder Wirtschaftsjahr) einander gegenüber“ (STATISTISCHES AMT DER EUROPÄISCHEN GEMEINSCHAFTEN 2001: 3).

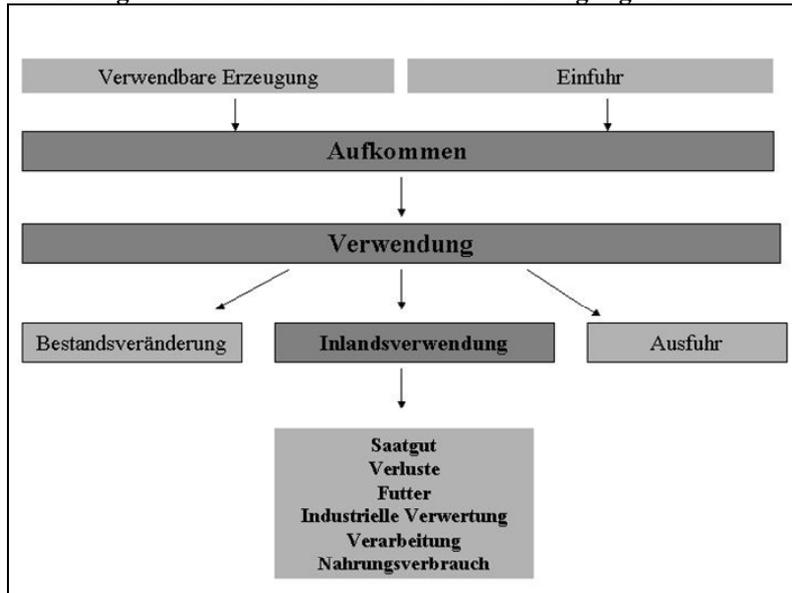
Die EU-Mitgliedsstaaten erstellen auf Basis eines einheitlichen Konzepts Versorgungsbilanzen. Das Statistische Amt der Europäischen Gemeinschaften (Eurostat) schlägt in Ad-hoc-Arbeitsgruppen dieses Konzept dem Agrarstatistischen Ausschuss vor. Grundlage der Erhebung ist die Verordnung (EG) Nr. 1172/95 des Rates vom 22. Mai 1995 über die Statistiken des Warenverkehrs der Gemeinschaft und ihrer Mitgliedsstaaten mit Drittländern, zuletzt geändert durch die Verordnung (EG) Nr. 374/98. Die nationalen Bilanzen werden aggregiert und durch Eurostat in eine gemeinschaftliche Bilanz konsolidiert. Die gemeinschaftlichen wie auch die nationalen Versorgungsbilanzen werden in der NewCronos Datenbank veröffentlicht. Sie stellen eine quantitative Erweiterung der landwirtschaftlichen Gesamtrechnung dar (STATISTISCHES AMT DER EUROPÄISCHEN GEMEINSCHAFTEN 2001: 5).

Der synoptische Charakter einer Versorgungsbilanz kann als Ergänzung zu wertmäßigen Angaben zu den einzelnen Produkten betrachtet werden. Versorgungsbilanzen werden für die wichtigsten gehandelten Agrarerzeugnisse erstellt und vermitteln einen Überblick über Erzeugung, Bestandsentwicklung der Vorräte, Verarbeitung und Verbrauch landwirtschaftlicher Erzeugnisse. Der Berichtszeitraum von Versorgungsbilanzen bezieht sich auf ein Jahr, ein Quartal oder einen Monat. Für Versorgungsbilanzen pflanzlicher Produkte gilt EU-einheitlich das Wirtschaftsjahr, für tierische Produkte gilt das Kalenderjahr (STATISTISCHES AMT DER EUROPÄISCHEN GEMEINSCHAFTEN 2001: 5).

Versorgungsbilanzen basieren auf amtlichen Agrarstatistiken, Ernteberichterstattungen, Intra- und Außenhandelsstatistiken, den Meldungen über Marktordnungsware sowie ggf. auf speziellen Meldungen der Ernährungswirtschaft für Zwecke der Ernährungsvorsorge. Weiterhin werden aktuelle Berichte aus der Land- und Ernährungswirtschaft sowie der Konsumforschung genutzt, um die Versorgungsbilanzen zu ergänzen. Die Aktualität der Basisdaten ist für die Aussagekraft der Versorgungsbilanzen von entscheidender Bedeutung. Aufgrund des immer mehr reduzierten Umfangs statistischer Erhebungen muss für die Erstellung von Versorgungsbilanzen zunehmend auf alternative Quellen zurückgegriffen werden. Daraus können sich methodische Anpassungen für Versorgungsbilanzen ergeben (BLE 2006: 6).

Das Grundprinzip einer Versorgungsbilanz wird in Abbildung 1 dargestellt; es kann für einzelne Produkte abgewandelt werden.

**Abbildung 1: Schematischer Aufbau einer Versorgungsbilanz**



Quelle: Eigene Darstellung nach Ministère De L'Agriculture Et De La Pêche 2007a: 8

Die einzelnen Positionen in der Versorgungsbilanz ermöglichen es, das Aufkommen und die Verwendung eines Erzeugnisses oder einer Erzeugnisgruppe zu berechnen. Für eine ausgeglichene Bilanz muss das Aufkommen der Verwendung entsprechen. Die Darstellung der Bilanzposten Aufkommen und Verwendung folgt in Übersicht 1:

**Übersicht 1: Ideale Berechnung von Aufkommen und Verwendung**

Aufkommen =	Verwendbare Erzeugung + Anfangsbestand (falls vorhanden) + Einfuhren
Verwendung =	Ausfuhren + Inlandsverwendung + Endbestand (falls vorhanden, sonst Bestandsveränderung)

Quelle: Statistisches Amt der Europäischen Gemeinschaften 2001: 6

Falls die absoluten Anfangs- oder Endbestände nicht ermittelt werden können, werden nur die Bestandsveränderungen bei der Verwendung berücksichtigt. Die Inlandsverwendung lässt sich in die folgenden Bilanzposten aufteilen:

*Verwertung als Saatgut*; Saatgut, welches direkt im landwirtschaftlichen Betrieb für den folgenden Produktionszyklus verwendet wird, und Mengen, die auf dem Markt gekauft werden. Bruteier gehören ebenfalls zu diesem Posten.

*Verluste*; Verluste, die im landwirtschaftlichen Betrieb als Schwund oder als Sortierverluste entstehen und bei der Vermarktung während der Lagerung, des Transports oder der Verarbei-

tung auftreten. Die Verluste während der Ernte werden bereits bei der verwendbaren Erzeugung berücksichtigt.

*Verwertung für Futterzwecke*; Pflanzliche Produkte, die direkt in der Landwirtschaft verwendet werden, und von der Futtermittelindustrie produzierte Futtermittel. Nebenerzeugnisse aus der Verarbeitung werden nur in der Futterbilanz berücksichtigt.

*Industrielle Verwertung*; Die Produktmenge, welche von der Industrie verarbeitet wird und nicht als Nahrungs- oder Futtermittel bestimmt ist, wird unter diesem Posten verbucht. Vereinbarungsgemäß werden Produkte, wie z.B. Gerste, die zur Alkohol- und Bierherstellung benutzt werden, auch in dieser Rubrik erfasst.

*Verarbeitung*; Dieser Posten stellt die Verbindung zwischen der Versorgungsbilanz eines Grunderzeugnisses und der eines aus diesem Grunderzeugnis erzeugten verarbeiteten Produktes dar. Die verarbeiteten Produkte sind Gegenstand eigener Bilanzen (z.B. bei Ölfrüchten die Bilanzen für Öle und für Ölkuchen (HÄFNER 1978: 17)).

*Nahrungsverbrauch*; Unter diesem Posten werden die Nahrungsmittelmengen, die direkt verbraucht oder von der Nahrungsmittelindustrie produziert werden, erfasst. Bestandsveränderungen im Einzelhandel und bei den Verbrauchern werden ebenso berücksichtigt wie alle möglichen Arten von Verlusten in diesen beiden Bereichen (STATISTISCHES AMT DER EUROPÄISCHEN GEMEINSCHAFTEN 2001: 19 ff.).

Für manche Erzeugnisse werden getrennte Erzeugungs- und Marktbilanzen erstellt (siehe Anhang, Tabelle 27). Diese Aufgliederung erhöht zum einen die Aussagekraft und erleichtert zum anderen die Kontrolle der Daten. Weiterhin vereinfacht die Aufteilung der Bilanzen die Erstellung der Gesamtbilanz, welche die Summe aus Erzeugungs- und Marktbilanz darstellt. Die Position „verwendbare Erzeugung“ der Gesamtbilanz entspricht der „verwendbaren Erzeugung“ der Erzeugungsbilanz. Die Positionen „Verkäufe der Landwirtschaft“ und „Käufe in der Landwirtschaft (aufnehmende Hand)“ heben sich gegenseitig auf. Sie stellen den mengenmäßigen Übergang von der Erzeugungsbilanz zur Marktbilanz dar (STATISTISCHES AMT DER EUROPÄISCHEN GEMEINSCHAFTEN 2001: 10 ff.).

Allgemein wird zwischen einfachen Versorgungsbilanzen, welche nur ein Erzeugnis betrachten, und aggregierten Versorgungsbilanzen, in denen zu dem Grunderzeugnis noch die verarbeiteten Haupterzeugnisse hinzugerechnet werden, differenziert. Um die verarbeiteten Produkte in ihre Grundprodukte zurückzurechnen, verwenden die einzelnen Länder unterschiedliche technische Umrechnungskoeffizienten, welche zwischen Ernteperioden schwanken können. In der Getreidebilanz z.B. wird als Grunderzeugnis das Getreidekorn verwendet. Das

Mehl auf der ersten Verarbeitungsstufe z.B. wird mit dem Mehlwert auf das Ausgangsprodukt Getreide zurückgerechnet. Weitere Umrechnungen für landwirtschaftliche Produkte sind z.B. die Umrechnung von Honig in seinen Weißzuckerwert, von Rohzucker in Weißzucker, von Kakaobohnen in Kakaomasse und von Rohfetten in Reinfette. Diese Umrechnungen ermöglichen, von Bruttomengen auf Nettomengen bei der Verarbeitung zu schließen (HÄFNER 1978: 51; MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DE LA PÊCHE 2007a: 8; STATISTISCHES AMT DER EUROPÄISCHEN GEMEINSCHAFTEN 2001: 8).

Im Rahmen der Notfallvorsorge erstellt die BLE neben nationalen Versorgungsbilanzen, die die Bilanzierung der Versorgung auf Ebene des Bundes darstellen, weitere regionale Versorgungsbilanzen auf Ebene der Länder, der Regierungsbezirke sowie der Kreise und kreisfreien Städte. Weiterhin werden Bestandsübersichten und Reichweitenberechnungen erstellt. Grundlegender Aspekt bei der Bilanzierung der Versorgung mit landwirtschaftlichen Produkten ist die Ermittlung der tierischen und pflanzlichen Inlandserzeugung, die im Krisenfall für Nahrungszwecke bereitgestellt werden kann (BLE 2006: 5).

## **2.2 Futterbilanzen**

Als gesondert zu behandelnde Bilanzen soll näher auf die Futterbilanzen eingegangen werden. Die Futterwirtschaft stellt die Verbindung zwischen pflanzlicher Erzeugung und tierischen Erzeugnissen dar. Die Futterbilanzen tragen dazu bei, bessere Kenntnisse über die Produktionsstruktur der Landwirtschaft, insbesondere der Viehwirtschaft und die Versorgungsstruktur einer Region zu erhalten. Sie gibt Auskunft über die Versorgung mit Futtermitteln zur Ergänzung des Energie- und Eiweißbedarfes für die tierische Veredelungswirtschaft. Zudem können mit ihrer Hilfe Konsequenzen von Ernteverlusten bei zu trockener oder von Qualitätseinbußen bei zu nasser Witterung in einer Region abgeschätzt werden. Auch Störungen der Zufuhr von Eiweißfuttermitteln oder anderen konzentrierten Futtermitteln vom Weltmarkt können besser beurteilt werden. Stark schwankende Preise z.B. für Getreide, andere Nutzungsmöglichkeiten für pflanzliche Produkte wie Ernährung oder energetische Verwertung, die Auswahlmöglichkeiten der Futtermittelindustrie aus einer breiten Palette an substitutionsfähigen Futtermitteln und die Preise für tierische Erzeugnisse sind wichtige Faktoren, die den Markt für Futtermittel beeinflussen. Jedoch werden Reaktionen auf wirtschaftliche Signale zumindest kurzfristig durch biologische Zwänge erschwert. Hieraus resultiert z.B. der bekannte Schweinezyklus. Um die Dynamik der Futtermittelverwertung, die Auswirkungen verschiedener Rassen und die Wechselwirkungen zwischen Witterungseinflüssen besser zu verstehen, sind tierzüchterische,

pflanzenbauliche und ernährungsphysiologische Überlegungen hilfreich (U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE 1998; HÄFNER 1978: 27).

Tabelle 1 zeigt schematisch die Erstellung einer Futterbilanz.

**Tabelle 1: Schema zur Erstellung einer Futterbilanz**

Aufkommen	Abstimmung	Verwendung
<p><b>Datengrundlage:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Posten „Futter“ aus den Versorgungsbilanzen für pflanzliche Produkte</li> <li>➤ Verwendungsbilanzen für rückfließende Futtermittel aus Verarbeitung von Agrarrohstoffen</li> <li>➤ Ernteberichterstattung für wirtschaftseigenes Futter</li> </ul>		<p><b>Schätzung auf Basis von:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Viehbeständen</li> <li>➤ Versorgungsbilanzen für tierische Produkte</li> </ul>

Quelle: Eigene Darstellung

Das Aufkommen an Futtermitteln stellt die Verfügbarkeit von Produkten dar, welche zur Verfütterung geeignet sind. Das Futter ist, wie oben schon erwähnt, ein Posten der Verwendungsseite der Versorgungsbilanzen für marktgängige pflanzliche Produkte. Das Futtermittelaufkommen beinhaltet weiterhin Futtermittel, die zum Beispiel aus der Verarbeitung von Agrarrohstoffen entstehen. Da der Rückfluss dieser Futtermittel nicht in den Versorgungsbilanzen enthalten ist, setzt die Berücksichtigung dieses Postens entsprechende Verwendungsbilanzen für Einzelprodukte voraus. Die Angaben aus den Verwendungsbilanzen können dann in das Futteraufkommen übertragen werden.

Um eine aussagekräftige Futtermittelbilanz zu erstellen, muss zusätzlich wirtschaftseigenes Futter, das vielfach aus kaum marktgängigen, sehr voluminösen und nährstoffarmen pflanzlichen Produkten besteht, erfasst werden. Die Erfassung nicht marktgängiger Erzeugnisse ist dabei besonders schwierig und mit Fehlern behaftet. Insbesondere gilt dies für die Erzeugnisse von Grünland, deren verschiedene Nutzungsformen wie Heu, Silage und Weidenutzung zusätzlich die Ertragsermittlung erschweren. Eine Vereinfachung bedeutet daher die Angabe der Erträge von Grünland als Heuwert, welcher den Grünmasseertrag in einem Verhältnis von 1:4 in Trockenmasse wiedergibt. Die Angabe der Grünmasseerträge als Heuwert wird in der Ernteberichterstattung vorgenommen, für welche das Agrarstatistikgesetz die Rechtsgrundla-

ge bildet. Raufutter hat einen großen Anteil am gesamten Futtermittelaufkommen; in Deutschland machte das Raufutter im Jahr 2005/2006 gemessen in GE 42 % am Futterraufkommen aus. Mit der Erfassung des wirtschaftseigenen Futters wird sichergestellt, dass sämtliche pflanzlichen Produkte, die in den landwirtschaftlichen Betrieben verbraucht werden, bilanziert werden (BMELV 2007b: 119; HÄFNER 1978: 28-29).

Auf der Verwendungsseite wird der Futtermittelverbrauch geschätzt und die Schätzungen werden durch Angaben der Futtermittelindustrie ergänzt. Die Futtermittel, die direkt im landwirtschaftlichen Betrieb verfüttert werden, also die Erzeugerstufe nicht verlassen, müssen nach Bedarfsangaben ermittelt werden. Als Datengrundlage dienen die Versorgungsbilanzen für tierische Produkte und die Tierbestandszahlen, aus denen der Futterbedarf für die einzelnen Tierarten abgeleitet wird. Hierbei stellt sich das Problem, die Bedarfsnormen je Leistungseinheit richtig zu schätzen. Daher müssen die Fortschritte in der Züchtung, Haltung, gewerblichen Futterherstellung etc. relativ zeitnah überprüft werden. Ein System, welches dies ermöglicht, muss produktionswirtschaftlich-physiologisch-physische Ströme zwischen pflanzlicher Erzeugung und Verwendung in der tierischen Veredelung deutlich machen (HÄFNER 1978: 100).

Leichte Verzerrungen in der Futterabschätzung können daraus entstehen, dass nicht immer aktuelle Zahlen des Viehbestandes vorliegen. Zwar wird ab Mai 2008 zweimal jährlich der Rinderbestand in dem Herkunftssicherungs- und Informationssystem für Tiere (HI-Tier Datenbank) abgerufen, doch werden z.B. in Deutschland nur alle 4 Jahre jeweils am 3. Mai der Bestand an Schweinen, Schafen, Pferden und Geflügel allgemein erhoben; zusätzlich finden in allen geraden Jahren repräsentative Erhebungen der Schweine- und Schafbestände statt. Weitere Verzerrungen können aus abweichenden Berichtszeiträumen resultieren. So werden z.B. die für die Schätzung der Verwendung der Futtermittel notwendigen Bilanzen für tierische Erzeugnisse kalenderjährlich erstellt, während die Bilanzen für pflanzliche Erzeugnisse, welche das Futterraufkommen darstellen, zum Wirtschaftsjahr erhoben werden. Weitere Differenzen ergeben sich aus schwankenden Nährstoffgehalten bzw. Qualitäten auf der Aufkommenseite und Elastizitäten im Verbrauch. Die Elastizität ist auf verschwenderischen Umgang bei reichlichem Futteranfall und auf eine bessere Ausnutzung bei Knappheit zurückzuführen. Ähnlich einer doppelten Buchführung wird durch die Aufstellung der Verwendungsseite mit abschließender Abstimmung von Aufkommen und Verwendung die Bilanz gegengetestet (BMELV 2007b: 123; HÄFNER 1978: 36).

### **2.3 Aktueller Bedarf an der Bilanzierung der landwirtschaftlichen Produktion**

Die Beschlüsse agrarpolitischer Entscheidungsträger basieren häufig auf der Beurteilung der Entwicklung der Agrarmärkte und Zahlenmaterial aus den oben beschriebenen Versorgungsbilanzen (STATISTISCHES AMT DER EUROPÄISCHEN GEMEINSCHAFTEN 2001: 5). In der EU war das Erreichen der Ziele des Vertrages von Rom lange Zeit die Hauptmotivation für die Erstellung von Versorgungsbilanzen. Diese Ziele lauten:

- Stabilisierung der Märkte,
- Sicherstellung der Versorgung,
- angemessene Verbraucherpreise,
- harmonische Entwicklung des Welthandels.

Versorgungsbilanzen unterstützten die Analyse der Auswirkungen von Preis- und Marktpolitik als den Hauptinstrumenten der Agrarpolitik (HÄFNER 1978: 164 ff.).

„Während die Gesetzgebung in Deutschland ursprünglich auf die Notwendigkeiten im Zusammenhang mit einem Verteidigungsfall ausgerichtet war, stehen heute insbesondere Anfälligkeiten der Wirtschaft, der Energieversorgung und der Logistik im Bereich Ernährung und Trinkwasser im Mittelpunkt. Zur Vorsorge gehören daher auch die Risikoanalyse sowie die Ableitung der präventiven Maßnahmen“ (BBK 2007). Folglich wird in Deutschland in verteidigungsbezogene und nicht verteidigungsbezogene Regelungen unterschieden. Erstere sind im Ernährungssicherstellungsgesetz zusammengefasst und dienen der Sicherstellung der Versorgung im Verteidigungsfall. Letztere sind im Ernährungsvorsorgegesetz erfasst, welches bei Versorgungskrisen Anwendung findet, die z.B. durch Natur- bzw. Umweltkatastrophen oder wirtschaftspolitische Störungen hervorgerufen werden (BLE 2006: 3).

Nach § 6 Ernährungsvorsorgegesetz (EVG) und § 12 Ernährungssicherstellungsgesetz (ESG) hat die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) die Aufgabe, die Bestände, die Erzeugung und den Verbrauch von Erzeugnissen der Ernährungs- und Landwirtschaft sowie die Produktionskapazitäten von Herstellern, Bearbeitern und Verarbeitern solcher Erzeugnisse zu erfassen. Eine weitere Aufgabe besteht in der Aufstellung zentraler Versorgungs- und Bevorratungspläne (BLE 2006: 4). „Wesentliche Grundlage für die Versorgungsplanung und damit für lenkende Eingriffe im Krisenfall ist die laufende Erfassung und Auswertung der Versorgungssituation in der Bundesrepublik mit landwirtschaftlichen Rohstoffen sowie Nahrungs- und Futtermitteln. Hierzu wird das methodische Konzept der Versorgungsbilanzen eingesetzt“ (BLE 2006: 5).

Verschiedene Faktoren beeinflussen den Nahrungsmittelverbrauch. Hierzu zählen einerseits messbare Größen, z.B. das zur Verfügung stehende Pro-Kopf-Einkommen und die Alters- und Haushaltsstruktur, sowie andererseits schwer bestimmbare Einflussgrößen, wie z.B. Verzehrsgewohnheiten, ständig wachsendes Lebensmittelangebot und Lebensmittelskandale. Da die genannten Einflussfaktoren aufgrund einer unzureichenden Datengrundlage nicht bzw. nicht ausreichend genau quantifizierbar sind, gilt es, die Versorgungsbilanzen auf einem möglichst aktuellen Stand zu halten (ZEDDIES 2007: 2).

Eine relativ neue Verwendung für Versorgungsbilanzen findet sich in der Diskussion über den potenziellen Beitrag der Landwirtschaft zur Erzeugung erneuerbarer Energien. Wie hoch der Selbstversorgungsgrad bei Nahrungsmitteln ist und inwieweit die Bioenergieproduktion einen signifikanten Einfluss auf die Importabhängigkeit eines Landes bei Nahrungsmitteln hat, sind aktuelle Fragen von großer Bedeutung.

#### **2.4 Probleme der Aggregation in wert- und mengenmäßigen Bilanzen**

Die Aggregationstheorie liefert das methodische Rüstzeug, um komplexe Wirklichkeiten vereinfacht abzubilden und die Realität überschaubarer zu machen. Da eine Summation von Mengeneinheiten heterogener Größen in den meisten Fällen nicht sinnvoll ist, wird im Rahmen der Aggregation mittels geeigneter Umrechnungsfaktoren ein Überbegriff aus heterogenen Produkten definiert, der eine Addition der einzelnen Teilkomplexe erlaubt (BESCH et al. 1976: 3).

Eine Schwierigkeit besteht darin, dass mit zunehmendem Aggregationsgrad zwar der Abbildungsumfang zunimmt, der Informationswert jedoch sinkt. Je mehr Bestandteile ein Aggregat einbezieht, desto weniger spezifisch können die darauf aufbauenden Theorien die Realität wiedergeben. Die Erklärungskraft steigt also mit abnehmender und sinkt mit zunehmender Aggregation. Bei zu weit gehender Aggregation werden Tatbestände zusammengefasst, die nichts miteinander zu tun haben. Es ist daher fallspezifisch – auch unter Berücksichtigung des gewünschten Genauigkeitsgrads und der Kosten der Aggregation – zu entscheiden, welcher Aggregationsgrad als der richtige angesehen werden kann (KANN 1968: 3-4).

In der Literatur wird auf die Problematik verwiesen, heterogene Daten durch einen einzigen Ausdruck zu repräsentieren. Außerdem wird die Gefahr betont, Aggregate als homogene Größen zu betrachten, da z.B. Veränderungen innerhalb der Aggregate nicht ohne Weiteres erkannt werden können. In der Literatur können sogar Aussagen gefunden werden, dass es theoretisch unmöglich sei, eine heterogene Masse von Daten durch einen einzigen Ausdruck zu repräsentieren. Diesen Problemen gegenüber steht aber die Notwendigkeit, Einzelinformatio-

nen zusammenfassen zu müssen, um umfassende Problemstellungen bewältigen zu können. Der Informationswert der Aggregation erscheint in diesem Zusammenhang oft größer als die mit ihr verbundenen Schwierigkeiten (KANN 1968: 3-8; BOULDING 1955: 270).

Grundsätzlich kann zwischen der Aggregation über physische Einheiten und der Aggregation über monetäre Einheiten unterschieden werden. Sie führen zu unterschiedlichen Ergebnissen, wenn die physische Beschaffenheit der betrachteten Ware nicht den monetären Wertrelationen entspricht (BESCH et al. 1976: 3).

Bei der Aggregation landwirtschaftlicher Produkte sind die physischen Einheiten entweder herkömmliche Mengenmaße wie Gewicht, Volumen und Stückzahl oder sie beziehen sich auf die spezifischen Eigenschaften einer Ware, beispielsweise den Eiweiß-, Fett- oder Energiegehalt. Die meisten physischen Einheiten sind nur in begrenztem Umfang zu verwenden. So kann beispielsweise der Nenner Eiweißgehalt nur zu einer Überprüfung der Über- oder Unterversorgung der Verbraucher mit Eiweiß dienen. Generell kann festgehalten werden, dass der ernährungsphysiologische Wert der Inhaltstoffe, etwa essentieller Aminosäuren und Vitamine, bei einer Aggregation landwirtschaftlicher Produkte in aller Regel keine Berücksichtigung finden (BESCH et al. 1976: 4 ff.).

Soweit für die physische Aggregation verschiedene Einheiten zur Verfügung stehen, muss die Auswahl im Hinblick auf die jeweilige Fragestellung erfolgen. Die GE oder jede andere auf einem ähnlichen Konzept beruhende Einheit ist beispielsweise dann als physischer Nenner geeignet, wenn das Ziel verfolgt wird, den Selbstversorgungsgrad bzw. die größtmögliche Ernährungskapazität der Fläche zu erfassen (BESCH et al. 1976: 44 ff.).

Mit steigendem Einkommensniveau nimmt die Bedeutung einer quantitativ ausreichenden Versorgung zu Gunsten der Qualität der Versorgung ab. In dieser Situation ist ein monetärer Aggregationsmaßstab vorzuziehen, weil er den preislich höher bewerteten Produkten ein höheres Gewicht beimisst, während der physische Maßstab sinnvoll nur noch zur Bewertung der pflanzlichen Grundsubstanz, die in der Tierproduktion veredelt wird, dienen kann. Auch wenn zwischen dem Energiewert für die Tierfütterung und der Humanernährung eine Wechselbeziehung besteht, so kann der GE-Schlüssel keine Beurteilung von Nahrungsmitteln, die differenzierten Ernährungsansprüchen genügen müssen, darstellen. Dies ist umso weniger möglich, je weniger die Lieferung von Energie im Vordergrund steht. Ziel der Anwendung eines monetären Maßstabes kann z.B. die schnellstmögliche Ausdehnung der Erzeugung der Agrarprodukte mit der höchsten preislichen Bewertung sein (BESCH et al. 1976: 45 ff.; KREITMAIR 1989: 120).

Der GE-Schlüssel ermöglicht in der Statistik jedoch einige Berechnungen auf denen Überlegungen auf nationaler wie internationaler Ebene beruhen. Der Vergleich zwischen Brutto- und Nettogrößen wie z.B. zwischen (Brutto-)Bodenproduktion und Nahrungsmittelproduktion hat einen Informationswert. Die Aggregation ist meist nur durch den GE-Schlüssel möglich, da Preisdaten für nicht marktgängige Futtermittel fehlen. Die Vergleiche geben mit Einschränkungen das ungenutzte Potential der Bodenproduktion wieder. Um diese Berechnungen durchführen zu können, werden im GE-Schlüssel die tierischen Erzeugnisse nach dem Futteraufwand in die Berechnungen miteinbezogen und nicht mit ihrem Wert für die menschliche Ernährung (BESCH et al. 1976: 42 ff.; HIX 1975: 63; KREITMAIR 1989: 120).

### **3. Deutschland: Aggregation über Getreideeinheiten in der naturalen Gesamtrechnung**

#### **3.1 Entstehungsgeschichte der Getreideeinheit**

Futtereinheiten gehören zu den ältesten Normen in der Landwirtschaft. Bereits im Jahr 1725 wurde im heutigen Tschechien eine Stroheinheit zur Erfassung des Ertrages als Steuerbasis für untertänige Bauerngüter benutzt. Die Bemühungen waren darauf ausgerichtet, nicht nur die Größe, sondern auch die Ertrags- bzw. Zahlungsfähigkeit eines Hofes zu bestimmen. Ziel war es, nach der Ergiebigkeit des Strohs, Heues und Grummets ein „Principium generale oeconomicum“ zu finden, nach dem für jede Hofstelle die maximal zu haltende Tierzahl zu bestimmen war. Das Verhältnis des Heues und Grummets wurde nach dem Rauminhalt festgelegt (LOHM 1954: 1 ff.).

Im deutschsprachigen Raum stellte der Heuwert von THAER (1809: 265) den ersten Generalnenner dar. Dabei interessierte THAER allerdings weniger der Nährwert als vielmehr der Stallmist, der mit der Verfütterung des jeweiligen Produktes entsteht (BECKER 1988: 7).

Als Vorgänger der GE fungierte der Getreidewert. Seine historische Bedeutung lag darin, die Kaufkraft einer Währung in einer bestimmten Menge Getreide auszudrücken. Vor allem in Zeiten starker Inflation wurde bei Verträgen der Getreidewert zugrunde gelegt. In der Wirtschaftsgeschichte wurde die Getreideeinheit zur Feststellung des Geldwerts herangezogen. Zu nennen sind hier exemplarisch die Roggenanleihen in den 1920er und 1930er Jahren, welche als Sachwertanlagen den Geldwert bestimmter Gewichtsmengen von Roggen darstellten. Auch die Verzinsung wurde in Gewichtseinheiten Roggen angegeben. Die Anleihen wurden per Gesetz im Frühjahr 1934 in Reichsmarkanleihen umgewandelt. Heute ist der Getreidewert vergleichbar mit dem Mehlwert, der es ermöglicht, weiterverarbeitete Produkte wie z.B. Malz in das Ursprungsprodukt zurückzurechnen (BANTZER 1970: 3; MERK 2007).

Die Entwicklung der GE ist von den Versorgungsschwierigkeiten und der Nahrungsmittelrationierung während des Zweiten Weltkriegs geprägt. Unter diesen Umständen begann zwischen BÖHME (1943a: 232-233) und MIELCK (1943: 695-699) die Diskussion um einen geeigneten Generalnenner für die landwirtschaftliche Produktion (BECKER 1988: 7-8).

Unter Berücksichtigung der verbrauchten Kalorien tierischer und pflanzlicher Herkunft des Normalverbrauchers empfahl BÖHME (1943: 232-233) ein anzustrebendes Verhältnis der Erzeugung tierischer und pflanzlicher Kalorien. Er erklärte, dass es zur Sicherstellung der Selbsternährung (Autarkie) notwendig sei, den Feldfruchtsertrag zu maximieren. Daraus folge, dass die Veredelungswirtschaft durch eine Rationierung der Nahrungsmittelnachfrage nach tierischen Produkten zu Gunsten der pflanzlichen Produktion eingeschränkt werden müsse. Seine Überlegungen gingen von einem horizontalen Betriebsvergleich aus, welcher die Produktionsstrukturen, die Bewertung des Bodens, die Intensität der Viehhaltung und die Witterungseinflüsse berücksichtigte. Dieser Betriebsvergleich zielte vor allem auf eine Steigerung der Nahrungsmittelproduktion ab. Die Nachteile von Betrieben mit ungünstigeren klimatischen Bedingungen wurden durch Korrekturfaktoren ausgeglichen. Die Wertzahlen, die BÖHME definierte, sind grundsätzlich nur als Leistungsmaßstab für die menschliche Ernährung zu verstehen. BÖHME diskutierte seinerzeit sowohl die monetäre wie auch die physische Bewertung (Heuwert, GE, Stärkewert und Kalorien). Er kam zu dem Entschluss, dass nur die monetäre Bewertung als Generalnenner in Frage komme und die Reduzierung auf Getreide aus den gleichen Gründen abzulehnen sei, aus denen der Heuwert in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts abgelehnt wurde (BECKER 1988: 7-11).

Dagegen vertrat MIELCK (1943: 695-699) die Auffassung, dass es auf die höchste Gesamtleistung der Ernährungswirtschaft ankomme, die sich sowohl aus pflanzlichen als auch tierischen Erzeugnissen zusammensetzt. Das stark einseitige Prämierungssystem von BÖHME (1943b: 921-922) stehe seines Erachtens einer gleichmäßigeren Betriebszweigentwicklung entgegen. MIELCK'S Leitgedanke war, die gesamte Erzeugung je Betrieb in einer für den Praktiker leicht verständlichen Kennzahl zusammenzufassen. Als Generalnenner diene dabei ein Doppelzentner Brotgetreide Roggen oder Weizen. MIELCK bewertete die Futtermittel nach ihrem Nährwert. Kulturen, die nicht zur Verfütterung geeignet sind, beurteilte er nach einer Vergleichsfrucht. Die tierischen Leistungen bewertete MIELCK nach dem dafür notwendigen Futtermittelverbrauch. Er erwähnt, dass bei einem horizontalen Betriebsvergleich nur die Verwendung von durchschnittlichen Angaben wie z.B. bei der Bodengüte eine Beurteilung des Betriebsleistungseinflusses ermöglicht. Wenn sich Produktionsbedingungen zwischen Betrieben verändern,

müssten Korrekturen zur Berücksichtigung naturbedingter Zu- und Abschläge vorgenommen werden (BECKER 1988: 10-12).

WOERMANN (1944: 787-792) beendete mit einer abschließenden Arbeit über eine geeignete Methode für einheitliche Betriebsvergleiche die Diskussion zwischen BÖHME und MIELCK. Auf der Grundlage der Ergebnisse beider Autoren vertrat WOERMANN die Auffassung, dass die ernährungswirtschaftliche Ergiebigkeit durch den Naturalwert besser dargestellt werden könne als durch den Geldwert. Als physischer Maßstab kommen nach seiner Auffassung die Kalorie, der Stärkewert, der Milchproduktionswert und die Futtereinheit in Frage. WOERMANN entschied sich bei der Definition der GE dafür, die Nährstoffe Fett und Kohlenhydrate nach dem Stärkewert zu bewerten und den Faktor für Eiweiß nach der Preisrelation von Kohlenhydraten und Eiweiß festzusetzen. Er setzte die GE dem durchschnittlichen Nährwert der gängigsten Getreidearten für Wiederkäuer gleich. Die besondere Bedeutung von Eiweiß in der Knappheitssituation der Kriegsjahre veranlasste WOERMANN, Eiweiß höher zu bewerten. Im Ergebnis waren die Faktoren für Eiweiß 2,5 statt 0,94, für Fett 2,4 und für Kohlenhydrate 1. Die GE war demnach von WOERMANN als Geldeinheit gedacht. Die Höherbewertung von Eiweiß führte auf Ebene des horizontalen Betriebsvergleichs dazu, dass sich die GE, welche zunächst dafür ausgearbeitet worden war, die Erzeugung verschiedener Landwirtschaftsbetriebe im selben Jahr oder derselben Betriebe in verschiedenen Jahren miteinander vergleichen zu können, nicht durchsetzen konnte (BANTZER 1970: 3 ff.; WEHRLI 1957: 24).

Der Vorteil der GE ist, dass sie sich für die Gesamtbilanzierung in Form von Versorgungsbilanzen eignet. PADBERG und THIEL (1950: 6 ff.) haben erstmals den von WOERMANN (1944: 787-792) entwickelten GE-Schlüssel verwendet, um die landwirtschaftliche Produktion in den Nachkriegsjahren zusammenfassend darzustellen und mit der landwirtschaftlichen Produktion vor dem Krieg zu vergleichen (BECKER 1988: 7 ff.; KREITMAIR 1989: 120).

Im Jahr 1970 aktualisierte PADBERG die GE. Diese Überarbeitung wurde durch erhebliche Veränderungen in den Reproduktionswerten und durch die ökonomisch und wissenschaftlich nicht mehr vertretbare Höherbewertung von Eiweiß notwendig. PADBERG nutzte die Stärkeeinheit als Nettoenergiesystem zur Beurteilung der landwirtschaftlichen Produkte und nahm weitere landwirtschaftliche Produkte mit in die Berechnungen auf. Die pflanzlichen Erzeugnisse wurden ausschließlich über die Verwertung durch den Wiederkäuer bewertet. PADBERG behielt das Konzept von WOERMANN (1944) ansonsten zum größten Teil bei.

Die letzte Überarbeitung der GE fand 1988 statt. BECKER (1988: 25 ff.) berechnete die GE auf der Stufe „umsetzbare Energie“. Die Energieverluste von der Bruttoenergie bis zur Stufe der

umsetzbaren Energie hängen größtenteils von der Spezies ab. Gründe hierfür sind unterschiedliche Verdauungssysteme und arttypische Nahrungsmittel. Diese Energiemenge dient zur Erhaltung der Lebensfunktion und für die Syntheseleistung der Tiere. Die Energieverluste von der Stufe der umsetzbaren Energie zur Nettoenergie sind auf die bei der Nahrungsumsetzung entstehende Wärmebildung zurückzuführen. Diese Verluste werden hauptsächlich von der Leistungsrichtung beeinflusst. Die Umsetzbare Energie ist im Gegensatz zur Nettoenergie für die jeweilige Tierart universell einsetzbar. Die Umsetzbare Energie stellt somit die geeignete Stufe dar, um alle landwirtschaftlichen Produkte miteinander vergleichen zu können. Als Generalnenner schlug BECKER eine dt Futtergerste vor und entwickelte zugleich das Konzept der Futtermittelverteilung. Er bewertet demnach pflanzliche Erzeugnisse nicht mehr nur nach ihrer Verwertung durch den Wiederkäuer, sondern nach ihrer Verwertung durch sämtliche landwirtschaftlichen Nutztiere entsprechend ihren jeweiligen Anteilen am Gesamtverbrauch. Diese Vorgehensweise führte zu einer höheren Bewertung der konzentrierten pflanzlichen Produkte gegenüber dem Raufutter. BECKER (1988) unterstellte weiterhin, dass alle pflanzlichen Erzeugnisse verfüttert werden (FLACHOWSKY 2005: 31-32; KIRCHGESSNER 1997).

### **3.2 Anwendungsfelder der GE in der naturalen Gesamtrechnung**

Die Berechnung der Bruttobodenproduktion und der Nahrungsmittelproduktion dient vor allem der Darstellung der ernährungswirtschaftlichen Situation eines Landes. Seit PADBERG und THIEL (1950) die GE erstmals nutzten, wurde diese durch monetäre Maßstäbe ergänzt. Diese beschränkten sich zunächst primär auf den Geldwert der Nahrungsmittelproduktion und die Betriebsausgaben, wurden aber nach und nach ausgebaut und zu einer umfassenden Gesamtrechnung für den Produktionsbereich Landwirtschaft vervollständigt. Die entwickelten ernährungswirtschaftlichen Maßstäbe Bruttobodenproduktion, Nettonahrungsmittelproduktion, Nahrungsmittelproduktion und gesamter Selbstversorgungsgrad sind hingegen im Wesentlichen unverändert geblieben. Die Methodik zur Berechnung der Bodenleistung und der Nahrungsmittelproduktion wurde nur im Jahr 1986/87 einmal geändert (KREITMAIR 1989: 120).

Die folgenden Berechnungen beziehen sich ausschließlich auf die landwirtschaftliche Erzeugerebene, da die physische Aggregation nur auf einer bestimmten Wertschöpfungsstufe sinnvoll ist (BESCH et al. 1976: 45).

#### **3.2.1 Bruttobodenproduktion**

Bei der Bruttobodenproduktion werden die Bruttomengen der pflanzlichen Erzeugnisse aggregiert. Die Bruttobodenproduktion stellt die Bodenleistung ohne Rücksicht auf die Art der Verwertung dar. Alle landwirtschaftlich genutzten Flächen sind mit ihren ermittelten oder

geschätzten pflanzlichen Erträgen einbezogen. Die Verwendung der Erzeugnisse als Futter, Saatgut, Nahrungsmittel, Energielieferant oder der Verbleib von Ernterückständen auf dem Feld werden nicht berücksichtigt. Die Berechnung der Bruttobodenproduktion bezieht die gesamte Erzeugung von Getreidestroh, Rübenblatt und Zwischenfrüchten mit ein (BMELV 2007b: 154).

Die Bruttobodenproduktion gliedert sich wie in Tabelle 2 dargestellt:

**Tabelle 2: Zusammensetzung der Bruttobodenproduktion**

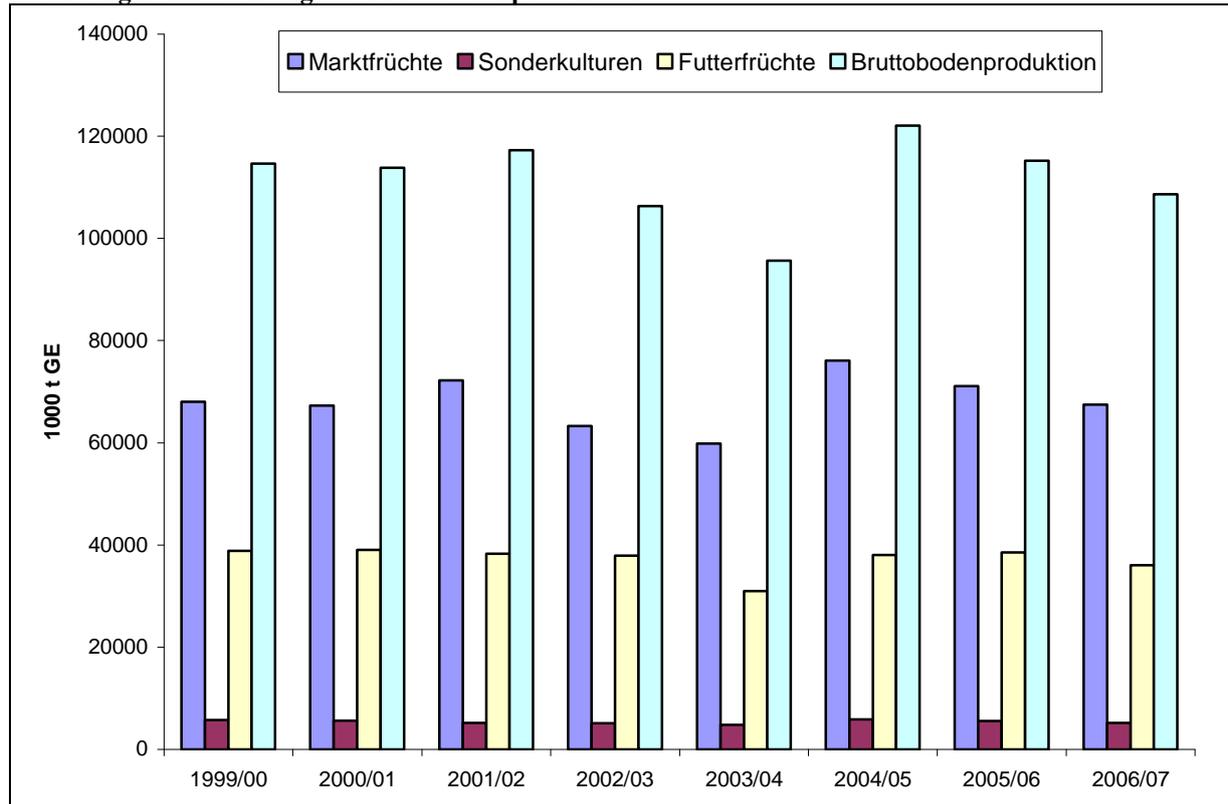
Marktfrüchte ohne Sonderkulturen:	
	Ackerfrüchte für Nahrung oder Futter
Sonderkulturen:	
	Gemüse, Obst, Wein
	Industriepflanzen wie Hopfen, Tabak (Hülsenfruchtstroh wird nicht mehr berücksichtigt)
	nicht essbare Gartenbauerzeugnisse wie Blumen und Zierpflanzen
Futterfrüchte (im allgemeinen nicht vermarktet):	
	Futterpflanzen auf dem Ackerland im Hauptanbau (Silomais, Hackfrüchte) und Zwischenfruchtanbau
	Erträge des Dauergrünlandes
	Ernterträge, die extra ermittelt werden, wie Stroh und Rübenblätter
= Bruttobodenproduktion insgesamt	
= dt GE je ha LF	

Quelle: BMELV 2007b: 146

Durch Addition der einzelnen Gliederungsposten in physischen Einheiten (hier GE) kann die gesamte pflanzliche Erzeugung auf die verwendete Fläche umgerechnet werden und somit können die entsprechenden Nährstoffträge pro ha ausgewiesen werden. Die Marktfrüchte sind bereits weitgehend Bestandteil von Versorgungsbilanzen. Die Angaben in dem Posten „verwendbare Erzeugung“ der Versorgungsbilanzen basieren auf Angaben der „Besonderen Ernte- und Qualitätsermittlung“ für ausgewählte Getreidearten, Winterraps und Kartoffeln. Die Mengen der übrigen Futterfrüchte sind der Ernteberichterstattung zu entnehmen. Rechtsgrundlage für die Ernteberichterstattung bildet das Agrarstatistikgesetz (HÄFNER 1978: 25; STATISTISCHES LANDESAMT RHEINLAND-PFALZ 2007).

Die Entwicklung der Bruttobodenproduktion seit dem Jahr 1999/00 ist in Abbildung 2 veranschaulicht.

**Abbildung 2: Entwicklung der Bruttobodenproduktion**



Quelle: Eigene Darstellung nach BMELV 2007b: 146

Die Schwankungen der Bruttobodenproduktion sind zum größten Teil auf Veränderungen der Erntemengen von Markt- und Futterfrüchten zurückzuführen. Die prozentualen Ernteschwankungen von Markt- und Futterfrüchten in dem betrachteten Beobachtungszeitraum verlaufen ähnlich.

### **3.2.2 Nahrungsmittelproduktion und Nettonahrungsmittelproduktion**

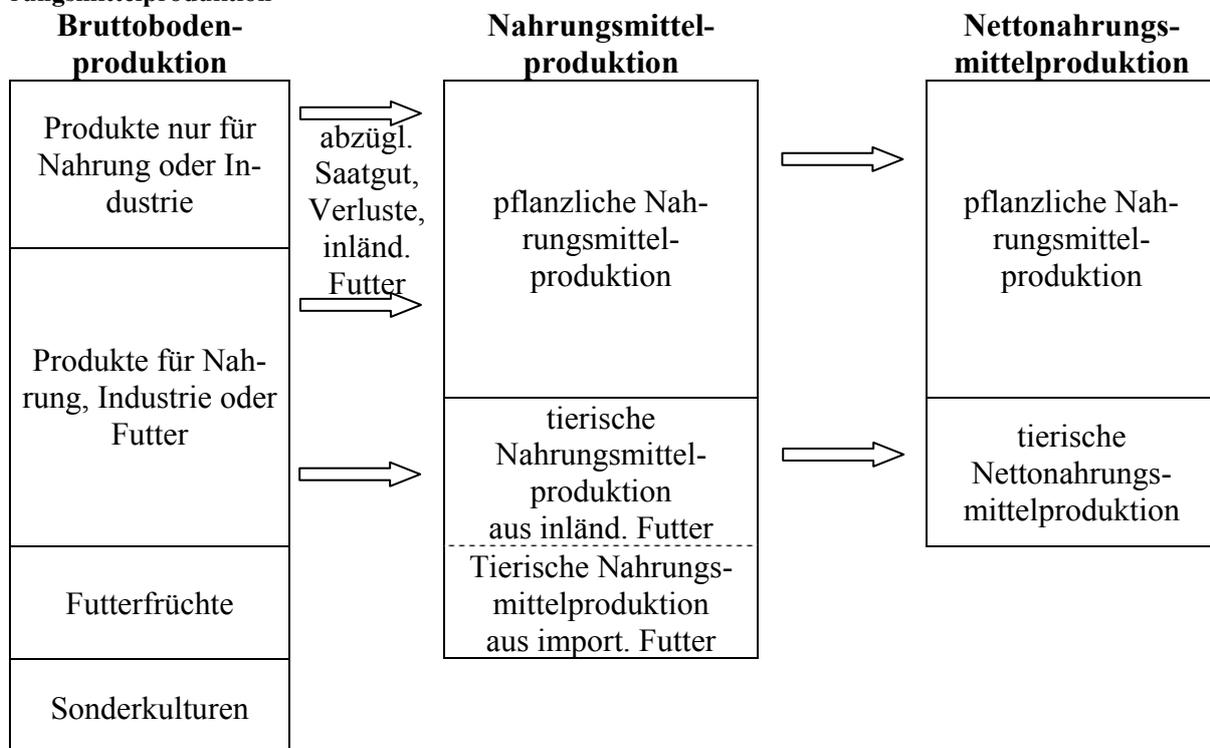
Die Nahrungsmittelproduktion ist definiert als die um die landwirtschaftlichen Vorleistungen bereinigte Erzeugung, die für Nahrung, industrielle Zwecke, Ausfuhr oder Bestandsaufbau verwendet werden kann. Das BMELV bezieht nur Produkte mit ein, für die Versorgungsbilanzen erstellt werden. Auch Wein, Pferdefleisch und sonstiges Fleisch, z.B. Wild, berücksichtigt das BMELV bei der Berechnung der Nahrungsmittelproduktion wie auch des Selbstversorgungsgrades. Bis zum Jahr 1988 wurden Hopfen, Tabak, Blumen, Baumschulerzeugnisse, Wolle und Honig ebenfalls der Nahrungsmittelproduktion zugerechnet, bei der Berechnung des Verbrauchs und des Selbstversorgungsgrades jedoch vernachlässigt. Seitdem sind die genannten Produkte nicht mehr in die Nahrungsmittelproduktion enthalten (KREITMAIR 1989: 122).

Von der Bruttoerzeugung werden Produkte wie Saatgut oder Bruteier, die für die Erzeugung selbst verwendet werden, sowie Verluste und Futter inländischer Herkunft abgezogen, um die

pflanzliche Nahrungsmittelproduktion zu berechnen<sup>1</sup>. Die tierische Nahrungsmittelproduktion, welche durch den Futterbedarf ausgedrückt wird, unterteilt sich einerseits in die Produktion auf inländischer und andererseits in die Produktion auf importierter Futtergrundlage. Die gesamte Nahrungsmittelproduktion setzt sich aus der pflanzlichen und der tierischen Erzeugung zusammen. Um die Nettonahrungsmittelproduktion zu berechnen, wird die Menge an eingeführten Futtermitteln von der Nahrungsmittelproduktion abgezogen. Sie beinhaltet die Produktmengen, die ausschließlich auf inländischer Bodenleistung beruhen (KREITMAIR 1989: 122).

Der Zusammenhang zwischen Bruttobodenproduktion, Nahrungsmittelproduktion und Nettonahrungsmittelproduktion stellt Tabelle 3 dar.

**Tabelle 3: Zusammenhang zwischen Bruttobodenproduktion, Nahrungsmittelproduktion und Nettonahrungsmittelproduktion**



Quelle: KREITMAIR 1989: 122

Die Nahrungsmittelproduktion wird seit 1988 wie in Übersicht 2 veranschaulicht berechnet:

<sup>1</sup> Bei tierischen Erzeugnissen gilt das Kalenderjahr, bei pflanzlichen Erzeugnissen das Wirtschaftsjahr (1. Juli bis 30. Juni).

## Übersicht 2: Berechnung der Nahrungsmittelproduktion

### **Bruttobodenproduktion**

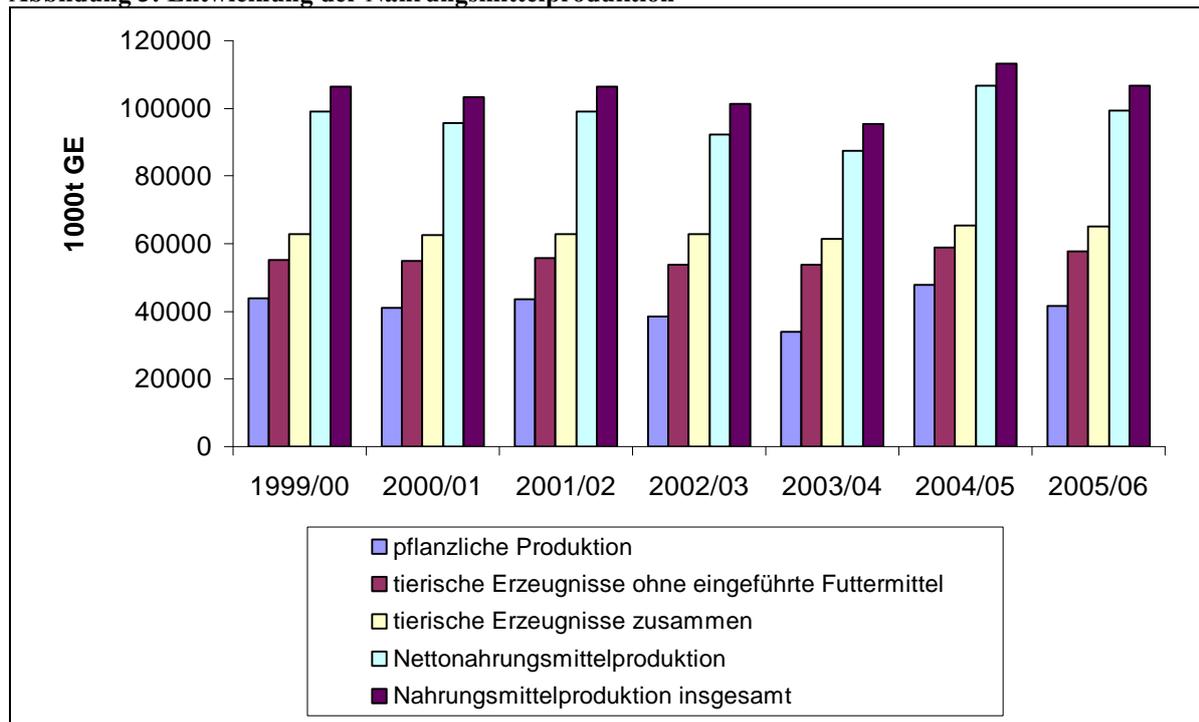
- Saatgut insgesamt
- Verluste insgesamt
- Futter inländisch
- + tierische Erzeugung
- Bruteier
- ± Bestandsveränderung Vieh
- = **Nahrungsmittelproduktion**

Quelle: KREITMAIR 1989: 123

In dem vorherigen, vor 1988 angewandten Konzept wurden die landwirtschaftlichen Vorleistungen, die erst in der Landwirtschaft verwendet wurden nachdem sie gehandelt oder verarbeitet worden waren, nicht von der Nahrungsmittelproduktion abgezogen. Demnach fanden nur selbsterzeugtes Saatgut und Futter sowie Verluste auf Erzeugerebene Berücksichtigung. Das alte Konzept basierte darauf, dass die Anteile von aufbereitetem Saatgut und Mischfutter in den Jahren nach dem Zweiten Weltkrieg kaum eine Bedeutung hatten. Nach dem heute verwendeten Konzept zieht das BMELV zur Berechnung der Nahrungsmittelproduktion von der landwirtschaftlichen Bruttoerzeugung alle Mengen ab, die – direkt oder über den Markt zugekauft – als Vorleistungen für die landwirtschaftliche Produktion benötigt werden. Ebenso wie die Bruttobodenproduktion gibt das BMELV auch die Nahrungsmittelproduktion in GE an (KREITMAIR 1989: 123).

Abbildung 3 zeigt die Zusammensetzung der Nahrungsmittelproduktion im Zeitablauf. Im Beobachtungszeitraum hat sich die gesamte tierische Produktion in ihrem Umfang kaum verändert auch wenn die tierische Produktion ohne eingeführtes Futter in den Jahren 2002/03 und 2003/04 leicht rückläufig war. Das Produktionsvolumen der pflanzlichen Erzeugung schwankt dagegen wesentlich stärker, so dass die Veränderungen der Nahrungsmittelproduktion zum größten Teil auf die schwankenden Erträge in der Pflanzenproduktion zurückzuführen sind.

**Abbildung 3: Entwicklung der Nahrungsmittelproduktion**

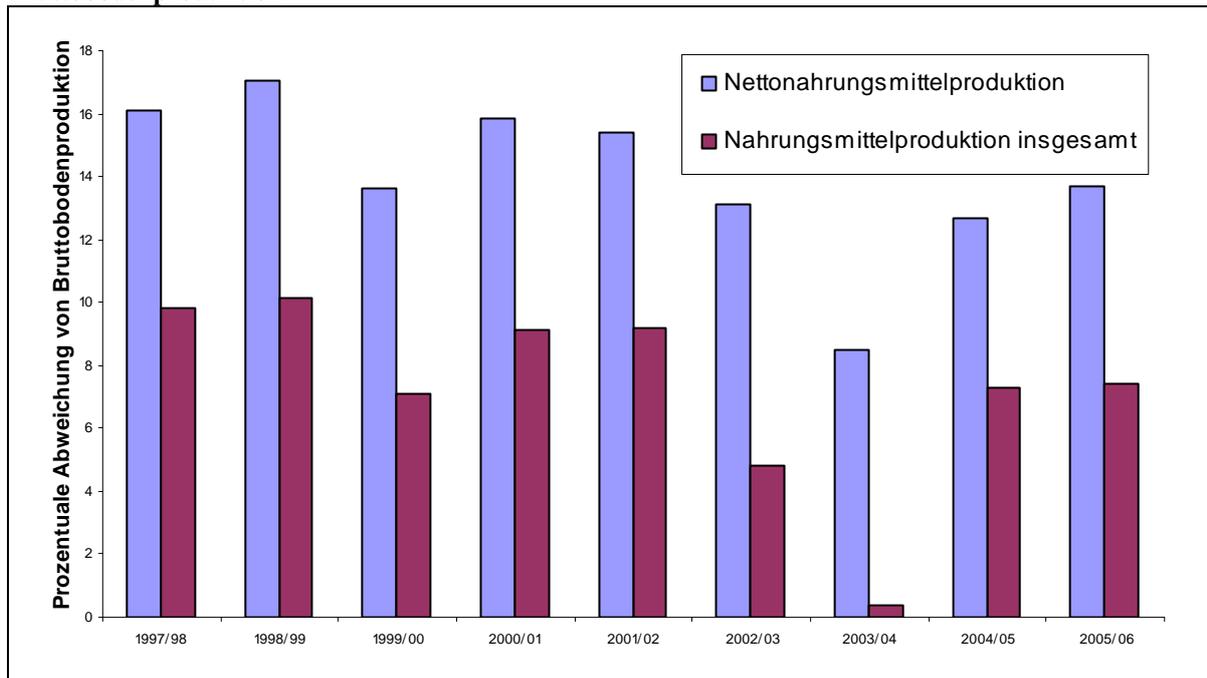


Quelle: Eigene Darstellung nach BMELV 2007b: 147

Die in der Tierproduktion anfallenden Futterverluste und die vorhandene Überversorgung an Nährstoffen führen bei einer direkten Umrechnung der tierischen Erzeugnisse in GE zu einer Unterschätzung des tatsächlichen Futterverbrauchs, weil die GE ausschließlich auf Fütterungsempfehlungen beruht. Dies wird ersichtlich, wenn das gesamte inländische Futteraufkommen der tierischen Nahrungsmittelproduktion, umgerechnet in GE, gegenübergestellt wird. Im Jahr 2005/06 betrug die Differenz 7,8 %. Unter Berücksichtigung des Umstands, dass die noch gültige GE die tierischen Erzeugnisse größtenteils überschätzt, würde sich die Differenz bei Anwendung einer aktuellen GE noch stärker erhöhen. Um die Nettonahrungsmittelproduktion zu berechnen, werden von der Nahrungsmittelproduktion die eingeführten Futtermittel in GE abgezogen. Dabei wird der Anteil der tierischen Produktion aus eingeführten Futtermitteln überschätzt, bzw. der inländische Futterverbrauch unterschätzt.

Die Differenz zwischen Bruttobodenproduktion und Nahrungsmittelproduktion ist als ungenutztes Produktionspotential des Bodens zu verstehen, welches sich bei einer gegebenen Produktionsintensität ergibt. Ein zukünftiges Produktionspotential der Landwirtschaft unter Annahme einer veränderten Intensität abzuschätzen, ist auf Grundlage dieser Berechnungen schwierig. Der lange Zeitraum, über den die naturale Gesamtrechnung durchgeführt wurde, hilft jedoch, Prognosen abzugeben. In Abbildung 4 ist die Abweichung zwischen Bruttobodenproduktion und Nettonahrungsmittelproduktion bzw. Nahrungsmittelproduktion angegeben.

**Abbildung 4: Abweichung der Nettonahrungsmittelproduktion bzw. Nahrungsmittelproduktion von der Bruttobodenproduktion**



Quelle: Eigene Darstellung nach BMELV 2007b: 147

Betrachtet man Abbildung 2 und Abbildung 4, so wird ersichtlich, dass in Jahren erhöhter Ertragsausfälle, so z.B. im Jahr 2003/04, die Bruttobodenproduktion stärker ausgenutzt wird.

### 3.2.3 Nahrungsmittelverbrauch

Um einen Gesamtselbstversorgungsgrad errechnen zu können, stellt die BLE der Nahrungsmittelproduktion den Nahrungsmittelverbrauch gegenüber. Die BLE gibt den Nahrungsmittelverbrauch für einzelne Produkte in Produktgewicht an. Spezielle Produktgruppen werden zu einem gemeinsamen Nenner, z.B. Mehlwert oder Weißzuckerwert, zusammengefasst. Auf die Veröffentlichung des Nahrungsmittelverbrauchs nach der Zusammenfassung verschiedener Erzeugnisse über den GE-Schlüssel verzichtet die BLE; diese Zusammenfassung wird ausschließlich für die Berechnung des Gesamtselbstversorgungsgrades benutzt.

Um den gesamten Nahrungsmittelverbrauch zu bestimmen, müssen die landwirtschaftlichen Vorleistungen berücksichtigt werden. Der Verbrauch entspricht grundsätzlich den in den Versorgungsbilanzen angegebenen Mengen für einzelne Produkte, bei denen in der Inlandsverwendung auch die Vorleistungen enthalten sind. Die Verwendung für Futterzwecke bleibt jedoch unberücksichtigt, da diese bereits bei den tierischen Erzeugnissen erfasst wird. Zusätzlich ist zu beachten, dass zur Berechnung der gesamten Nahrungsmittelproduktion die verbrauchten Mengen an Saatgut und Verlusten nicht einbezogen werden. Der gesamte Verbrauch reduziert sich entsprechend auf den Verbrauch für Ernährung und Industrie. Damit ist sichergestellt, dass bei der Produktion und dem Verbrauch dieselben Ertrags- und Auf-

wandspositionen Berücksichtigung finden, der Verbrauch damit nicht überschätzt wird und der Selbstversorgungsgrad als Quotient aus Produktion und Verbrauch nicht unterschätzt wird. Weiterhin muss die BLE die Verwendung von Nebenerzeugnissen aus der Ernährungsindustrie als „zurückfließende Futtermittel“ beim Nahrungsverbrauch berücksichtigen. Der Nahrungsverbrauch an pflanzlichen Produkten berechnet sich entsprechend der Übersicht 3 (KREITMAIR 1989: 124):

**Übersicht 3: Berechnung des gesamten pflanzlichen Nahrungsverbrauchs**

Nahrungsverbrauch
+ Industrieverbrauch
= Zwischensumme A
* GE-Schlüssel
= Zwischensumme B
- zurückfließende Futtermittel in GE
= Verbrauch insgesamt in GE

Quelle: KREITMAIR 1989: 125

Bei der tierischen Erzeugung ergibt sich die Schwierigkeit, dass der GE-Schlüssel nur für landwirtschaftliche Endprodukte, hier also das Lebendgewicht, definiert ist, die Versorgungsbilanzen dagegen z.B. für Fleisch und Innereien erstellt werden. Aus diesem Grund wurden früher GE-Umrechnungskoeffizienten für Rindfleisch verwendet, die auf das jeweilige Endprodukt der Versorgungsbilanz abgestimmt waren. Die Koeffizienten betragen für Fleisch ohne Fett 8,4, für Innereien 6,0 und für Schlachtfette 6,7 anstelle des GE-Schlüssels von 5,2. Die Fleischbilanzen basieren jedoch seit geraumer Zeit nur noch auf dem „Schlachtgewicht“. Dazu wird eine Umrechnung von Schlachtgewicht in Lebendgewicht durchgeführt. Die aktuellen Umrechnungskoeffizienten veröffentlicht das BMELV (2007b: 224). Diese Vorgehensweise ermöglicht die Darstellung des Verbrauchs an Fleisch mit den GE-Koeffizienten. Die Berechnung erfolgt nach dem Schema in Übersicht 4:

#### Übersicht 4: Berechnung des Verbrauchs von Fleisch in GE

Verbrauch Fleisch in Schlachtgewicht
* Umrechnung in Lebendgewicht
* GE-Schlüssel
= Verbrauch insgesamt in GE

Quelle: KREITMAIR 1989: 125

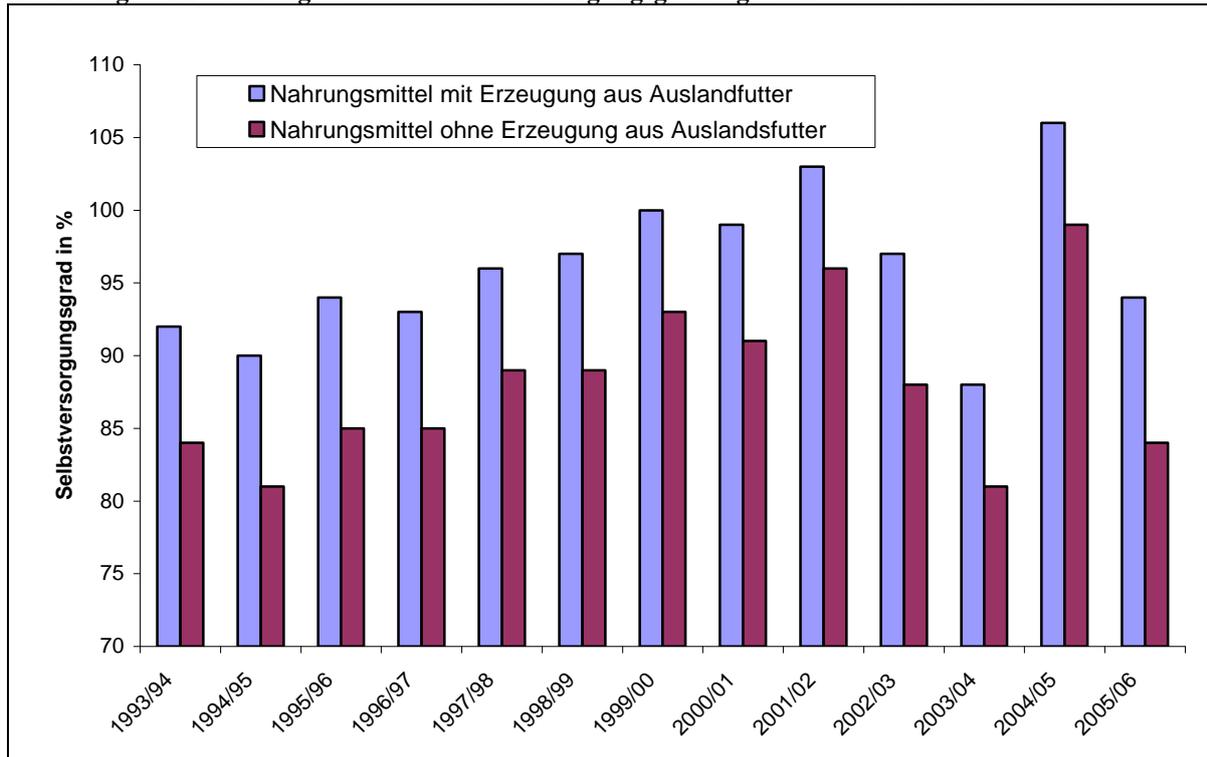
#### 3.2.4 Selbstversorgungsgrad

Der Selbstversorgungsgrad stellt das Verhältnis von Nahrungsmittelproduktion und Gesamtverbrauch dar. In Abhängigkeit davon, ob die Nahrungsmittelproduktion mit Erzeugung aus Auslandsfuttermitteln oder ohne Erzeugung aus Auslandsfuttermitteln in die Berechnung mit einfließt, ergeben sich unterschiedliche Selbstversorgungsgrade. Der Selbstversorgungsgrad basiert ausschließlich auf der Bewertung der landwirtschaftlichen Produkte über die GE.

„Die Frage nach dem Selbstversorgungsgrad mit Nahrungsmitteln liegt in dem Bestreben nach Autarkie oder in den Überlegungen zur Sicherheit der nationalen Versorgung überhaupt“ begründet (HÄFNER 1978: 60). Weiterhin versuchen Ländern mit hoher Auslandsabhängigkeit bei der Versorgung mit Nahrungsmitteln den Inlandsanteil zu erhöhen, um die Zahlungsbilanz zu verbessern. Der Selbstversorgungsgrad kann als Maßstab für die Produktionskraft der Landwirtschaft eines Landes dienen. Zudem ist er ein Indikator für die Wirkung der Agrarpolitik. Der Selbstversorgungsgrad gibt an, inwieweit eine Preispolitik zur Einkommenssicherung dazu beiträgt, dass der technologische Fortschritt umfassend genutzt wird, so dass die Produktion schneller wächst als die Binnennachfrage (HÄFNER 1978: 60).

In Abbildung 5 wird die Entwicklung des Gesamtselbstversorgungsgrades in den letzten 15 Jahren gezeigt. Die Berechnung des Selbstversorgungsgrades vor dem Betrachtungszeitraum erfolgte unter Verwendung einer anderen Methodik der Außenhandelsstatistik, so dass die Ergebnisse mit diesen Daten nicht vergleichbar sind. Auffällig ist, dass der Selbstversorgungsgrad bis ins Jahr 2001/02 kontinuierlich gestiegen ist. Die Schwankungen der letzten betrachteten Jahre sind auf stärkere Ertragsschwankungen im Ackerbau zurückzuführen. Ob einzelne agrarpolitische Maßnahmen wie z.B. die entkoppelten Direktzahlungen Auswirkungen auf den Selbstversorgungsgrad haben, lässt sich nicht erkennen.

**Abbildung 5: Entwicklung des Gesamtselbstversorgungsgrades gewichtet über Getreideeinheiten**



Quelle: Eigene Darstellung nach BMELV 2007b: 175

### 3.3 Futteraufkommen und Futterverteilung

Ein weiterer Anwendungsbereich der GE sind die Futterbilanzen. Sie umfassen die Ermittlung des Futteraufkommens und die Verwendung des Futters in der Tierproduktion.

Das Futteraufkommen entspricht für marktgängige Produkte der Position „Futter“ der Versorgungsbilanzen. Die Position „Futter“ ist in der Erzeugerbilanz Restgröße. Sie errechnet sich nach Formel 1:

#### Formel 1: Berechnung der Futtermittelmenge in Versorgungsbilanzen

$$\text{Verwendbare Erzeugung} \pm \text{Bestandsveränderung} - \text{Saatgut} - \text{Verluste} - \text{Nahrung direkt} - \text{Verkäufe} = \text{Futter}$$

In der Marktbilanz handelt es sich beim Futter um Angaben laut Marktordnungswaren-Meldevorordnung. Die Gesamtbilanz stellt die Summe aus Erzeuger- und Marktbilanz dar. Futtermittel, die aus der Verarbeitung pflanzlicher Produkte entstehen, werden teilweise nach der Herkunft der Hauptprodukte geschätzt. Weitere Quellen sind die Milcherzeugungsstatistik und Angaben der Wirtschaftlichen Vereinigung Zucker. Die amtliche Ernteberichterstattung enthält nicht marktgängige Produkte. Weitere Produkte wie z.B. Ziegenmilch werden in ihrem Anfall geschätzt. Das Futteraufkommen ist in Inlandserzeugung und Einfuhren gegliedert (BMVEL 2005).

Der GE-Schlüssel ermöglicht es, den Anteil der einzelnen Futtermittel an dem Gesamtaufkommen von Futtermitteln auszudrücken. Die Futtermittel teilen sich auf in (BMELV 2007b: 118-119):

- marktgängige Primärfuttermittel,
- pflanzliche Futtermittel aus Verarbeitung,
- Futterfrüchte bzw. Nebenerzeugnisse und
- tierische Futtermittel.

Die Herkunft und Verwendung der Futtermittel wird nach vier Kategorien bestimmt, welche in Tabelle 4 aufgezeigt sind.

**Tabelle 4: Herkunft und Verwendung des Futtermittelaufkommens**

Futtermittelaufkommen insgesamt	davon		davon	
	In den landw. Betrieben produziert	Zugekauft insgesamt	Direktzukaufe	In Form von Mischfutter

Quelle: BMELV 2007b: 118-119

Ein gemeinsamer Nenner für die Aggregation sowohl bei der Aufkommenseite als auch bei der Verwendungsseite vereinfacht die Abschätzung des Gesamtbedarfs an Futtermitteln und die Verteilung der Futtermittel auf die einzelnen Tierarten. Die Verteilung der Futtermittel auf die einzelnen Tierarten erfolgt in drei Schritten. Der Futtermittelverbrauch bzw. -bedarf leitet sich für jede Tierart von der tierischen Leistung ab. Dazu werden die tierischen Erzeugnisse in GE umgerechnet. Dann werden die Komponenten im Mischfutter auf die einzelnen Tierarten verteilt. Diese Aufteilung beruht auf Angaben der Futterindustrie und erfolgt in Naturalgewicht. Anschließend teilen sich die direkt in den landwirtschaftlichen Betrieben verfütterten pflanzlichen Produkte in GE bis zur Deckung des Restbedarfs auf die Tierarten auf. Die Zuordnung der einzelnen Futtermittel auf die Tierarten erfolgt aufgrund von Kenntnissen über die Einsatzmöglichkeiten der einzelnen Futtermittel bei den verschiedenen Tierarten unter Beachtung der Substitutionsmöglichkeiten. Die Verteilung der Futtermittel gleicht einem iterativen Verfahren. Der Futterbedarf wird zuerst bei den Monogastriern und im Anschluss bei den Wiederkäuern gedeckt. Die bei dieser Vorgehensweise in der Regel auftretenden Futterüberschüsse werden bei Grünfutter in Abzug gebracht. Der in Deutschland verwendete Vieheinheiten (VE)-Schlüssel ist für Futtermittelabschätzungen nicht tauglich, da dieser nur auf dem Lebendgewicht der Tiere basiert (BMVEL 2002: 1; HÄFNER 1978: 100).

Die Futtermittelverwendung nach Tierarten wurde bis Anfang der 1990er Jahre anhand der GE geschätzt. Das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (BML) veröffent-

lichte den Verbrauch der Futtermittel Getreide, Kraftfutter, Hülsenfrüchte, Hackfrüchte, Grünfütter und Heu, Stroh und Milch aller Art durch die Tierarten Pferde, Rindvieh, Schweine, Geflügel, Schafe und Ziegen in GE. Weiterhin wurde eine prozentuale Aufteilung der Futtermittel auf die Tierarten vorgenommen und der Anteil der Futtermittel in der individuellen Tierration angegeben. Als letzter Punkt führte das BML die verfütterte Menge je Tier in GE auf. Seit Anfang der 1990er Jahre wird auf diese Schätzung seitens des BMELV verzichtet. Die Futteraufteilung auf die einzelnen Tierarten führt heute die BLE im Rahmen der Ernährungsvorsorge durch, ohne diese zu veröffentlichen (BML 1990: 103 ff.; WEBER 2008).

### **3.4 Zusammenfassung**

Die zuvor beschriebenen Verfahren zeigen, dass unter Zuhilfenahme der GE ungenutzte Produktionspotentiale in der Landwirtschaft kenntlich gemacht werden können, indem man die Bruttobodenproduktion der Nahrungsmittelproduktion gegenüberstellt. Die Differenz aus beiden ergibt den nicht genutzten Anteil der pflanzlichen Produktion. Weiterhin lassen sich Informationen aus dem Verhältnis von Nahrungsmittelproduktion und Nahrungsmittelverbrauch, also dem Selbstversorgungsgrad, ablesen. Zudem vereinfacht die Anwendung der GE die Erstellung von Futterbilanzen, indem der Bedarf von einzelnen Tierarten nach ihren Leistungen abgeschätzt werden kann und so bei der Überprüfung der Futteraufteilung dienlich ist.

Im Anschluss erfolgt ein Vergleich dieser recht komplexen Anwendungsbereiche der GE auf internationaler Ebene, um evtl. Verbesserungsvorschläge machen zu können.

## **4. Internationaler Vergleich der Aggregationsmaßstäbe in landwirtschaftlichen Gesamtrechnungen**

Der in den folgenden Kapiteln angestrebte internationale Vergleich von Aggregationsverfahren landwirtschaftlicher Erzeugnisse in Versorgungs- und Futtermittelbilanzen soll sowohl einen Überblick geben als auch Vor- und Nachteile dieser Verfahren aufzeigen. Hieraus sollen für zukünftige statistische Auswertungen bzw. Erhebungen des Futtermittelaufkommens in Deutschland Rückschlüsse gezogen werden können. Im Anhang zeigt Tabelle 28 die nationalen sowie durch supranationale Organisationen entwickelten Vorgehensweisen, auf die in den folgenden Kapiteln näher eingegangen wird.

### **4.1 FAO**

Ziel der FAO ist die Quantifizierung der Nahrungsmittelsicherheit der Bevölkerung. Laut Definition der FAO ist Nahrungsmittelsicherheit gegeben, „wenn die gesamte Bevölkerung

jederzeit physischen, sozialen und wirtschaftlichen Zugriff zu ausreichend, sicherer und nahrhafter Nahrung hat, um den täglichen Nahrungsmittelbedarf für ein aktives und gesundes Leben zu decken“ (FAO 2002). Um die Ernährungssituation der Bevölkerung in einem Land darzustellen, findet das Instrument der Versorgungsbilanz Anwendung. Weiterhin dient die Versorgungsbilanz als Instrument für Ökonomen und Volkswirte, um Entwicklungspläne für die Ernährungs- und Agrarwirtschaft zu erstellen. Die Menge an Informationen, welche benötigt wird, um Versorgungsbilanzen zu erstellen, führt zu sehr langen Produktlisten. Diese sehr detaillierten Informationen sind notwendig, um den Pro-Kopf-Verbrauch hinsichtlich Energie, Protein und Fett zu bestimmen. Diese detaillierte Betrachtung gibt aber keine Auskunft über den Versorgungsgrad eines Landes. Um dieses Problem zu umgehen, versucht die FAO die Versorgungsbilanzen zu standardisieren. Es werden ausschließlich landwirtschaftliche Primärprodukte in die Versorgungsbilanzen aufgenommen, weil die Informationen über verarbeitete Erzeugnisse sich meist nur auf den Handel mit diesen Produkten beschränken. Ausgenommen sind Zucker, Öle, Fette und alkoholische Getränke. Der Handel mit verarbeiteten Produkten wird jedoch auch in den ursprünglichen Produktäquivalenten angegeben, wenn dies möglich ist. Diese Vorgehensweise soll den Verlust an Informationen verringern (FAO 2008: 1).

In Tabelle 5 werden vereinfacht am Beispiel des Weizens die einzelnen Schritte zur Erstellung einer standardisierten Versorgungsbilanz näher erläutert. Aus Darstellungsgründen sind nur einige Posten einer Versorgungsbilanz mit aufgeführt. Der erste Schritt, um verarbeitete Produkte in ihre ursprünglichen Bestandteile aufzuteilen, besteht darin, den Kalorienverbrauch und den Verbrauch anderer Nährstoffe pro Kopf und Tag von den verarbeiteten Produkten dem Kalorien- und Nährstoffverbrauch auf Basis der Ursprungsprodukte hinzuzurechnen. In Tabelle 5 stellt  $\sum I, II$  die Menge an Kalorien (cal.) dar, welche eine durchschnittliche Person täglich von dem Ursprungsprodukt Weizen konsumiert. Wenn mehr als ein Erzeugnis aus dem Urprodukt hergestellt wird, müssen sowohl alle Inputs für die Verarbeitung als auch dabei entstehende Nebenprodukte berücksichtigt werden. Die übrigen Bilanzposten, die zu dem weiterverarbeiteten Produkt zählen, wie z.B. Verluste, Futter und Handel, werden mit dem Kehrwert des Ausbeutesatzes multipliziert und dem Primärprodukt zugerechnet. Folgendes Rechenbeispiel für Weizen soll die vorhergehende Erläuterung veranschaulichen: Bei einem Mehlausbeutesatz (MA) von 85 % beträgt der Kehrwert 118 %. Ein Verlust von 20 Tonnen (t) Weizenmehl entspricht demnach  $20t \times 118\% = 23,6t$  Weizenäquivalenten. In Tabelle 5 stellen A und B die importierten Mengen an Hart- und Weichweizenmehl dar. Der gesamte Import, ausgedrückt in dem Ursprungsprodukt Weizen, berechnet sich

nach der Formel:  $\sum \frac{A}{MA}, \frac{B}{MA}$ . Die Mengen A und B werden, bevor sie addiert werden, durch den Mehlausbeutesatz dividiert. Somit wird der Import an Hart- und Weichweizenmehl in Weizenäquivalenten ausgedrückt. Eine weitere Vereinfachung der Versorgungsbilanzen besteht darin, Produkte mit ähnlichen Nährstoffgehalten, z.B. die einzelnen Getreidearten, in nur einem Aggregat „Getreide insgesamt“, zu erfassen. Diese Addition einzelner Produkte mit ähnlichen Nährstoffgehalten ist in der praktischen Umsetzung mit keinen allzu großen Schwierigkeiten verbunden (FAO 2008: 3).

**Tabelle 5: Schematische Darstellung zur Standardisierung einer Versorgungsbilanz am Beispiel Weizen und Aggregation der gesamten Versorgungsbilanz**

Produkt	Import	Export	inländischer Nahrungsverbrauch	Pro Kopf-Verbrauch		
				Kalorien pro Tag	Protein pro Tag	Fett pro Tag
Hartweizenmehl	A	C	E	I	III	V
Weichweizenmehl	B	D	F	II	IV	VI
Weizen	$\sum \frac{A}{MA}, \frac{B}{MA}$	$\sum \frac{C}{MA}, \frac{D}{MA}$	$\sum \frac{E}{MA}, \frac{F}{MA}$	$\sum I, II$	$\sum III, IV$	$\sum V, VI$
Aggregat	$\frac{\sum I, II}{\sum \frac{E}{MA}, \frac{F}{MA}} \times Bilanzposten$ (kcal. pro Kopf und Tag)					

Quelle: Eigene Darstellung nach FAO 2008: 3 ff.

Die Aggregation der Versorgungsbilanzen einzelner landwirtschaftlicher Produkte ermöglicht es, die Produktion oder den Import dem totalen Angebot (= Produktion + Importe - Exporte - Saatgut (bei Milchprodukten die verfütterte Milch) - Abfall) gegenüberzustellen. Diese Vorgehensweise ist hilfreich, um den Selbstversorgungsgrad oder die Importabhängigkeit eines Landes zu berechnen. Weiterhin ermöglicht z.B. die Berechnung des Anteils einzelner Produkte am gesamten Verbrauch Trendabschätzungen des Inlandsverbrauchs gegenüber dem Export (FAO 2008: 3).

Die Gesamtintegration ist mit zwei Problemen verbunden. Zum einen müssen Vorleistungen eliminiert und Doppelzählungen vermieden werden. Diese Problematik taucht bereits im ers-

ten Standardisierungsschritt auf, in dem nur die Ausgangsprodukte erfasst werden, wenn beispielsweise mehrere Produkte auf nur ein Urprodukt zurückzuführen sind, aber verschiedenen Nahrungsmittelgruppen angehören. Verdeutlicht werden soll dieses Problem am Beispiel von Butter und Magermilch. Butter gehört zur Nahrungsmittelgruppe „Öle und Fette“ und Magermilch zur Nahrungsmittelgruppe „Milch“. Beide Nahrungsmittelgruppen sind jedoch auf das Primärprodukt Milch zurückzuführen. Das zweite Problem stellt die Wahl der richtigen Einheit dar. Die FAO unterscheidet zwischen der Aggregation in monetären Einheiten und nach dem Nährstoffgehalt. Als erstes dienen die Preise als Umrechnungsfaktoren und erst im Anschluss daran die Nährstoffwerte (FAO 2008: 3).

Zur Verdeutlichung der stofflichen Aggregation wird die Kalorie als Aggregationsmaßstab herangezogen. In der nicht standardisierten Versorgungsbilanz entstammen die Umrechnungsfaktoren aus Nahrungszusammensetzungstabellen. Die FAO gibt hierzu eine Liste mit 431 Produkten mitsamt deren Nährstoffgehalten heraus. In den Versorgungsbilanzen werden zusätzlich zu dem Kalorienverbrauch der Protein- und der Fettverbrauch pro Kopf angegeben. Um die einzelnen Produkte in den jeweiligen Posten der Versorgungsbilanz additionsfähig zu machen, wird der Pro-Kopf-Verbrauch an Kalorien des entsprechenden Produktes durch den Posten Nahrung des Produktes in Gewicht dividiert. Das Ergebnis stellt die Menge an Kalorien dar, welche von der gewählten Gewichtseinheit des landwirtschaftlichen Grundprodukts letztendlich der menschlichen Ernährung zur Verfügung steht. Die Angabe erfolgt in Kilokalorien (kcal.) pro Tag und Tonne. Die Berechnung des Faktors für Weizen ist in Formel 2 dargestellt:

**Formel 2: Berechnung des Kalorienfaktors für Weizen**

$$\frac{\text{kcal. Verbrauch des Grundprodukts Weizen pro Tag}}{\text{Posten "Nahrung" in t}} = \text{cal. Faktor (kcal. pro Tag und t)}$$

Tabelle 5 zeigt wie die einzelnen Posten der Versorgungsbilanz für ein Erzeugnis wie Produktion, Handel, Futter, Saatgut, Verarbeitung, Verluste und Nahrung mit dem Kalorienfaktor

$$\frac{\sum I, II}{\sum \frac{E}{MA}, \frac{F}{MA}}$$

multipliziert werden. Es resultiert ein Verbrauchswert in kcal. pro Kopf und

Tag. Dieser Wert macht eine Addition aller landwirtschaftlichen Erzeugnisse in den einzelnen Posten der Versorgungsbilanzen möglich (FAO 2008: 4 ff.).

Am Beispiel der Versorgungsbilanzen 15 osteuropäischer Staaten<sup>2</sup> für die Jahre 1992 bis 1995 lässt sich zeigen, dass pflanzliche Produkte die Hauptnährstofflieferanten für die menschliche Ernährung sind. Drei Viertel des Energieangebots, die Hälfte des Proteinangebots und mehr als ein Drittel des Fettangebotes resultieren aus pflanzlicher Erzeugung. 40 % des Kalorien- und Proteinverbrauchs werden über Getreide gedeckt. Trotz sinkenden Pro-Kopf-Verbrauchs sind in den untersuchten Ländern Zucker, Sirup und Honig nach wie vor die zweitgrößten Energielieferanten. Nach FAO-Angaben hat z.B. Gemüse, welches eigentlich als Mineral- und Vitaminlieferant angesehen ist, ein nicht zu unterschätzendes Energie- und Proteinlieferungsvermögen. Interessanterweise verlagert sich in den 15 osteuropäischen Staaten der Fettkonsum vom tierischen Fett zum pflanzlichen Öl (FAO 2008: 9).

## 4.2 Eurostat

Grundsätzlich gibt Eurostat den Leitfaden für die Erstellung von Versorgungs- und Futtermittelbilanzen in den EU-Mitgliedsstaaten vor. Nach einem „Gentlemen’s Agreement“ zwischen Eurostat und den Mitgliedsstaaten wurden teilweise weitreichende Interpretationsmöglichkeiten in der statistischen Praxis bezüglich Methodik und Zeitpunkt der Lieferung der Daten möglich. Frankreich erhebt beispielsweise den Tierbestand alle drei Jahre, dagegen wird dieser in Deutschland alle 4 Jahre allgemein und jährlich repräsentativ erhoben (BMELV 2007b: 123; CASAGRANDE 2008; KOMMISSION DER EUROPÄISCHEN GEMEINSCHAFTEN 2002).

Bei Eurostat wurden mehrere Versuche unternommen, Versorgungsbilanzen in aggregierter Form für alle landwirtschaftlichen Erzeugnisse und einheitliche Futterbilanzen für alle Mitgliedsstaaten zu erstellen. Erstmals wurden von THIEDE (1970) die Versorgungsbilanzen der damaligen Gemeinschaft der Sechs zu Globalbilanzen mit Hilfe des damals gültigen GESchlüssels zusammengefasst und veröffentlicht. Ein weiterer Versuch, aggregierte Versorgungsbilanzen zu erstellen, wurde von THIEDE für die bis dahin auf neun Staaten angewachsene Europäische Union im Jahr 1980 unternommen. Er verwendete hierbei den von PADBERG (1970) überarbeiteten GE-Schlüssel. Ziel war die Berechnung von

- Selbstversorgungsgraden,
- Überschuss- bzw. Zuschussbedarfsmengen,
- der strukturellen Zusammensetzung von Erzeugung und Verbrauch,

---

<sup>2</sup> Bosnien Herzegowina, Bulgarien, Kroatien, Tschechien, Estland, Ungarn, Lettland, Litauen, Mazedonien, Moldawien, Polen, Rumänien, Slowakei, Slowenien, Serbien und Montenegro

- Umfang und Bedeutung der eingeführten Futtermittel sowie
- Höhe und Unterschiede des Nahrungsverbrauchs

bezogen auf die Gesamtheit der landwirtschaftlichen Erzeugnisse (THIEDE 1980: 2). Weitere Berechnungen zu Globalbilanzen wurden von Seiten Eurostats nicht durchgeführt.

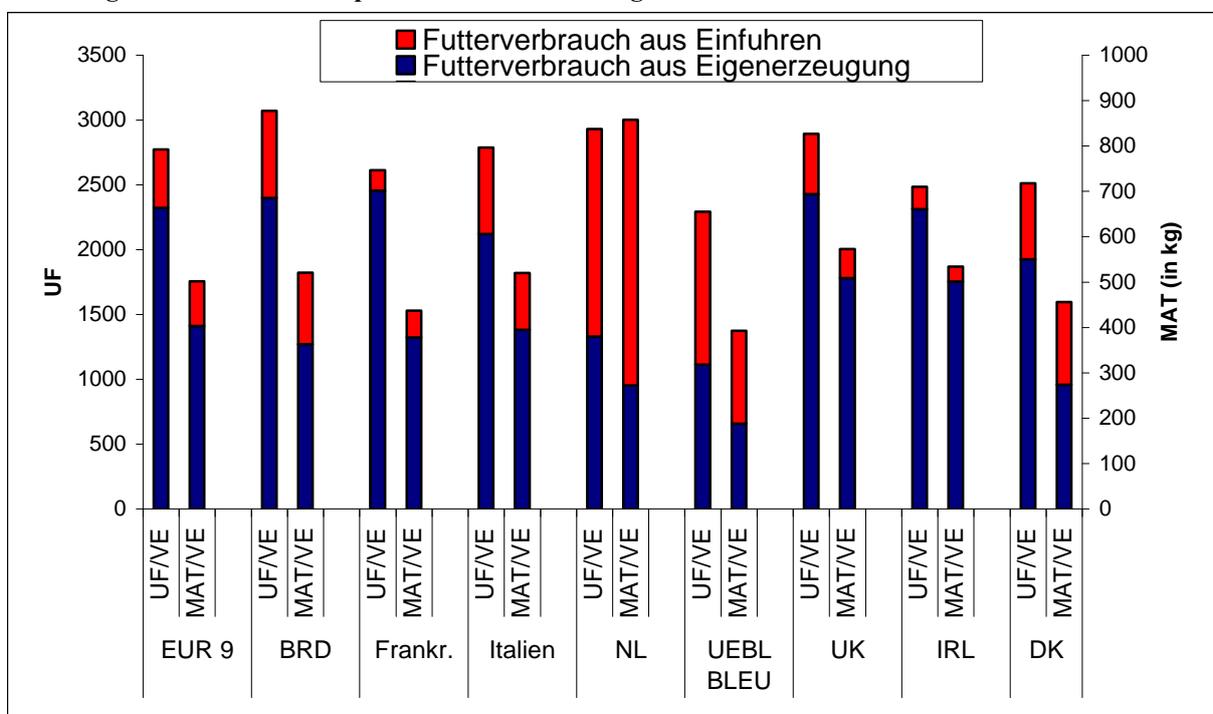
Bis Anfang der 1980er Jahre wurden in den Futterbilanzen von Eurostat die Futtermittel in Produktgewicht, Futtereinheit (FE) und Roheiweiß angegeben. Die Futtereinheit entspricht der Nettoenergiezufuhr von 1 kg Gerste. Die Futtereinheit wird nach dem Leroy'schen System der Futteräquivalente berechnet und wurde in Frankreich im Jahr 1950 entwickelt. Die Futtereinheit steht in einem linearen Verhältnis zur Stärkeeinheit und entspricht 0,7 Stärkeeinheiten. DELAGE, auf den die Berechnung der Futtereinheit für die Futterbilanz zurückzuführen ist, weist darauf hin, dass die Verdaulichkeit der Nährstoffe nur nach den Wiederkäuern berücksichtigt wird. Die Berechnungen von DELAGE basieren auf einer europaweit ermittelten durchschnittlichen Futtermittelzusammensetzung und sind deshalb für zootechnische Zwecke nicht verwendbar (EUROSTAT 1980: 13; DELAGE 1975).

Die Einheit Roheiweiß (MAT) beruht auf dem mit dem Kjeldahl'schen Verfahren bestimmten Gesamteiweißgehalt. Um den Rohproteingehalt zu bestimmen, wird der ermittelte Stickstoffgehalt mit dem Faktor 6,25 multipliziert, da Eiweiß 16 % Stickstoff enthält. Da die Futterbilanz sich auf verschiedene Tierarten mit verschiedenem Eiweißverdaunungsvermögen bezieht, verzichtet Eurostat auf die Bewertung der Futtermittel nach dem verdaulichen Roheiweiß. Vom physiologischen Standpunkt wäre diese Vorgehensweise jedoch vorzuziehen. Die Angabe des Roheiweißgehaltes gibt demnach nur einen zusätzlichen Hinweis auf den Proteingehalt des Futters, ohne eine Bewertung der Qualität der Eiweißstoffe vorzunehmen (EUROSTAT 1980: 13).

Der von Eurostat in den Futterbilanzen verwendete VE-Schlüssel ermöglicht es, den Bestand mehrerer Tierarten oder von Tieren verschiedener Altersklassen in nur einer Kennzahl wiederzugeben. Der VE-Schlüssel wurde im Jahr 1977 auf der Datenbasis der Jahre 1970 bis 1975 berechnet. Er gibt den Futterbedarf der Tiere gemessen in umsetzbarer Energie wieder. Die Umrechnungskoeffizienten befinden sich im Anhang in Tabelle 29. Als Referenztier gilt eine Kuh mit einer durchschnittlichen jährlichen Leistung von 3000 kg Milch. Der VE-Schlüssel berücksichtigt die unterschiedlichen Leistungen der Tiere nicht und die einzelnen Altersklassen nur grob. Die Viehbestände wurden anteilmäßig in VE für Rinder, Schafe und Ziegen, Schweine, Geflügel und Andere angegeben. In den Futterbilanzen bezog man die Futterproduktion in Futtereinheiten und in Roheiweiß auf einen ha landwirtschaftliche Fläche.

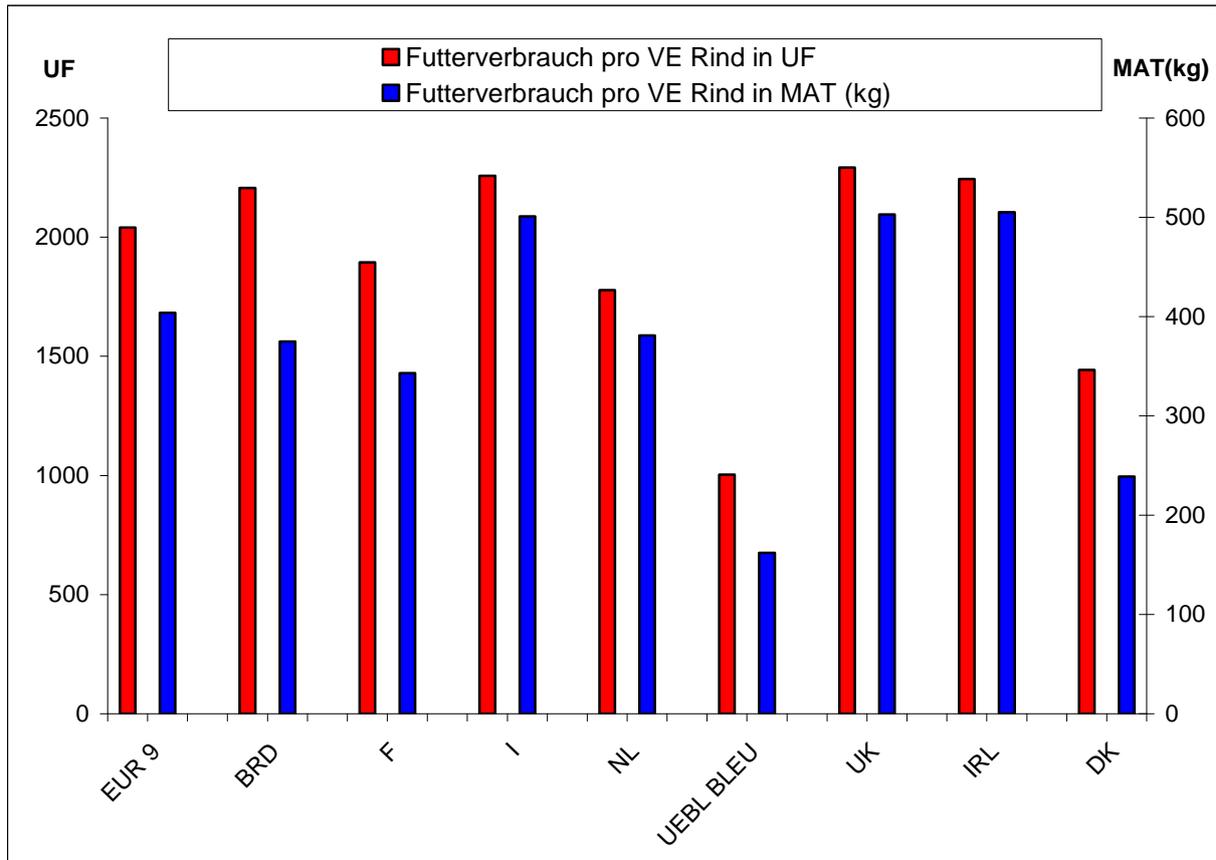
Darüber hinaus berechnete man den Futtermittelverbrauch pro VE in Futtereinheiten und in Roheiweiß für die EU-Mitgliedsländer. Dabei gab Eurostat die Eigenerzeugung an Futtermitteln pro VE, den gesamte Futtermittelverbrauch pro VE und die Menge an verarbeitetem Grünfütter bzw. ein- und mehrjährigem Futteranbau pro VE Rind an. Die Ergebnisse sind in Abbildung 6 und Abbildung 7 veranschaulicht. Die Abbildungen zeigen, dass der Futtermittelverbrauch pro VE zwischen einzelnen Ländern stark abweicht. Der sehr geringe Futtermittelverbrauch pro VE in der Belgisch-Luxemburgischen Wirtschaftsunion stellt jedoch einen Wert dar, der über mehrere Jahre betrachtet eine Ausnahme darstellt. In den übrigen Ländern sind die Schwankungen im Futtermittelverbrauch nicht so stark. Die vereinfachte Umrechnung des Viehbestandes in VE und die Zuteilung des Futters auf eine VE lässt nur sehr grobe Abschätzungen des Futtermittelverbrauchs einzelner Tierarten zu. Abbildung 7 zeigt ansatzweise, wie die strukturelle Zusammensetzung des Futtermittelverbrauchs bei den Raufütterfressern zwischen einzelnen Mitgliedsstaaten schwankt. In Irland und Großbritannien werden z.B. traditionell Rinder hauptsächlich mit Gras gefüttert, wogegen in Dänemark und mit zunehmendem Anteil in den Niederlanden konzentriertes Futter in der Rinderhaltung eingesetzt wird. Eine weitere Klassifizierung des Futtermittelverbrauchs für zusätzliche Futtermittel und eine Aufteilung des Futters für die übrigen Tierarten fand nicht statt (EUROSTAT 1980: 28).

**Abbildung 6: Futtermittelverbrauch pro VE in den 9 EU-Mitgliedsstaaten im Jahr 1976/77**



Quelle: Eigene Darstellung nach EUROSTAT 1980: 28

Abbildung 7: Futterbau pro VE Rind in den 9 EU-Mitgliedsstaaten im Jahr 1976/77



Quelle: Eigene Darstellung nach EUROSTAT 1980: 28

Der VE-Schlüssel wird heute noch in der landwirtschaftlichen Betriebsstrukturerhebung benutzt. Die Definition des VE-Schlüssels entspricht zugleich der Definition des VE-Schlüssels, welchen die Vereinten Nationen verwenden. Von Seiten Eurostats wird angestrebt, in den nächsten Jahren einen aktuelleren VE-Schlüssel zu verwenden (MACKOVA 2008).

Bereits HÄFNER (1978: 37) wies darauf hin, dass die Erstellung einer Futterbilanz von Seiten Eurostats nur einen Versuch darstellt. Zudem wurde das angestrebte Ziel, die Auswahl einer geeigneten Umrechnungseinheit zu ermöglichen, nicht erreicht. Das verwendete System von DELAGE hat sich nicht durchsetzen können, weil die Berechnungen Mitte der 1980er Jahre nicht mehr aktuellen Fütterungspraktiken entsprachen und immer größere Ungenauigkeiten bei dem Gebrauch dieser Futtereinheit offensichtlich wurden. Es zeigte sich weiterhin, dass mit der Datenerfassung erhebliche Schwierigkeiten verbunden waren. Das Anfertigen von Futterbilanzen auf Basis eines Energiewertes wurde daraufhin eingestellt. Eurostat veröffentlichte letztmals entsprechende Berechnungen im Jahr 1980. Für interne Berechnungen wurde jedoch weiterhin der Futteranfall dem Tierbestand in VE gegenübergestellt. Nach Aussagen von Eurostat ist eine Angabe von Futtermitteln in Energie in naher Zukunft nicht denkbar (CASAGRANDE 2000: 2; GUIA LOPEZ 2008).

Im Jahr 2002 wurde erneut versucht, eine europaweite Futterbilanz zu erstellen. Die Produkte waren in Naturalgewicht anzugeben und die Herkunft der Futtermittel war in Inlandserzeugung, Importe und Gesamtaufkommen zu gliedern. Die Mengen sind bei handelsgängigen Produkten aus den Versorgungsbilanzen zu entnehmen. Sind die Futtermittel nicht Bestandteil von Versorgungsbilanzen, ist die nationale Systematik der Datenerhebung zu wählen. Die einzelnen Produkte müssen genau benannt werden, damit Eurostat die Umsetzbare Energie und den Gehalt an verdaulichem Eiweiß abschätzen kann. Die einzelnen Mitgliedsstaaten sollten hierbei eine Futtermittelaufteilung nach den Tierarten Rinder mit der Unterkategorie Milchkühe, Schafe bzw. Ziegen, Schweine, Geflügel und sonstige Tiere vornehmen. Die Vorgehensweise bei der Futteraufteilung wurde den Mitgliedsstaaten überlassen. Vom BMELV wurde die im Kapitel 3.3 beschriebene Vorgehensweise dem Eurostat vorgeschlagen, um die Futtermittel auf die Tierarten aufzuteilen. Aus Mangel an Daten der einzelnen Mitgliedsstaaten wurde jedoch die Anfertigung einer europaweiten Futteraufteilung nach Tierarten fallen gelassen (GUIA LOPEZ 2008; RIBAILLE 2002: 3 ff.; WEBER 2008).

### **4.3 Dänemark**

Dänemark erstellt Versorgungsbilanzen nach dem Konzept von Eurostat für marktgängige Produkte. Die Daten basieren wie in Deutschland auf Ernte- und Produktionsstatistiken sowie auf Daten der Außenhandelsstatistik. Die Bilanzen enthalten Informationen sowohl über Anfangs- und Endbestände als auch über Umschlagsraten, welche bei Getreidehändlern, Landwirten und der verarbeiteten Industrie erfasst werden. Über die Bestandsentwicklung findet eine repräsentative Befragung von 400 Landwirten statt. Der menschliche Verzehr entstammt den Angaben der Industrie. Futter ist im Konzept der Versorgungsbilanz in Dänemark ebenfalls Restgröße. Die Mengen an pflanzlichen Erträgen, welche z.B. für die Biogasgewinnung genutzt werden, sind in den Versorgungsbilanzen nicht gesondert erfasst, sondern in der Position Futter mitinbegriffen (OLSEN 2008; STATISTICS DENMARK 2008b).

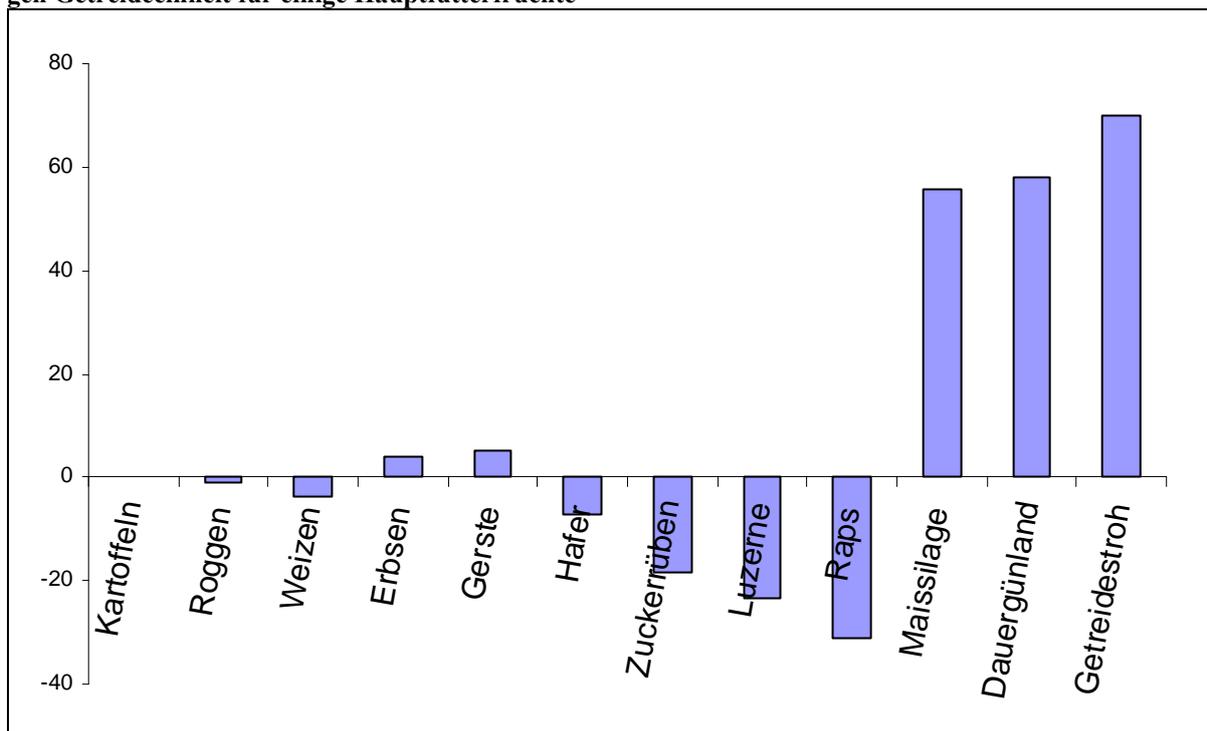
In Dänemark existierten im Jahr 2006 rund 40.000 Betriebe, die mehr als 5 ha landwirtschaftliche Fläche bewirtschafteten. Um die Erntemengen zu ermitteln, werden 3.500 Betriebe befragt. Die Angabe der Raufuttermengen entstammt ebenfalls aus Erntestatistiken. Raufutterbestände werden nicht angegeben. Das Aufkommen an pflanzlichen Erzeugnissen stellt in Dänemark die Ernte abzüglich geschätzter Verluste dar. Der Verlust bei Gras- und Ganzpflanzensilage wird auf 10 %, bei Ackergras auf 6 %, bei Dauergrünland auf 4 %, bei Getreide auf 3 %, bei Kartoffeln auf 15 %, bei Rüben auf 10 % und bei Rübenblattsilage auf 25 % geschätzt. Im Jahr 2005 enthielt die pflanzliche Erzeugung wegen schlechter Qualität keine

Rübenblattsilage. Das anfallende Stroh wird nach dem Ertrag der einzelnen Getreidearten ermittelt. Hier sind die Umrechnungsfaktoren für Winter- bzw. Sommerweizen, Winter- bzw. Sommergerste und Erbsen 55 kg, für Roggen 80 kg, für Hafer 60 kg und für Raps 90 kg je 100 kg Kornertrag. Die Verwendung von Saatgut entspricht bei Getreide 180 kg pro ha (STATISTICS DENMARK 2008a).

Der Futterverbrauch wird in Gewicht, dänischen Futtereinheiten und Rohproteingehalt der Futtermittel angegeben. Bis ins Jahr 2002/03 wurde der verdauliche Proteingehalt der Futtermittel verwendet. Die letzte Überarbeitung der DFE, welche in der Literatur häufig als skandinavische Futtereinheit bezeichnet wird, fand im Jahr 2002/03 statt (NEHRING 1972; LENKEIT et al. 1969). Die DFE ist ein Nettoenergiewert. Der historische Wert einer DFE, welcher 1 dt Gerste gleichkam, stand seinerzeit nicht mehr im Einklang mit den Ergebnissen aktueller Fütterungsversuche. Der Wert einer DFE entspricht heute 1,047 kg Gerste. Die DFE dient in der Statistik dazu, die einzelnen Futtermittel miteinander vergleichbar zu machen. Die unterschiedliche Bewertung der Futtermittel nach verschiedenen Tierarten fließt dagegen in die in der Statistik verwendete DFE nicht ein. Stattdessen wird vereinfacht davon ausgegangen, dass die gesamte Futterverwendung über Milchkühe stattfindet. Es wurde ein Futterwert für die Milchproduktion gewählt, weil die Milchproduktion den größten Anteil an der Rinderhaltung hat. Eine Differenzierung in der Bewertung der Futtermittel durch die Anwendung verschiedener DFE für die einzelnen Produktionsrichtungen, wie z.B. Milch und Schwein, ist auch für die Zukunft nicht vorgesehen (STATISTICS DENMARK 2008b; OLSEN 2008).

Die prozentuale Abweichung der Werte der dänischen Futtereinheit von der in Deutschland bisher gebräuchlichen GE ist für einige wichtige Hauptfutterfrüchte in Abbildung 8 dargestellt. Bei dieser Darstellung ist zu berücksichtigen, dass einzelne Futterfrüchte bei der Bewertung durch die DFE stärker unterteilt wurden. Kartoffeln sind z.B. in Saat-, Stärke- und Speisekartoffeln unterteilt, wogegen die GE nur einen Wert für Kartoffeln ausweist. Bei diesen Futterfrüchten wurde in Abbildung 8 der Durchschnitt der Kennzahlen verwendet. Die Darstellung in Abbildung 8 berücksichtigt nicht, welchen Anteil die einzelnen Früchte an dem gesamten Aufkommen der Hauptfutterfrucht haben. Dies kann zu leichten Verzerrungen führen. Weiterhin ist zu beachten, dass die GE für Raufutter den Energiewert für 1 dt Trockenmasse wiedergibt und die Ernteschätzung in Deutschland die Erträge von Raufutter in Heuwert angibt (siehe Kapitel 2.2) und somit nur einer groben Abschätzung des Ertrages entspricht. Hieraus können weitere Verzerrungen resultieren. Trotzdem gibt Abbildung 8 grob die unterschiedliche Bewertung der Futterfrüchte zwischen DFE und GE wieder.

**Abbildung 8: Prozentuale Abweichung der dänischen Futtereinheit von der bisher in Deutschland gültigen Getreideeinheit für einige Hauptfutterfrüchte**



Quelle: Eigene Berechnung nach BECKER 1988: 269, BMELV 2007b: 145 STATISTICS DENMARK 2008a, STATISTICS DENMARK 2008e<sup>3</sup>

Bei Kartoffeln und den Getreidearten sind nur sehr geringe Unterschiede zwischen DFE und GE zu erkennen. Dies ist darin begründet, dass die Referenzfrucht sowohl bei der GE als auch der DFE Gerste ist. Stärkere Abweichungen sind hingegen bei den Raufuttermitteln zu erkennen. Die größte Abweichung zwischen GE und DFE ergibt sich bei Getreidestroh. Eine mögliche Ursache kann die bei der DFE unterstellte ausschließliche Verwertung der Futtermittel über den Wiederkäuer sein. Diese Bewertung erhöht den Futterwert von Raufutter in Relation zu den konzentrierten Futtermitteln beträchtlich. Weitere Gründe können die unterschiedlichen nationalen Energiebewertungssysteme sein, die den beiden Einheiten zugrunde liegen. Die DFE wird auf der Nettoenergiestufe berechnet, wogegen die GE auf der Stufe Umsetzbare Energie berechnet wird. Zudem sind die verschiedenen Zeiträume zu bedenken, in denen die Berechnungen der zwei Einheiten stattfanden. Die abweichende Bewertung der Raufuttermittel durch DFE und GE führt zu stark unterschiedlichen Ergebnissen bei der Quantifizierung der gesamten pflanzlichen Produktion, da die Raufuttermittel im Jahr 2007 in Deutschland immerhin 42 % gemessen in GE und in Dänemark knapp 30 % gemessen in DFE an der gesamten Pflanzenproduktion ausmachten.

<sup>3</sup> Für Getreidestroh werden bei BECKER (1988: 269) und BMELV (2007: 145) verschiedene Werte angegeben, wobei letzterer den Angaben von PADBERG (1970) entspricht und in Abbildung 8 berücksichtigt wurde.

Die pflanzliche Erzeugung wird in Dänemark in drei Gruppen unterschieden: Zum einen in pflanzliche Produkte, die direkt oder nach einem Bearbeitungsprozess der menschlichen Nahrungsmittelproduktion zugeführt werden, z.B. Gemüse oder Brotweizen, zum Anderen pflanzliche Produkte, die als Futtermittel Verwendung finden und den größten Anteil an der pflanzlichen Erzeugung ausmachen. Zu einer dritten Gruppe zählen Produkte, die nicht der Nahrungsmittelproduktion dienen, wie etwa Blumen und Zierpflanzen.

Die gesamte Pflanzenproduktion Dänemarks ist in Tabelle 6 in 1000 t, Millionen (Mio.) DFE und 100 kg Ertrag/ha wiedergegeben. Zusammengefasst wird die gesamte pflanzliche Erzeugung nur in DFE angegeben; vereinfachend werden demnach alle pflanzlichen Produkte nach ihrem Futterwert beurteilt. Produkte, welche nicht als Futter der Tierproduktion zur Verfügung stehen, z.B. Speisekartoffeln, Brotweizen und Energiepflanzen, nimmt STATISTICS DENMARK trotzdem nur nach dem Futterwert auf. Sonderkulturen und Ziergewächse werden bei der Gesamtabstschätzung der pflanzlichen Produktion nicht berücksichtigt. Stroh, welches auf dem Feld verbleibt, und Ernteverluste werden bei der Ermittlung der gesamten pflanzlichen Erzeugung ebenfalls nicht einbezogen, so dass in Dänemark - anders als in Deutschland - keine Brutto-, sondern eine Nettobodenproduktion ermittelt wird. Alle Daten zur landwirtschaftlichen Produktion sind online in der Datenbank StatBank verfügbar (STATISTICS DENMARK 2008d; STATBANK DENMARK 2008).

**Tabelle 6: Gesamte Pflanzenproduktion in Dänemark in Produktgewicht und dänischen Futtereinheiten**

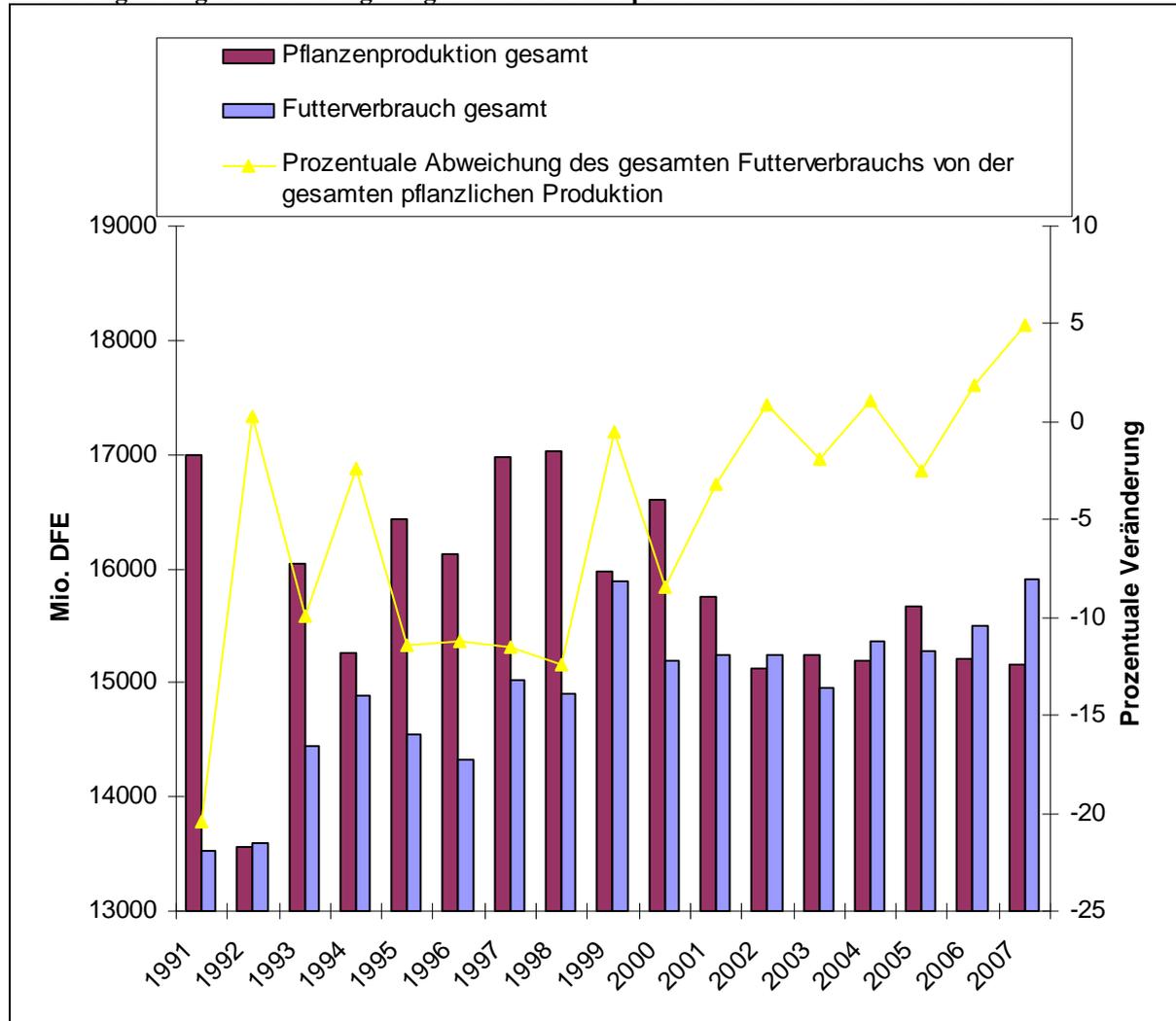
2007		1000 t	Mio. DFE	100 kg pro ha
<b>Pflanzliche Produktion, gesamt</b>			15.161	
	<b>Getreide, gesamt</b>	8.220	8.126	57
	Winterweizen	4.482	4.590	66
	Sommerweizen	37	38	47
	Triticale etc.	150	150	47
	<b>Raps, gesamt</b>	589	1003	33
	Winterraps	586	998	33
	Sommerraps	3	5	25
	<b>Hülsenfrüchte, gesamt</b>	19	21	34
	<b>Stroh, gesamt</b>	3.071	575	31
	Stroh von Getreide	3.006	559	31
	<b>Hackfrüchte, gesamt</b>	4.143	925	491
	Saatkartoffeln	136	26	299
	Stärkekartoffeln	950	258	458
	Speisekartoffeln	540	106	339
	Zuckerrüben	2.255	488	572
	Futterrüben	262	47	700
	<b>Gras und Grünfutter, gesamt</b>	23.240	4.511	
	Luzerne	2.19	29	569
	Maissilage	5.372	1.423	372
	Ganzpflanzensilage	1.126	314	186
	Ackergras	12.384	2104	459
	Dauergrünland	3.402	542	146
	Grummet	738	99	59

Quelle: STATISTICS DENMARK 2008d

Das gesamte Futteraufkommen ergibt sich aus dem Posten „Futter“ in den Versorgungsbilanzen für marktgängige Produkte und aus den Erntemengen nach den Ernteberichten für nicht marktgängige Produkte. Die Überprüfung der Futtermittelmengen nach dem Bedarf der Tiere wird ebenso wenig vorgenommen wie die Aufteilung der Futtermittel auf die einzelnen Tierarten. Die Futtermittel teilen sich in Konzentrate und Grobfutter auf. Für die wichtigsten Futterkonzentrate, die bei der Verarbeitung von landwirtschaftlichen Produkten entstehen, bestehen ebenfalls Verwendungsbilanzen, jedoch ohne Bestandsangaben auf Grund von potentiellen Verlusten (OLSEN 2008; STATISTICS DENMARK 2008b).

Der gesamte Futtermittelverbrauch wird ebenfalls in DFE angegeben, wobei der Verbrauch an Getreide gesondert ausgewiesen wird. Die Angabe der gesamten Pflanzenproduktion und des gesamten Futterbedarfes in DFE ermöglicht eine Gegenüberstellung dieser beiden Größen im Zeitablauf (Abbildung 9). In Dänemark ist im betrachteten Zeitraum - ebenso wie in Deutschland - die gesamte pflanzliche Erzeugung gesunken, während der gesamte Futtermittelverbrauch in den letzten Jahren stark angestiegen ist. Die gesamte Pflanzenproduktion reichte in den letzten Jahren nicht mehr aus, um den Futterbedarf vollständig zu decken.

**Abbildung 9: Gegenüberstellung der gesamten Pflanzenproduktion und des Futtermittelsverbrauchs**



Quelle: Eigene Berechnung nach STATISTICS DENMARK 2008b

Die Nahrungsmittelproduktion bzw. der Nahrungsmittelverbrauch über alle landwirtschaftlichen Erzeugnisse werden in Dänemark nicht berechnet. Die DFE bewertet nur pflanzliche Erzeugnisse und ermöglicht es nicht, den Futtermittelverbrauch für die Produktion einzelner tierischer Erzeugnisse wiederzugeben. Ein Konzept vergleichbar der natürlichen Gesamtrechnung ist in Dänemark nur in Ansätzen vorhanden.

In Dänemark wird in der Statistik ein VE-Schlüssel verwendet, der auf den N-Ausscheidungen der Tiere beruht. Dieser VE-Schlüssel hatte bis zum 19. Dezember 1999 als Bezugsbasis eine Kuh ohne Kalb. Die anderen Tierarten stufen sich nach ihren N-Ausscheidungen zum Bezugstier Kuh ab bzw. auf. Seit 1999 entspricht eine Vieheinheit der Ausscheidung von 100 kg Stickstoff pro Jahr. Dieser VE-Schlüssel dient weiterhin als Kriterium, um im Zuge der Umsetzung der EU-Nitratrichtlinie Viehbestandsobergrenzen festzulegen. Abstandsaufgaben für Tierhaltungsanlagen leiten sich ebenso aus diesem VE-Schlüssel ab. Die Umrech-

nungskoeffizienten sind im Anhang in Tabelle 30 beigefügt (MINISTRY OF THE ENVIRONMENT 2003; STATISTICS DENMARK 2008c; STATISTICS DENMARK 2008d).

#### 4.4 Großbritannien

Um die Nahrungsmittelsicherheit in Großbritannien zu quantifizieren, wird ein Gesamtselbstversorgungsgrad basierend auf einer monetären Aggregation berechnet. Es wird zwischen dem Verbrauch an Nahrungsmitteln aus heimischer Erzeugung und dem gesamten Nahrungsmittelverbrauch unterschieden. Der Quotient aus dem Produktionswert der landwirtschaftlichen Primärproduktion (Wert der Rohstoffe) und dem Wert der Rohstoffe, die als Nahrungsmittel verbraucht werden, stellt den Gesamtselbstversorgungsgrad dar. Die Berechnung des Selbstversorgungsgrades veranschaulicht Tabelle 7.

**Tabelle 7: Berechnungsschema für den Gesamtselbstversorgungsgrad in Großbritannien**

<b>Inländische Produktion von Nahrungsmitteln, die für die menschliche Ernährung bestimmt sind</b>		<b>(1)</b>
	Exporte an Vieh, Futter und Getreidesaatgut [als Input bezeichnet]	(2)
	Importe an Vieh, Futter und Getreidesaatgut [als Input bezeichnet]	(3)
	<b>Nettoimporte an Inputs = (3-2)</b>	<b>(4)</b>
<b>Bereinigte Eigenproduktion an Nahrungsmitteln (1-4)</b>		<b>(5)</b>
	Exporte an einheimischen Nahrungsmitteln	(6)
	Exporte an ausländischen Nahrungsmitteln	(7)
	<b>Exporte gesamt = (6+7)</b>	<b>(8)</b>
	Importe an einheimischen Nahrungsmitteln	(9)
	Importe an ausländischen Nahrungsmitteln	(10)
	<b>Importe gesamt = (9+10)</b>	<b>(11)</b>
<b>Gesamter Verbrauch an Nahrungsmitteln = (1)+(11)-(8)</b>		<b>(12)</b>
<b>Gesamter Verbrauch an im Inland produzierten Nahrungsmitteln = (1)+(9)-(6)</b>		<b>(13)</b>
<b>→Selbstversorgungsgrad für :</b>		
	<b>Nahrungsmittel gesamt</b>	<b>= (5)/(12)*100</b>
	<b>im Inland produzierte Nahrungsmittel</b>	<b>= (5)/(13)*100</b>

Quelle: FOOD CHAIN ANALYSIS GROUP 2006: 82

Die Nahrungsmittelproduktion muss um landwirtschaftliche Vorleistungen, welche als Inputs bezeichnet werden, korrigiert werden. Die landwirtschaftliche Produktion wird um den Außenhandel mit landwirtschaftlichen Inputs bereinigt. Dies verhindert die Überschätzung des Vermögens der britischen Landwirtschaft, den Nahrungsmittelbedarf zu decken. In Großbritannien hat diese Berücksichtigung große Auswirkungen auf den Selbstversorgungsgrad, weil

die landwirtschaftliche Produktion in großem Umfang von eingeführten landwirtschaftlichen Vorleistungen, z.B. Futtermitteln, abhängig ist. Zu den landwirtschaftlichen Inputs zählen Dünger, Pflanzenschutzmittel und Treibstoffe nicht hinzu. Die bereinigte Eigenproduktion an Nahrungsmitteln stellt die inländische Nahrungsmittelproduktion abzüglich der Nettoimporte an Vieh, Futter und Getreidesaatgut dar. Der Gesamtverbrauch an Nahrungsmitteln ergibt sich aus der inländischen Produktion von Nahrungsmitteln, die für die menschliche Ernährung bestimmt sind, korrigiert um die Im- und Exporte an einheimischen und ausländischen Nahrungsmitteln. Einheimische Nahrungsmittel sind Produkte, welche die heimische Landwirtschaft produzieren kann, wie z.B. Schweinefleisch oder Milchprodukte. Ausländische Nahrungsmittel sind hingegen Produkte, welche nicht im Inland produziert werden können, wie tropisches Obst oder Gewürze. Der Verbrauch an im Inland produzierten Nahrungsmitteln entspricht der bereinigten inländischen Produktion zuzüglich der Importe an einheimischen Produkten und abzüglich der Exporte an einheimischen Produkten. Aus der Differenzierung des Verbrauchs in Gesamtverbrauch und Verbrauch an einheimischen Nahrungsmitteln ergeben sich der Selbstversorgungsgrad für einheimische Nahrungsmittel und der Selbstversorgungsgrad für den Gesamtverbrauch an Nahrungsmitteln. Der Selbstversorgungsgrad (SV) für den Gesamtverbrauch an Nahrungsmitteln berechnet sich unter den oben genannten Annahmen wie folgt (FOOD CHAIN ANALYSIS GROUP 2006: 82):

$$SV = \frac{\text{inländische Produktion, bereinigt um Ex- und Importe landwirtschaftlicher Inputs}}{\text{inländische Produktion} + \text{Rohstoffwert Nahrungsmittel x porte} - \text{Rohstoffwert Nahrungsmitteli m porte}}$$

Die Im- und Exporte von Nahrungsmitteln bewertet die FOOD CHAIN ANALYSIS GROUP 2006 nach den landwirtschaftlichen Rohstoffen, die zu ihrer Herstellung nötig sind. Zölle, Abgaben und Ausfuhrerstattungen werden nicht berücksichtigt. Die Unterteilung der Ex- und Importe an Nahrungsmittel findet nach den Kategorien unverarbeitete Produkte, leicht verarbeitete Produkte und hoch verarbeitete Produkte statt. Die genannten Abgrenzungen werden ausschließlich unter Berücksichtigung der Werterhöhung, nicht jedoch des Umfangs der physischen Veränderung vorgenommen. Zu den unverarbeiteten Produkten zählen demnach neben Rohprodukten auch gefrorene, getrocknete sowie einer leichten Behandlung unterzogene Erzeugnisse, etwa ausgenommenen Fisch. Zu den leicht verarbeiteten Produkten gehören u.a. Getreidemehl, eingelegtes Gemüse, Käse und Bratenfleisch, deren Wert sich gegenüber dem Rohprodukt nicht stark erhöht hat. Hoch verarbeitete Produkte sind z.B. Schokoladenplättchen oder gefüllte Nudeln. Die Faktoren für die Umrechnung der verarbeiteten Produkte in die landwirtschaftlichen Rohstoffe der drei Kategorien stellen Mittelwerte des Wertzuwachses

der einzelnen verarbeiteten Produkte dar; sie sind in Tabelle 8 dargestellt (FOOD CHAIN ANALYSIS GROUP 2006: 83).

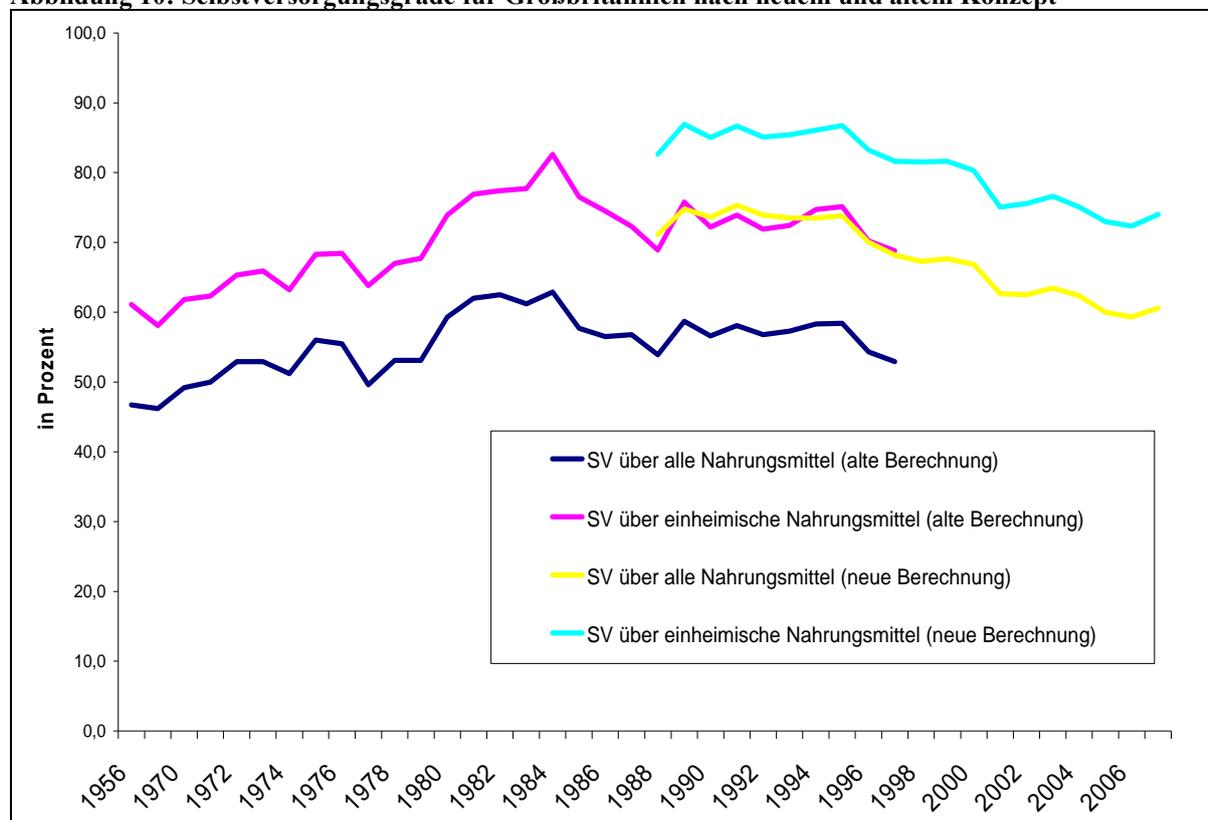
**Tabelle 8: Umrechnungsfaktoren für Produktkategorien**

unverarbeitete Produkte	= 1
leicht verarbeitete Produkte	= 0,25
hoch verarbeitete Produkte	= 0,1

Quelle: FOOD CHAIN ANALYSIS GROUP 2006: 83

Im Jahr 1998 nahm die FOOD CHAIN ANALYSIS GROUP (2006) methodische Änderungen bei der Berechnung des SV vor. Seitdem fließen Exporterstattungen ebenso wie Steuern und sonstige Abgaben, die vor 1998 bei der Bewertung der Im- und Exporte berücksichtigt wurden, nicht mehr in die Berechnungen ein. Seitdem zählt auch aus Zuchtbetrieben stammender Fisch neben dem Fischfang auf See zur Fischproduktion und die Importe werden mit denselben Umrechnungsfaktoren wie die Exporte auf ihren Rohstoffwert umgerechnet. Durch diese Änderungen verringerte sich rechnerisch der Nahrungsmittelverbrauch und der Selbstversorgungsgrad stieg um 16 bis 17 Prozentpunkte. Die Entwicklung der Selbstversorgungsgrade ist in Abbildung 10 dargestellt (FOOD CHAIN ANALYSIS GROUP 2006: 83).

**Abbildung 10: Selbstversorgungsgrade für Großbritannien nach neuem und altem Konzept**



Quelle: Eigene Darstellung nach MCDONNELL 2008

Das Anwachsen der Selbstversorgungsgrade bis Mitte der 1980er Jahre ist auf die damalige Ausgestaltung der Gemeinsamen Agrarpolitik der EU zurückzuführen. Produktionstechnische Fortschritte in der Landwirtschaft ermöglichten bei nachhaltig hohen Erzeugerpreisen eine stetig steigende Produktion an Nahrungsmitteln. Der Selbstversorgungsgrad für alle Nahrungsmittel und für einheimische Nahrungsmittel hat sich hingegen nach der neuen wie der alten Berechnungsmethode ab dem Jahr 1995 stetig verringert. Im Jahr 2006 lag der Selbstversorgungsgrad für einheimische Produkte bei 71,5 % und für alle Produkte bei 58,1 %. Es werden folgende langfristige Entwicklungen als Gründe für den sinkenden Selbstversorgungsgrad genannt (FOOD CHAIN ANALYSIS GROUP 2006: 35-36):

- veränderte Verzehrsgewohnheiten, welche einen größeren Konsum an exotischen Früchten und eine abwechslungsreichere Nahrung zur Folge haben;
- geringere Handelsbeschränkungen aufgrund der Fortschritte bei den WTO-Verhandlungen und der Schaffung eines gemeinsamen Europäischen Marktes;
- kostengünstigerer Transport und bessere Kommunikation, die die Globalisierung fördern;
- ein breiteres, mehr importierte Nahrungsmittel umfassendes Angebot in den Supermärkten als Folge der zuvor genannten Entwicklungen;

Auf kurze Sicht sind außerdem von Bedeutung:

- ein aus der BSE-Krise resultierendes Verbot für Rindfleischexporte; welches einen Preisrückgang und eine geringere Produktion zur Folge hatte;
- Ausbruch der Maul- und Klauenseuche im Jahr 2001, welcher den Schweinefleischexport verringerte;
- geringere Wettbewerbsfähigkeit durch günstige Importe und teure Exporte aufgrund des hohen Pfundkurses in den Jahren 1995 bis 2000;
- die MacSharry-Reform und die Agenda 2000 beendeten den Expansionskurs der europäischen Agrarpolitik der 1970er und 1980er Jahre;
- ein verlangsamtes Nachfragewachstum in Europa verminderte eventuell britische Nahrungsmittelexportmöglichkeiten;
- das Wachstum der ökologischen Landwirtschaft verringert das physische Produktionsvolumen und eventuell auch den Produktionswert der Landwirtschaft.

In der britischen Fachöffentlichkeit hat sich die Auffassung durchgesetzt, dass die aufgezählten Gründe wenig Einfluss auf die Nahrungsmittelsicherheit haben, sondern eher Ausdruck der Wettbewerbsfähigkeit der britischen Landwirtschaft sind. Die bewusste oder unbewusste Gleichstellung von Nahrungsmittelsicherheit und Selbstversorgungsgrad wird abgelehnt und – so die Auffassung - habe in der Vergangenheit oft zu Verwirrungen geführt. Während der Gesamtselbstversorgungsgrad eher als Indikator für die Wettbewerbsfähigkeit der Landwirtschaft zu verstehen sei, hänge die Nahrungsmittelsicherheit eher vom Pro-Kopf-Einkommen und der Verteilung der Nahrungsmittel ab. Es wird daher angemerkt, dass die beschriebene Methode für die Berechnung des Selbstversorgungsgrades nur im weitesten Sinne als Maßstab der Ernährungssicherung herangezogen werden könne (FOOD CHAIN ANALYSIS GROUP 2006: IV, 35-36; HOLLERAN 2007: 29-33; MCDIARMID 2007: 31).

Weiterhin wird darauf hingewiesen, dass ein Selbstversorgungsgrad, welcher auf einer monetären Aggregation basiert, anders als ein Selbstversorgungsgrad, der auf einer physischen Aggregation beruht, zu interpretieren ist und ggf. zusätzlicher Erläuterungen bedarf. Ein monetär aggregierter Selbstversorgungsgrad sei jedoch durchaus aussagefähig, solange keine allzu großen Preissprünge bei landwirtschaftlichen Produkten auftreten. Gleichwohl wird konzediert, dass in Großbritannien die Versorgung mit den notwendigen Kalorien wesentlich besser sei als es der auf Marktpreisen basierende Selbstversorgungsgrad vermuten lasse. Der im letzten Jahrzehnt kontinuierlich gesunkene Selbstversorgungsgrad sei auf eine wachsende Auswahl an Nahrungsmitteln zurückzuführen, die die heimische Landwirtschaft nicht produzieren könne. Das grundsätzliche Vermögen der britischen Landwirtschaft, den heimischen Bedarf an Nährstoffen zu decken, wird hiervon nicht beeinflusst. Überernährung, erhebliche Nahrungsmittelabfälle sowie die Möglichkeit der Erhöhung der Kalorieneffizienz bei der Nahrungsmittelproduktion führen ebenfalls dazu, dass Fachleute die Versorgungssicherheit in Großbritannien als erheblich besser einschätzen, als der berechnete Selbstversorgungsgrad dies vermuten lässt (FOOD CHAIN ANALYSIS GROUP 2006: IV, 35-36; HOLLERAN 2007: 29-33; MCDIARMID 2007: 31).

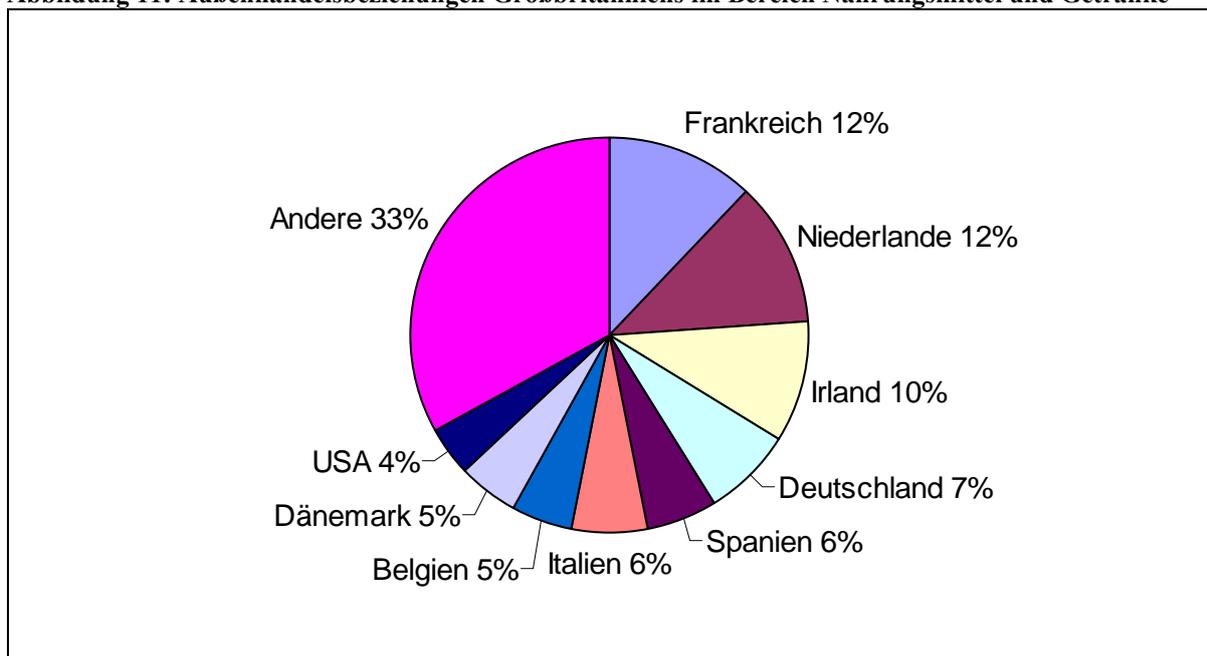
Im Hinblick auf den Gesamtselbstversorgungsgrad und die Nahrungsmittelsicherheit zieht die FOOD CHAIN ANALYSIS GROUP (2006: 33) fünf Schlüsse:

- der Selbstversorgungsgrad ist ein schlechter Indikator, um den Grad der Ernährungssicherheit abzulesen.
- es gibt einige wichtige wirtschaftliche Gründe, warum in Großbritannien weniger Nahrungsmittel produziert als verbraucht werden.

- ein hoher Selbstversorgungsgrad eines Landes reicht alleine nicht aus, um sich gegen mögliche Brüche in der Nahrungsmittelkette abzusichern.
- eine zunehmende Diversität der Beschaffungsquellen erhöht die Nahrungsmittelsicherheit.
- das Produktionspotential auf EU-Ebene ist relevanter als das Potential auf Ebene der Mitgliedsstaaten; gleichwohl ist es unwahrscheinlich, dass eine weitere Liberalisierung des Marktes eine höhere Nahrungsmittelsicherheit bewirkt.

Abbildung 11 verdeutlicht die beiden letztgenannten Punkte. Großbritannien betreibt bereits mit vielen Ländern Handel, so dass von einer weiteren Liberalisierung des Handels keine positiven Effekte auf die Handelsbeziehungen und die Nahrungsmittelsicherheit erwartet werden. Alle Nicht-EU-Handelspartner haben weniger als 4 % Anteil am britischen Außenhandel mit Nahrungsmitteln, so dass die Risiken, die mit einem möglichen Abbrechen der Handelsbeziehungen verbunden sind, zu vernachlässigen sind (FOOD CHAIN ANALYSIS GROUP 2006: 40).

**Abbildung 11: Außenhandelsbeziehungen Großbritanniens im Bereich Nahrungsmittel und Getränke**



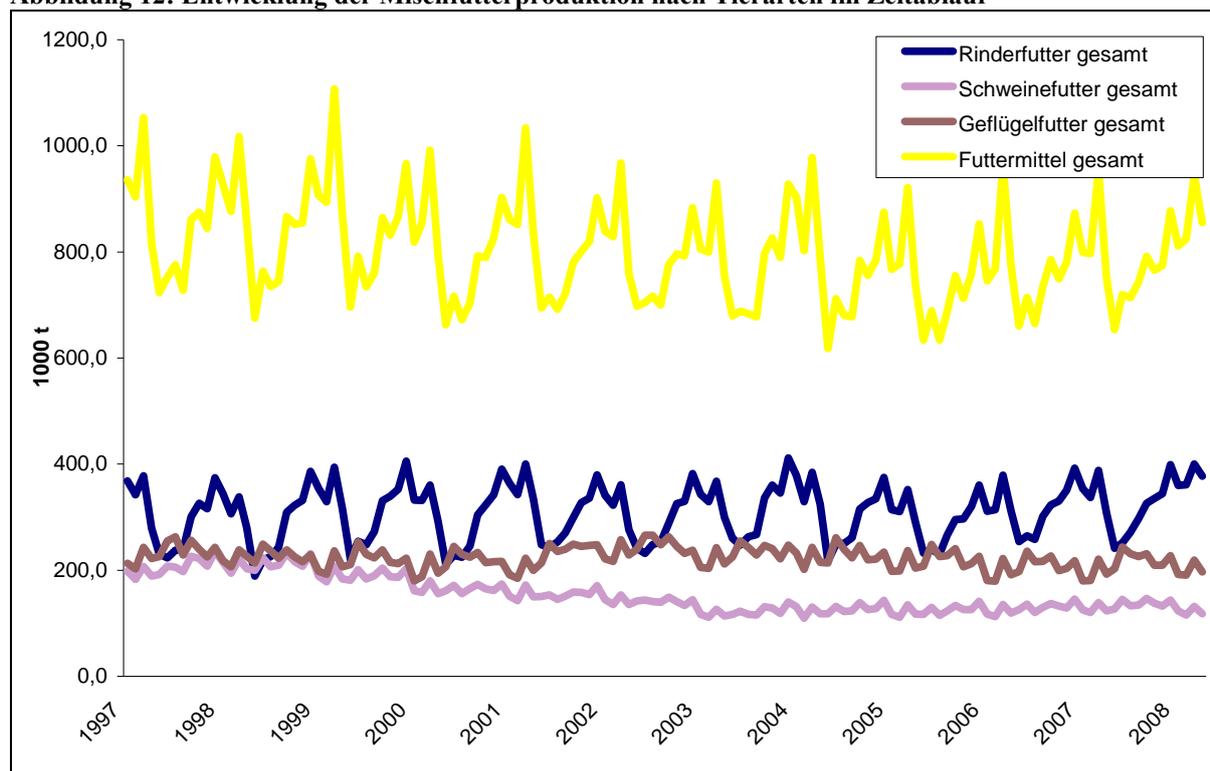
Quelle: FOOD CHAIN ANALYSIS GROUP 2006: 40

Am Schluss der Betrachtung soll auf die Bewertung von Futter in der landwirtschaftlichen Statistik eingegangen werden. In Großbritannien wird in den Versorgungsbilanzen mit Ausnahme des Gewichts auf die physische Aggregation landwirtschaftlicher Produkte verzichtet. Es findet ausschließlich die monetäre Aggregation statt, um landwirtschaftliche Produkte miteinander vergleichbar zu machen. Dies geschieht u.a. auch in Form von Preisindizes, die für die einzelnen landwirtschaftlichen Produkte im Zeitablauf betrachtet werden. Futtermittel sind

nicht in einem Energiewert, sondern ausschließlich in Gewicht angegeben. Die Preise für Futtermittel werden dementsprechend nur auf das Gewicht bezogen (Holding 2008).

Die Mischfutterproduktion ist nach Produktionsumfang für die einzelnen Tierkategorien monatlich angegeben. Die Entwicklung der Mischfutterproduktion ist getrennt nach Tierarten in Abbildung 12 dargestellt. Die Produktion für Raufutterfresser unterliegt auffällig starken Schwankungen, die bei der Schweinefutter- und Geflügelfutterproduktion nicht im selben Maße auftreten. Die Schwankungen der Mischfutterproduktion für Wiederkäuer überlagern die Mischfuttermittelproduktion insgesamt. Die Zyklen in der Futtermittelproduktion für Raufutterfresser sind zum einen auf saisonal unterschiedliche Abkalbungen zurückzuführen; so wird am Anfang des Jahres meist weniger Kraftfutter verbraucht. Weiterhin sinkt mit beginnendem Weideauftrieb der Kraftfutteraufwand, um im Laufe der Vegetationsperiode mit sinkender Raufutterqualität wieder anzusteigen.

**Abbildung 12: Entwicklung der Mischfutterproduktion nach Tierarten im Zeitablauf**



Quelle: Eigene Darstellung nach STARK 2008

## 4.5 Österreich

In Österreich werden die Versorgungsbilanzen ebenfalls nach dem Konzept von Eurostat erstellt. Das Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (BMLFUW) unterteilt die Gesamtbilanz nicht in Erzeuger- und Marktbilanz. Das BMLFUW verzichtet auf die Verwendung eines Aggregationsmaßstabes für die Berechnung eines Gesamtselfstversorgungsgrades oder der gesamten Nahrungsmittelproduktion. Es werden nur für

Gruppen von Nahrungsmitteln Versorgungsgrade berechnet, indem die Produktions- und Verbrauchsmengen in Gewicht addiert werden. Ein System vergleichbar mit der naturalen Gesamtrechnung in Deutschland ist in Österreich nicht vorhanden (BMLFUW 2007: 173; WILDLING 2007).

Insgesamt erfassen die Versorgungsbilanzen in Österreich mehr als 3.000 landwirtschaftliche als auch weiterverarbeitete Produkte. Um die Stoffflüsse bei der Verarbeitung von landwirtschaftlichen Produkten berechnen zu können, wird auf technische Umrechnungskoeffizienten zurückgegriffen. Der Ausmahlungssatz für Weichweizen z.B. beträgt 81,5 %, für Hartweizen 71,5 %, für Roggen 78 % und für Hafer 75 %; diese Werte entstammen aus Angaben der verarbeiteten Industrie. Die Herleitung der Werte entspricht der Herleitung des in Deutschland verwendeten Mehlwerts. Die Kennziffern dienen in den Versorgungsbilanzen zur Berechnung des Nahrungsverbrauchs (WILDLING 2007).

Die Gesamterntemenge basiert auf Ernteschätzungen. Von der Getreidemenge, die auf den Höfen als Futter und Saatgut verbleibt, werden 6 % Verluste abgezogen. In Deutschland zieht die BLE hingegen 1 % von der Gesamterntemenge ab. Beide Vorgehensweisen führen nach WILDLING zu ähnlichen Ergebnissen. Weitere Unterschiede bestehen in der Berechnung des Raufutterertrages. In Österreich findet ein Heuwert Anwendung, welcher den Trockenmasseertrag für Klee im Verhältnis eins zu fünf, bei Luzerne und Klee gras im Verhältnis eins zu vier und bei Gräsern im Verhältnis eins zu drei zum Grünmasseertrag wiedergibt. In Deutschland wird dagegen zur Ermittlung des Raufutterertrags der gesamte Grünmasseertrag durch vier dividiert (WILDLING 2007).

In der von STATISTIK AUSTRIA veröffentlichten Futterbilanz sind die einzelnen Futtermittel in kg Frischmasse und in Trockenmasseäquivalenten angegeben. Das gesamte Aufkommen an Futtermitteln ist entsprechend einer nach EU-Kriterien entwickelten Produktliste erfasst. Zusätzlich unterliegt der Bedarf an Futtermitteln einer Schätzung; er stellt somit nicht nur einen Restposten aus den Versorgungsbilanzen dar. Es findet in Österreich jährlich eine Absprache zwischen Forschung und STATISTIK AUSTRIA über das Aufkommen von Futtermitteln statt. Dabei werden Standardrationen der Futtermittelindustrie und Expertenschätzungen herangezogen, um eine Aufteilung der verfügbaren Futtermittel nach Tierartkategorien vorzunehmen. Da die Bedarfsdeckung nicht von den Futtermittelmengen, sondern im Wesentlichen von deren Nährstoffgehalten abhängt, werden Futtermittelaufkommen und -bedarf in Rohprotein- und Energieeinheiten ausgedrückt. Dazu hat die Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt Raumberg-Gumpenstein (HBLFA) ein Programm entwickelt, welches ermöglicht, jährlich

den Futterbedarf und die Futteraufteilung zu berechnen. STATISTIK AUSTRIA (2007: 16) publiziert nur die wichtigsten Zahlen; das Futtermittelaufkommen und die Futtermittelverteilung nach einzelnen Tierarten werden nicht gesondert veröffentlicht.

Das Programm der HBLFA enthält eine Futtermitteldatei, die die Nährstoffgehalte der Futtermittel aus den DLG-Futterwerttabellen für Wiederkäuer, Schweine und Pferde einbezieht. Die Energiegehalte der Einzelfuttermittel für Geflügel stammen aus dem Jahrbuch der Geflügelwirtschaft. Die Handelsfuttermittel können in Frisch- und Trockenmasse eingelesen werden. Folgende Nährstoffe finden in der Futtermitteldatei Berücksichtigung (STEINWIDDER 2003: 3):

- Trockenmasse: T (g/kg FM),
- Rohprotein: RP (g/kg T),
- Rohfett: RFE (g/kg T),
- Rohfaser: RFA (g/kg T),
- Rohasche: RA (g/kg T),
- Verdauliches Rohprotein – Pferd: vRP (g/kg T).

Die in der Futterdatei berücksichtigten Energiegehalte sind:

- Netto Energie Laktation: NEL (MJ/kg T),
- Umsetzbare Energie – Rind: ME (MJ/kg T),
- Umsetzbare Energie – Schwein: ME (MJ/kg T),
- Verdauliche Energie – Pferd: DE (MJ/kg T),
- Umsetzbare Energie – Geflügel: ME (MJ/kg T).

Für den Fall, dass für Einzelkomponenten keine Nährstoff- bzw. Energieangaben vorlagen, wurden diese mit Hilfe von Regressionsrechnungen abgeschätzt. Das Aufkommen an diesen Futtermitteln ist sehr gering, so dass die aus dem Verfahren resultierenden Verzerrungen bei der Berechnung des tierartspezifischen Nährstoffangebots zu vernachlässigen sind. Die Regressionsgleichungen sind in Abbildung 13 angegeben.

**Abbildung 13: Regressionsgleichungen zur Abschätzung des Energiegehalts bzw. der Verdaulichkeit des Rohproteins von Futtermitteln mit unbekanntem Gehalten (alle Nährstoffe in g bzw. MJ je kg T)**

<p><b>Energiebewertung:</b></p> <p><u>NEL-Rinder (MJ/kg T)</u> = 8,53 + 0,000375 * RP – 0,011399 * RFA + 0,00000458 * RFA * RFA + 0,00967 * RFE – 0,006015 * RA</p> <p><u>ME-Rinder (MJ/kg T)</u> = 13,34 + 0,001229 * RP – 0,014763 * RFA + 0,00000463 * RFA * RFA + 0,01530 * RFE – 0,00947 * RA</p> <p><u>DE-Pferd (MJ/kg T)</u> = 4,46 + 1,19811 * NEL + 0,00164 * RP – 0,006410 * RFA + 0,009285 * RFE</p> <p><u>ME-Schwein (MJ/kg T)</u> = 15,98 – 0,0444 * RFA + 0,0000528 * RFA * RFA + 0,00324 * RP + 0,0193 * RFE – 0,0217 * RA</p> <p><u>ME-Geflügel (MJ/kg T)</u> = 4,07 – 0,00899 * RP + 0,00000803 * RP * RP + 0,0056855 * RFE – 0,00687 * RFA + 0,7123 * ME-Schwein</p> <p><b>Verdaulichkeit des Eiweißes in %:</b></p> <p><u>dRP-Pferde (%)</u> = 59,9 + 0,1611 * RP – 0,0001747 * RP * RP – 0,00185 * RFA – 0,0001631 * RFA * RFA – 0,057242 * RFE</p> <p><u>vRP (g/kg T)</u> = RP * dRP / 100</p>
---

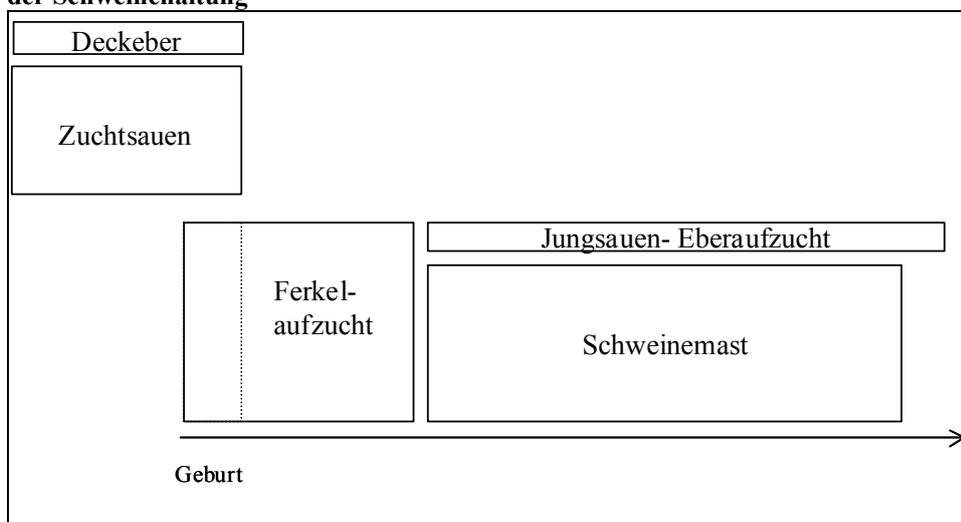
Quelle: STEINWIDDER 2003: 3

Insbesondere bei Pferden, aber auch bei Schweinen sind die in Abbildung 13 aufgeführten Regressionsgleichungen zur Berechnung des Energiegehaltes von Grundfuttermitteln nicht zu verwenden. Für diese Tierarten erstellt STEINWIDDER basierend auf einem allerdings eingeschränkten Datenmaterial nochmals eigene, hier nicht näher erläuterte Regressionsgleichungen. Das Grundfutteraufkommen sowie die Qualität des Grundfutters schätzen Fachleute der HBLFA und der Statistik Austria mit Hilfe eines Ertragsfeststellungsnetzes in Österreich. Bei der Raufutterbewertung wird demnach nicht auf die DLG-Futterwerttabellen zurückgegriffen (STEINWIDDER 2003: 4 und 13).

STEINWIDDER berechnet den Nährstoff- und Energiebedarf für jedes Produktionsverfahren nach den gängigen Empfehlungen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie – Ausschuss für Bedarfsnormen und nach KIRCHGESSNER (1997). Das HBLFA-Programm enthält den Nährstoffbedarf von Rindern, Schafen, Ziegen, Pferden, Schweinen und Geflügel. Die Vorgehensweise soll exemplarisch bei Schweinen veranschaulicht werden. Abbildung 14 veranschaulicht das gesamte Produktionsverfahren der Schweinehaltung. Bei der Bedarfsermittlung für die Zuchtsau gilt die vereinfachende Annahme, dass die Ferkel bei der Muttersau kein Beifutter erhalten. Dadurch erhöht sich der Energiebedarf der Muttersau. Der Energie- und Rohproteinbedarf kann durch die variable Gestaltung der Ferkelanzahl im Programm an die Produktionsgegebenheiten angepasst werden. STEINWIDDER unterstellt, dass Ferkel bis 7 kg

Lebendgewicht den Nährstoffbedarf vollständig über die Muttermilch decken. In der weiteren Aufzucht deckt annahmegemäß ausschließlich Kraftfutter den Nährstoffbedarf. Der Nährstoffbedarf wird für Jungsauen von 30 bis 130 kg und für Jungeber von 30 bis 120 kg berechnet. Der Bedarf für Mastschweine ist abhängig vom Mastbereich von 30 bis 110 kg und für Tageszunahmen von 650 bis 900 g berechnet. Die anderen Produktionsverfahren basieren auf derselben Berechnungsmethodik wie das beschriebene Verfahren für die Schweinehaltung. In allen Fällen sind ausschließlich durchschnittliche Leistungsangaben für die einzelnen Produktionssysteme angenommen (STEINWIDDER 2003: 12).

**Abbildung 14: Definition der einzelnen Produktionsverfahren zur Berechnung des Nährstoffbedarfs in der Schweinehaltung**



Quelle: STEINWIDDER 2003: 11

An dieser Stelle soll insbesondere auf die Herleitung des Proteinbedarfes eingegangen werden, der aufgrund der verschiedenen Verdaulichkeiten bei den einzelnen Tierkategorien schwierig abzuschätzen ist. STEINWIDDER (2003:13-15) zieht in diesem Zusammenhang ausschließlich das Rohprotein als Parameter heran. Eine kurze Erläuterung der Vorgehensweisen bei den einzelnen Produktionsverfahren soll in diesem Rahmen genügen. Bei der Milchkühhütterung wurde bei der Bedarfsermittlung auf die nXP-Versorgung (= unabbaubares Protein (UDP) + Mikrobenprotein) verzichtet, weil sie mit der Energieversorgung korreliert und kein wesentlicher Genauigkeitsgewinn bei der Berücksichtigung von nXP zu erwarten ist. Bei Ziegen leitet sich der Rohproteinbedarf indirekt aus der Energieaufnahme ab, da keine Versorgungsempfehlungen vorhanden sind. Bei Pferden ist mit Ausnahme der Säugezeit und der Aufzuchtperiode praktisch keine Unterversorgung mit verdaulichem Protein bzw. Rohprotein möglich. Es gilt hier eher, Überschüsse zu vermeiden. Deshalb verwendet STEINWIDDER bei dem Futterbedarf der Pferde ausschließlich den Rohproteingehalt. Da in der Schweinehaltung zum Teil keine vollständig bedarfsorientierte Proteinversorgung vorhanden ist und durch Zuchtungsmaßnahmen der Proteinansatz seit Veröffentlichung der Empfehlungen der GE-

SELLSCHAFT FÜR ERNÄHRUNGSPHYSIOLOGIE DER HAUSTIERE – AUSSCHUSS FÜR BEDARFSNORMEN (1987) zugenommen hat, wurde der Effekt der jetzt üblichen Aminosäureergänzung, durch die der Rohproteingehalt von Schweinerationen verringert werden kann, auf den Gesamtproteinbedarf nicht gesondert berücksichtigt. In der Schweinehaltung ist zudem mit einer Rohproteinübersorgung von 1 bis 5 % zu rechnen, was für das verwendete Verfahren spricht (STEINWIDDER 2003: 5 bis 13).

Die Futteraufteilung erfolgt in einem mehrstufigen Verfahren; die Programmabläufe sind in Abbildung 15 abgebildet. Auf der Verwendungsseite werden die Bedarfszahlen der einzelnen Tierkategorien importiert, die - wie am Beispiel der Schweinehaltung demonstriert - berechnet werden. Weiterhin beinhaltet die Datenbasis den Tierbestand. Durch Multiplikation der Tierbedarfszahlen mit den Tierbeständen ergibt sich der Bedarf an Trockenmasse, Energie und Protein für das jeweilige Produktionsverfahren.

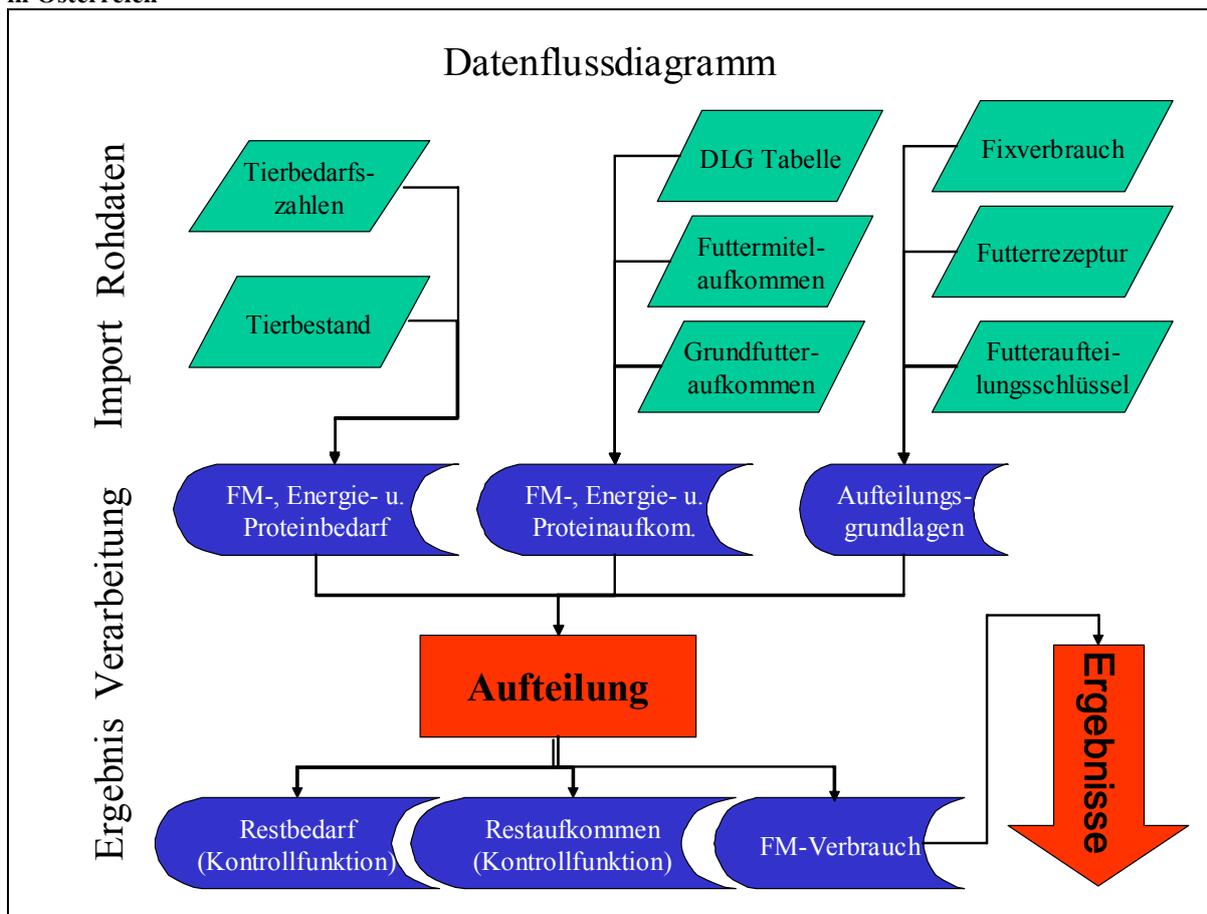
Die Datenbasis für das Aufkommen an Futtermitteln besteht aus den DLG-Futterwerttabellen, welche die Basisnährstoffe für alle Futtermittel enthalten. Weiterhin besteht die Datenbasis aus dem Aufkommen an Handelsfuttermitteln sowie Grundfutter, welches - wie schon erwähnt - nicht nach den DLG-Futterwerttabellen, sondern im Rahmen einer separaten Qualitätsermittlung bewertet wird. Die Basisnährstoffe aus den DLG-Futterwerttabellen multipliziert mit dem Handelsfuttermittelaufkommen ergeben zusammen mit dem Grundfuttermittelaufkommen das Trockenmasse-, Energie- und Proteinaufkommen.

Die Aufteilung der Futtermittel berücksichtigt einen Fixverbrauch, die Futterrezepturen und Futteraufteilungsschlüssel. Die Datei Fixverbrauch beinhaltet Tierarten, für die keine Nährstoffnormen üblich sind. Diese Datei stellt den Futterbedarf von Heimtieren, Fischen, Wildtieren, etc. dar, welcher ausschließlich auf der Grundlage von Standardrezepturen vom Futtermittelanfall abgezogen wird. Bei den landwirtschaftlichen Nutztieren besteht die Annahme, dass eine gewisse Menge an Futter über fixe Futterrezepturen verfüttert wird. Hühner und Schweine decken ihren Energie- und Eiweißbedarf zu 60 % über eine Standardrezeptur, während die übrigen Tierarten aufgrund des geringeren Fertigfuttereinsatzes unter 50 % des Futterbedarfs über Standardrezepturen decken. Die Standardrezepturen sind mindestens alle fünf bis zehn Jahre, bei starken Änderungen im Futtermittelaufkommen oder in der Preiswürdigkeit von Futtermitteln jedoch unmittelbar zu überarbeiten. Die restlichen Futtermittel werden bis zur Deckung des jeweiligen Nährstoffbedarfs auf die Tierarten verteilt. Hierfür kommen Futteraufteilungsschlüssel zur Anwendung, die für jedes Futtermittel eine anteilige Verwendung in den Tierarten und den Tierkategorien vorgeben. Körnermais z.B. wird zu 18 % bei Rindern

(davon 62 % in die Milchkuhhaltung, 5 % in die Kälberaufzucht etc.), zu 52 % in der Schweinehaltung, zu 27 % in der Geflügelhaltung (davon 57 % in der Masthühnerproduktion usw.), zu 3 % für Schafe, zu 1 % für Ziegen und zu 0,5 % für Pferde eingesetzt. Die Angaben stammen aus der Literatur, von Beratern, von der Futtermittelindustrie und aus den Erfahrungen von STEINWIDDER. Die Zuteilung erfolgt zuerst bei Hühnern, dann bei Schweinen, Pferden, Schafen und Ziegen. Dabei folgt die Futteraufteilung als erste Priorität nach dem Energiebedarf, als zweite Priorität nach dem Eiweißbedarf und als dritte Priorität nach der Trockenmasseaufnahme. Der letzte Schritt beinhaltet bei Rindern eine Gegenüberstellung von Nährstoffbedarf bzw. Futtertrockenmasseaufnahmebedarf und Angebot. Sollte bei Rindern ein Futtermangel bestehen, ist dieser entsprechend dem Gesamtfutterbedarf anteilmäßig auf alle Tierarten und Tierkategorien zu verteilen. Dieselbe Vorgehensweise besteht bei einem Nährstoff- bzw. Futterüberangebot. Bei der Verteilung der Futtermittel auf die Wiederkäuer ist zu beachten, dass der praxisübliche Prozentsatz für Kraftfutter vorgegeben ist, damit das Grundfuttermittel, welches bei Wiederkäuern den größten Anteil an der Futteraufnahme ausmacht, das Kraftfutter nicht zu stark verdrängt. Die Aufteilung des Kraftfutters erfolgt nach einem optimalen Protein-Energieverhältnis. Wenn das Futterangebot 10 % des Bedarfs über- bzw. unterschreitet, schließt sich eine Justierung des Futteraufkommens an. In diesem Fall beginnt die Kontrolle bei den Grundfuttermengen und danach bei den Handelsfuttermengen (STEINWIDDER 2003: 14-15 und 24 ff.).

Nach der Aufteilung der Futtermittel folgt die Zuteilung der Futtermittel auf die Bundesländer. Die Grundfuttermittel verteilen sich zur einen Hälfte nach den Aufkommenswerten und zur anderen Hälfte nach den Tierbeständen auf die Bundesländer. Die Kraftfuttermengen werden nach dem Schweine- und Geflügelaufkommen sowie dem Restbedarf (= Gesamtbedarf - Grundfutteranteil) der Raufutterfresser verteilt (STEINWIDDER 2003: 29).

Abbildung 15: Datenflussdiagramm für die Berechnung des Futterbedarfes der einzelnen Tierkategorien in Österreich

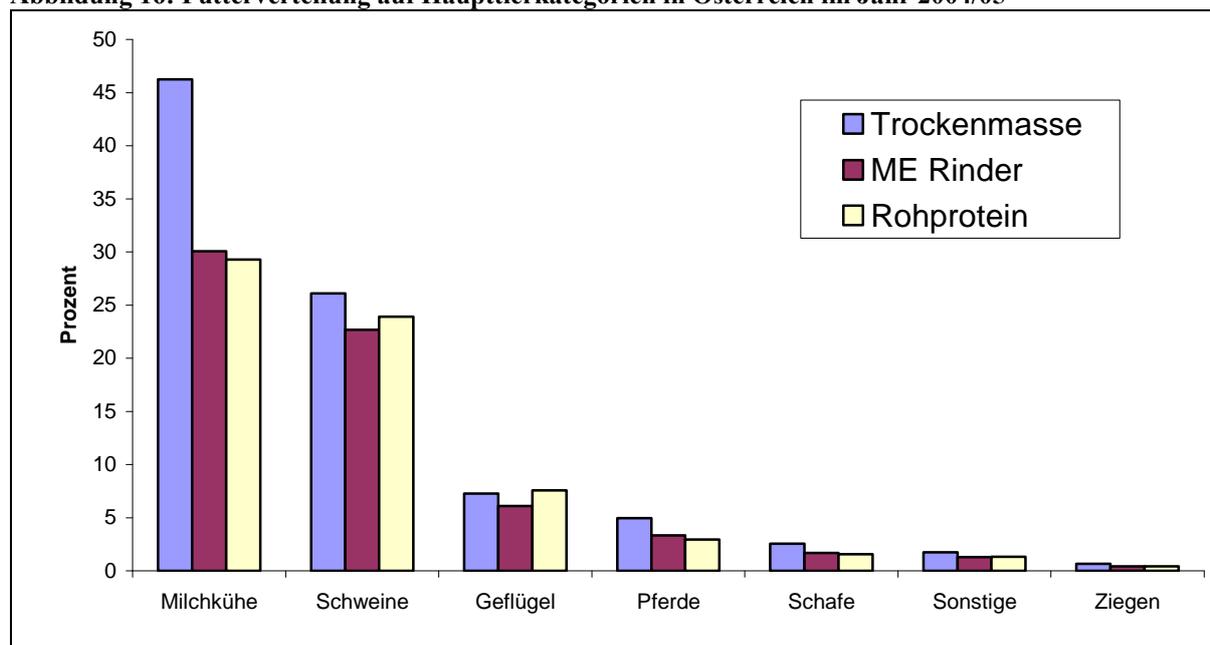


Quelle: STEINWIDDER 2003: 20

In Abbildung 16 ist der Futterbedarf für einzelne Tierkategorien für das Jahr 2004/05 veranschaulicht. Die Berechnungsmethodik würde - wie Abbildung 14 veranschaulicht - wesentlich differenziertere Angaben über den Futtermittelverbrauch der einzelnen Tierkategorien erlauben, doch wird aus Vereinfachungsgründen auf eine genauere Darstellung verzichtet. Der Futtermittelverbrauch der einzelnen Tierarten ist in Trockenmasse, Rohprotein und Futterenergie angegeben. Um den Anteil des Futterenergieverbrauchs aller Tierarten miteinander vergleichen zu können, weist Abbildung 16 die Umsetzbare Energie Rind als einheitliches Energiebewertungssystem aus. Die Ermittlung des Futtermittelverbrauchs wurde jedoch, wie oben dargestellt, mit dem entsprechenden Futterenergiesystem für jede Tierart berechnet. Bei Milchkühen ist zu erkennen, dass – wie auch bei anderen raufutterfressenden Tierarten - der prozentuale Trockenmassebedarf am gesamten Futteraufkommen stark vom prozentualen Energie- und Proteinbedarf abweicht, während bei Geflügel und Schweinen die Abweichungen gering sind. Auch die Anwendung eines anderen Energiebewertungssystems führt zu ähnlichen Unterschieden zwischen den Tierarten. Hieraus lässt sich ableiten, dass der Energiegehalt der Futtermittel ein wichtiges Unterscheidungsmerkmal ist und die alleinige Angabe der Trockenmasse für die Futtermittel nicht ausreicht, um Futtermittel vergleichbar zu machen. Weiterhin

verdeutlicht Abbildung 16, dass der prozentuale Gesamtverbrauch an Energie und Protein bei allen Tierarten sehr dicht beieinander liegt. Die ausschließliche Berücksichtigung des Energiebedarfes der Tiere und der Energiegehalte der pflanzlichen Produkte in der deutschen GE führt demnach zu keinem wesentlichen Genauigkeitsverlust, wenn es um prozentuale Futterverbrauchsabschätzungen geht. Allerdings muss berücksichtigt werden, dass die Verteilung der Futtermittel auf die einzelnen Tierarten durch die Berücksichtigung des Proteinbedarfes wesentlich vereinfacht wird.

**Abbildung 16: Futterverteilung auf Haupttierkategorien in Österreich im Jahr 2004/05**



Quelle: Eigene Darstellung nach BADER 2008

Der in der österreichischen Statistik verwendete VE-Schlüssel bezieht sich auf das Lebendgewicht der Tiere. Laut Definition entspricht eine VE einem Lebendgewicht von 500 kg. Die VE dient in Agrarumweltprogrammen dazu, um Mindest- und Höchstbeständen pro Fläche festzulegen. In Österreich unterscheidet man weitere Umrechnungsschlüssel, die im Steuerrecht, im Bewertungsrecht und in Agrarumweltprogrammen Anwendung finden (BMLFUW 2007: 285).

## 4.6 Frankreich

Der französische Service Central des Enquêtes et Études Statistiques (SCEES) erstellte von 1970 bis 1985 auf Anfrage durch Eurostat Futterbilanzen jeweils für den Zeitraum vom 1. Juli bis zum 30. Juni. Die Futterbilanzen erfassten ca. 100 Produkte, welche in Gewicht und Futtereinheiten (Definition der Futtereinheit siehe Kapitel 4.1) angegeben wurden. In den Futterbilanzen betrachtete der SCEES Mischfuttermittel und landwirtschaftliche Primärprodukte (ohne Mischfuttermittel) getrennt voneinander und verteilte diese unter Zuhilfenahme einer

Matrix auf die einzelnen Tierarten. Hierbei wurde wie in Deutschland iterativ verfahren. Der theoretische Bedarf der einzelnen Tierarten entspricht den Angaben von DELAGE (1975). Zu Beginn wurden zunächst die Mischfuttermittel verteilt und im Anschluss daran die konzentrierten Futtermittel nach den theoretischen Bedarfsangaben für Monogastrier. Der Rest des Futtermittelaufkommens wurde den Wiederkäuern zugewiesen (CASAGRANDE 2000: 2).

Unter Anwendung einer neuen Methodik bemühte sich der SCEES Ende der 1980er Jahre erneut um die Aufstellung von Futterbilanzen. Die Untersuchungen brachten zum Vorschein, dass die Anwendung einer aktuellen, genauen und hinreichend begründeten Methodik mit zahlreichen Schwierigkeiten verbunden ist. Die Realisierung einer jährlich neu zu erstellenden Matrix für die Futteraufteilung, die die aktuellen Entwicklungen in der Tierernährung berücksichtigt, ist – so die damaligen Erkenntnisse – mit dem Problem widersprüchlicher Angaben in wissenschaftlichen Quellen verbunden. So gingen z.B. die Angaben über den Eigenverbrauch an Getreide auf Erzeugerebene stark auseinander. Zudem fehlten Informationen über die Verteilungsschlüssel für Futtermittel auf die einzelnen Tierarten. Insgesamt kam der SCEES zu dem Schluss, dass die Zuverlässigkeit der Arbeiten aus den 1970er Jahren als sehr gering einzustufen sei und mit vertretbarem Aufwand nicht wesentlich verbessert werden könne (CASAGRANDE 2000: 2).

Mit Unterstützung des Centre d'Étude et de Recherche sur l'Économie et l'Organisation des Productions Animales (CÉRÉOPA) wurde ein Programm zur Simulierung des Handels mit Mischfuttermitteln auf makroökonomischer Ebene entwickelt. Das Programm „Zukunftsforschung Futtermittel“ optimiert die Futterzusammensetzung nach Preisen. Die Berechnungen werden vierteljährlich auf regionaler Ebene und jährlich auf nationaler Ebene durchgeführt. Das Modell besteht aus mehreren Untermodellen, welche auf den Daten aus Frankreich, Großbritannien, Deutschland, den Niederlanden, Italien und Spanien basieren. Die Untermodelle repräsentieren jeweils eine Futtermittelfirma, die in der Mitte des betrachteten Landes liegt und ein Produktionsvolumen vergleichbar mit dem Produktionsumfang aller inländischen Futtermittelfirmen hat. Die Informationen, welche für die Aktualisierung des Programms nötig sind, stammen aus nationalen Statistiken und Expertengesprächen. Es werden in dem Programm berücksichtigt (CÉRÉOPA 2008b):

- die Marktpreise der landwirtschaftlichen Ursprungsprodukte,
- die Transportkosten der Rohstoffe,
- das Produktionsvolumen verschiedener Mischfuttermittel in neun verschiedenen Regionen Frankreichs,

- der Anteil einzelner Futtermittel in den jeweiligen Produktionsrichtungen (z.B. Starterfutter, Endmastfutter etc. in der Schweinemast),
- der Nährstoffbedarf der einzelnen Tierarten.

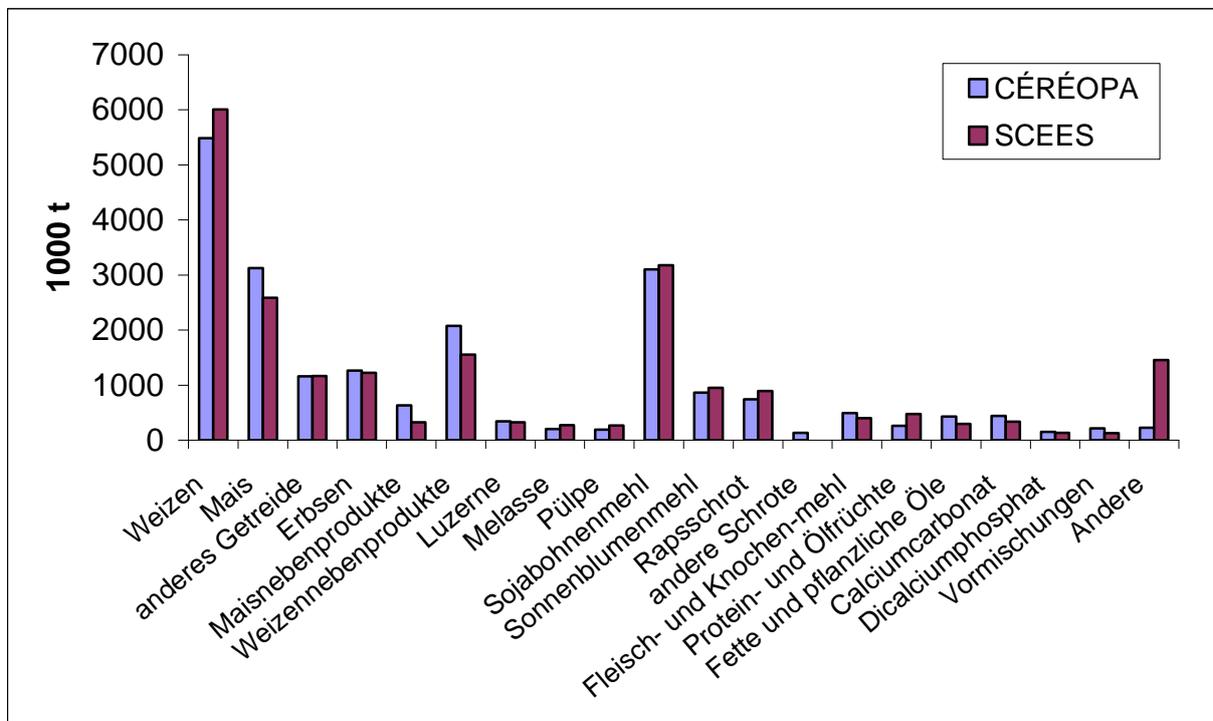
Mit den oben aufgeführten Daten errechnet das Modell Futterrationen mit den geringsten Rohstoffkosten für die einzelnen Produktionsrichtungen. Die Berechnungen in dem Modell „Zukunftsforschung Futtermittel“ gleichen den Berechnungen, die von den Futtermittelfirmen mit den gängigen Optimierungsmodellen durchgeführt werden. Die Anteile der einzelnen Rohstoffe werden in Prozent berechnet. Eine nach aktuellen Preisen optimierte Futterration für wachsendes Geflügel besteht z.B. aus 50 % Weizen, 30 % Sojaschrot etc. Die Menge an Futtermitteln für das jeweilige Produktionsverfahren, in dem gewählten Beispiel für wachsendes Geflügel, wird dann mit den berechneten prozentualen Anteilen der einzelnen Rohstoffkomponenten multipliziert. Aus diesen Berechnungen gehen die Rohstoffmengen, welche für die jeweiligen Tierarten eingesetzt werden, hervor (CÉRÉOPA 2008b).

Aus den Ergebnissen können jedoch die Verhaltensweisen der Mischfutterproduzenten im Einzelfall nicht abgeleitet werden. Das Modell stellt für die Firmen keinen Ersatz für die von ihnen genutzten Optimierungsmodelle dar. Dagegen kann das Modell dabei behilflich sein, Entwicklungen des Futtermittelsektors im Ganzen nachzuvollziehen und verschiedene Hypothesen zu überprüfen. Das Modell ermöglicht die Abschätzung der Mischfutterproduktion kurz- bis mittelfristig. Das CÉRÉOPA veröffentlicht die Abschätzung der Mischfutterproduktion für 1 Jahr im Voraus. Die Ergebnisse sind im Anhang in Tabelle 31 veranschaulicht. Das Modell simuliert die Wirkungen agrarpolitischer Maßnahmen, z.B. veränderte Getreidepreise, auf die Futterzusammensetzung. Es können die unterschiedlichen Einsatzmöglichkeiten der Rohstoffe im Futtermittelsektor wiedergegeben werden. Im Anhang zeigt Tabelle 32 den Einsatz der landwirtschaftlichen Rohstoffe bei den verschiedenen Produktionsrichtungen. Weiterhin kann die Substituierbarkeit zwischen Rohstoffen im Mischfutter berechnet werden. Dies ist auf einer statistischen Ebene schwierig zu realisieren. Den größten Nutzen stellt die Analyse der Wettbewerbsfähigkeit einzelner oder Gruppen von Rohstoffen dar. Diese Analyse soll helfen, die Faktoren zu identifizieren, welche auf die Marktplatzierung eines betrachteten Produktes Einfluss nehmen. Zudem wird die Sensitivität des Absatzes eines betrachteten Produktes bei variierenden Faktorintensitäten abgeschätzt. Das bedeutet, dass die Effekte von Preisgleichgewichten auf das Nutzungspotential von landwirtschaftlichen Rohprodukten untersucht werden, um evtl. verloren gegangene Absatzwege wieder herstellen zu können. Neben den reinen Preiseffekten können darüber hinaus Aussagen über die Auswirkungen von

Qualitätserhöhungen von Rohprodukten oder z.B. über den Zwang zur Minderung der Schadstoffbelastung der Tierhaltung getroffen werden (CASAGRANDE 2000: 2-3; CÉRÉOPA 2008b).

Auch wenn die wahren Verbrauchsmengen nicht immer exakt angegeben werden können, was eine Erhebung oder ein statistisches System ermöglichen könnte, so ermöglicht das Modell jedoch aktuelle repräsentative Schätzungen im Futtermittelsektor. Es erfolgte mehrmals ein Vergleich der Ergebnisse mit den verfügbaren Statistiken im Futtermittelbereich. Das CÉRÉOPA passte das Modell daraufhin an. Abbildung 17 stellt die Ergebnisse des Modells einer statistischen Erhebung des SCEES im Mischfutterbereich gegenüber.

**Abbildung 17: Rohstoffkomponenten in Frankreich im Jahr 2000 nach Schätzungen des CÉRÉOPA und einer Erhebung des SCEES**



Quelle: Eigene Darstellung nach CÉRÉOPA 2008b

Erhebungen, welche alle drei Jahre im Mischfutterbereich durchgeführt werden, ergänzten die Ergebnisse des Programms „Zukunftsforschung Futtermittel“. Diese Erhebungen werden heute nicht mehr durchgeführt. Der SCEES veröffentlichte bis 1996 quartalsweise (CASAGRANDE 2000: 2-3):

- die Preise der wichtigsten agrarischen Rohstoffe,
- die Einfuhr von Substitutionsprodukten für Getreide,
- den Verbrauch an proteinreichen Futtermitteln,
- die Produktion von Mischfutter,

- die Rohstoffkosten der Mischfuttermittel.

Mit Unterstützung des CÉRÉOPA gab es am Anfang der 1990er Jahre erneut Versuche, Futterbilanzen zu erstellen. Das Modell „Zukunftsforschung Futtermittel“ bildete die Grundlage für die Verteilung der Futtermittel auf die einzelnen Tierarten. In diesem Modell wurden jedoch nur Daten über den Einsatz landwirtschaftlicher Primärprodukte in Mischfuttermitteln erfasst. Die Verteilung der übrigen Futtermittel basierte auf der Grundlage theoretischer Futterbedarfsberechnungen. Der Futterverbrauch von Wiederkäuern wurde in „Futtereinheiten Fleisch“ nach den Tierendbeständen des betrachteten Jahres, der Futterverbrauch von Monogastriden nach der jährlichen Produktion von Fleisch und Eiern geschätzt. Weiterhin fanden Futterverteilungsschlüssel für jede Tierart Verwendung. Die Menge an Getreide, welche nicht über den Handel erfasst, aber trotzdem verfüttert wurde, betrug im Berichtszeitraum ca. 2 Mio. Tonnen. Der SCEES erstellte die Bilanzen letztlich nur für die Wirtschaftsjahre 1994/95 und 1995/96 (CASAGRANDE 2000: 3).

In 1999 stellte der SCEES eine Futterbilanz vor, die es erlaubte, die Menge an Futtermitteln und den Bedarf der verschiedenen tierischen Produktionsrichtungen abzuschätzen. In der Futterbilanz kommt eine Matrix zur Anwendung, die die Bedürfnisse der einzelnen Tierarten berücksichtigt. Die Vorgehensweise ist wie folgt (CASAGRANDE 2000: 5-6):

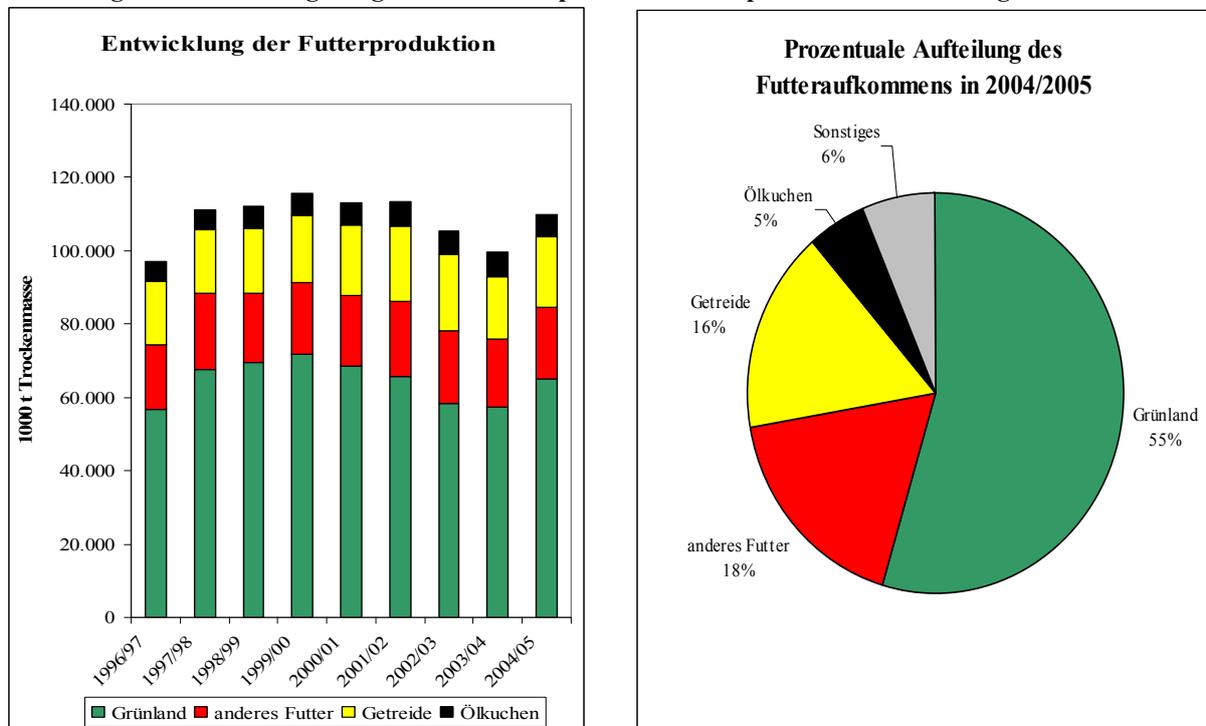
1. Die Menge an Futtermitteln, welche vom Handel aufgenommen wird, ist aus Statistiken der Mischfutterindustrie bekannt. Die Zusammensetzung der Futtermittel wird dem Modell „Zukunftsforschung Futtermittel“ entnommen. In diesem Modell wird auf makroökonomischer Ebene die Futtermittelzusammensetzung nach dem Vorbild der Mischfuttermittelindustrie anhand der Preise für Rohstoffe optimiert.
2. Um die Menge an konzentrierten Futtermitteln zu berechnen, welche direkt auf den landwirtschaftlichen Betrieben verbraucht wird, werden von den Futtermengen aus dem Posten „Futter“ der Versorgungsbilanzen für pflanzliche Produkte, den Nettoeinfuhren an bestimmten Produkten wie Maniok, Süßkartoffeln und Zitruspellets sowie den Mengenangaben der Industrieverbände für Zuckerrübenschnitzel, Abfallprodukte aus der Brauerei sowie Fleisch- und Fischmehl die Futtermengen aus der Mischfutterindustrie abgezogen.
3. Die Raufuttermenge wird aus Statistiken des SCEES entnommen. Der SCEES hat zusammen mit dem Institut National de Recherche Agronomique (INRA) und dem französischen Wetterdienst ein Modell erstellt, welches eine exaktere Abschätzung der Raufutterproduktion ermöglicht. Es finden Klima- und Bodenverhältnisse sowie die verschie-

denen Nutzungsmöglichkeiten des Bodens Berücksichtigung. Das Modell ist unabhängig von den subjektiven Aussagen der Landwirte.

4. Um die Futtermittel, welche direkt auf den landwirtschaftlichen Betrieben verbraucht werden, zu verteilen, führte der SCEES eine Umfrage zum Futtermittelverbrauch einzelner Tierarten durch, deren Ergebnisse aussagekräftiger als die Ergebnisse einer Modellierung erscheinen. Für die Aufrechterhaltung der Aktualität dieser Umfragewerte, fehlt es dem SCEES jedoch an finanziellen Mitteln.
5. Experten aus dem Bereich Tierernährung verteilen das Raufutter. Der Bedarf der Tiere wird von Tierbeständen oder tierischen Produkten abgeleitet.

Der SCEES fertigt diese Futterbilanzen nicht mehr an und veröffentlicht die Verteilung der Futtermittel auf die Tierarten nicht mehr. Der SCEES arbeitet derzeit an der Erstellung neuer Futterbilanzen<sup>4</sup>. In der aktuellen französischen Statistik ist Futter nur in Bruttogewicht und Trockenmasse angegeben. Ein Futter gilt als Kraftfutter, wenn es einen Trockenmasseanteil von mindestens 85 % aufweist und der Rohfaseranteil nicht höher als 15 % ist. Abbildung 18 gibt die Entwicklung der gesamten Futtermenge und die prozentualen Anteile der einzelnen Futtergruppen, gemessen in Trockenmasse, wieder.

**Abbildung 18: Entwicklung der gesamten Futterproduktion und prozentuale Aufteilung der Futtermittel**



Quelle: Eigene Darstellung nach MINISTERE DE L' AGRICULTURE ET DE LA PECHE 2007b

<sup>4</sup>Die Methodik zur Erstellung von Futterbilanzen ist von dem SCEES nicht erhältlich gewesen, weil die Methodik noch einer stärkeren Überarbeitung bedarf.

## 4.7 Spanien

In Spanien veröffentlicht das „Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino“ die Versorgungsbilanzen. Die Daten werden vom nationalen statistischen Institut „Instituto Nacional de Estadística (INE)“ sowie von den einzelnen autonomen Regionen erhoben, die ebenfalls einzelne Versorgungs-, Produktions- und Futterbilanzen erstellen. Die Kennzahlen des verarbeitenden Gewerbes in den Versorgungsbilanzen übergibt das INE dem „Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino“. Das INE veröffentlicht auch die Mischfutterproduktion und die Mischfuttermengen für die einzelnen Tierarten.

Es gibt für Spanien keine aggregierte Versorgungsbilanz, die alle marktgängigen Früchte beinhaltet. Es werden nur getrennte Versorgungsbilanzen für einzelne Früchte veröffentlicht. Die Auflistung der gesamten Pflanzenproduktion Spaniens in einer Bilanz, vergleichbar mit der Bruttobodenproduktion, besteht nicht. Einzelne Autonomas, vergleichbar mit den Bundesländern in Deutschland, erstellen jedoch Bilanzen, in denen die gesamte Pflanzenproduktion aufgeführt ist. Sie geben die Mengenangaben der pflanzlichen Produkte in Trockenmasse an und das Raufutteraufkommen ausschließlich in Frischmasse (CENTRO REGIONAL DE ESTADÍSTICA DE MURCIA 2006; GONZALEZ-CONDE LLOPIS 2008).

Abbildung 19 zeigt den Aufbau einer Bilanz für die Verwendung von Getreide auf Erzeugerebene und die gesamte Menge an Saatgut.

**Abbildung 19: Verwendung von Getreide auf Erzeugerebene**

Getreidesorten	Bestimmung der Produktion auf Erzeugerebene					Gesamtmenge an Saatgut
	Eigenverbrauch			Verkaufte Menge	Total	
	Saatgut	Futter	menschliche Ernährung			

Quelle: Eigene Darstellung nach MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO 2007°

In Abbildung 20 ist das Zuordnungsschema des gesamten Futteraufkommens zu einzelnen Verwendungsrichtungen aufgelistet. Sie sind in die Futtermittelgruppen Getreide, Leguminosen, Rüben, Futterbau und andere Futterfrüchte aufgeteilt. Der Ertrag pro ha wird für bewässerte und unbewässerte Flächen ausgewiesen. Die Angaben erfolgen ausschließlich in Frischmasse.

**Abbildung 20: Verwendung des gesamten Futteraufkommens**

Futterfrüchte	geerntete Produktion						
	Ertrag in kg/ha Frischmasse		Produktion in Frischmasse				
	nicht bewässert	bewässert	Gesamt	Verwendungsart der Produktion			
				Direkter Verbrauch	Verbrauch als Heu	Verbrauch als Silage	getrocknet für Pelletierung

Quelle: Eigene Darstellung nach MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARI-NO 2007b

Die autonomen Regionen erfassen die Futtermengen und die Verwendung des Futters (Abbildung 19 und Abbildung 20). Spanien gliedert sich in 17 autonome Regionen. Die Erhebung der Daten basiert bei einem Großteil der Autonomas auf derselben Systematik. Die Regionen teilen sich in einzelne Provinzen auf. Jede Provinz schätzt den Anbau der verschiedenen Früchte und die Erträge separat. Um die Menge an Futter auf Erzeugerebene zu erfassen, werden repräsentativ landwirtschaftliche Betriebe befragt. Die Befragungsintervalle schwanken stark zwischen den einzelnen Regionen. Murcia beispielsweise erhebt jedes Jahr den Futtermittelverbrauch, wogegen Valencia nur alle 10 Jahre eine Befragung durchführt. In Galizien wird die gesamte pflanzliche Produktion auf den Höfen erfasst, da die gesamte Ernte direkt auf den Betrieben als Futter Verwendung findet. Die Befragung erfolgt mündlich. Nach Angabe der einzelnen Regionen existiert kein Erhebungsbogen oder ähnliches (CONSELLERÍA DO MEDIO RURAL 2004; DELGADO 2008; ESTÉBE 2008; DIRECCIÓN GENERAL DE ECONOMÍA, PLANIFICACIÓN Y ESTADÍSTICA 2008).

Die in der spanischen Statistik verwendete VE entspricht ca. 500 kg Lebendmasse. Der VE-Schlüssel ist in Spanien nur selten in Gebrauch. Die Angaben des Viehbestandes werden häufiger in der Anzahl der Tiere angegeben. Die Umrechnungskoeffizienten sind im Anhang in Tabelle 33 angegeben.

#### 4.8 Italien

In Italien werden monetäre und physische Aggregationsverfahren in der landwirtschaftlichen Gesamtrechnung angewendet. Das physische Aggregationsverfahren beschränkt sich auf die italienische Futtermittelbilanz. Eine darüber hinaus gehende Differenzrechnung zwischen z.B. Nahrungsmittelproduktion und Bruttobodenproduktion, vergleichbar mit der naturalen Gesamtrechnung in Deutschland, wird in Italien nicht durchgeführt. Die Berechnung der Import- und Exportanteile der Futtermittel findet ausschließlich auf Basis der Trockenmasse statt. In Italien kommt in der Futterbilanz zur Vereinheitlichung der Nährstoffgehalte der Futtermittel die „Unitá foraggere“ zur Anwendung. Das System basiert auf dem in Frankreich gebräuchli-

chen Futterenergiewert nach JARRIGE. Diese Futtereinheit entspricht, wie auch die dänische Futtereinheit, einem Nettoenergiewert; als Referenzfrucht dient ebenfalls der Energiegehalt eines kg Gerste. Der Unterschied zu dem dänischen Futterbewertungssystem ist, dass die Futtereinheiten nach dem System von LEROY (1954) berechnet werden. LEROY folgt dem Stärkewert von Kellner. Dagegen wird in der dänischen Futtereinheit für die Energiebewertung verdauliches Protein für die Milchbildung höher bewertet als für die Fettbildung, welche weiterhin nach dem Stärkewert beurteilt wird (LENKEIT 1969; NEHRING 1972). Aus der umsetzbaren Energie lassen sich zwei Nettoenergiegrößen ableiten. JARRIGE (1989) differenziert zwischen den Futtereinheiten für die Verwertungsgrößen Fleisch und Milch. Die Verwertungsgrößen unterscheiden sich durch ihre Teilwirkungsgrade hinsichtlich der Effektivität der Umwandlung der umsetzbaren Energie in Nettoenergie. Für statistische Zwecke findet ausschließlich die Futtereinheit Fleisch für Wiederkäuer Anwendung. Diese teilt sich in den Erhaltungsbedarf und den Leistungsbedarf für das Wachstum auf. Dieser Futterenergiewert unterlag in den letzten Jahren starken Änderungen. In Frankreich werden aus diesem Grund in der Praxis auf aktuellere Fütterungsversuche zurückgegriffen und in der Statistik mangels neuer Bewertungsmethoden die Futtermittel nur in Trockenmasse angegeben. Tabelle 9 gibt den Flächenumfang, die produzierte Menge in t, in „Unitá foraggere“ und die Umrechnungsfaktoren der „Unitá foraggere“ für ausgewählte Hauptfutterfrüchte an (JARRIGE 1989: 17).

**Tabelle 9: Flächenumfang, Produktionsmenge in t und in „Unitá foraggere“ für ausgewählte Hauptfutterfrüchte in Italien im Jahr 2007**

	Gesamte Fläche in ha	Geerntete Fläche in ha	Produzierte Menge in t.	Unitá foraggere (1000)	Umrechnungsschlüssel
<b>Mehrfähriger Feldfutterbau</b>	2.060.910	2.045.037	588.896	9.783.870	
Ackerfutterbau	930.397	923.498	271.203	5.394.028	
Reinbestände von Futtergetreidebau	531.762	529.168	198.927	4.422.047	
<i>Wachsmáis</i>	276.205	276.150	142.230	3.555.747	24,99
<i>Gerste (grün)</i>	43.759	43.246	7.592	125.268	16,50
<i>Gerste</i>	12.605	12.495	3.879	86.885	22,39
<i>Weidelgras</i>	59.270	59.260	17.652	317.732	17,99
<i>Andere</i>	139.923	138.017	27.575	336.415	12,20
Gemenge	398.635	394.330	72.276	971.981	
<i>Gras</i>	73.928	73.583	11.623	162.716	13,99
<i>Leguminosen</i>	57.846	57.302	8.726	113.440	13,00
<i>Anderes Gemenge</i>	266.861	263.445	51.927	695.826	13,40
<b>Wechselwiesen</b>	1.130.513	1.121.539	317.693	4.389.842	
Reinbestände	937.787	931.662	275.780	3.689.888	
<i>Luzerne</i>	770.755	766.316	247.429	3.340.294	13,50
<i>Esparsette</i>	21.303	20.892	3.386	47.409	14,00
<i>Sulla</i>	91.570	90.955	12.933	140.975	10,90
<i>Andere Pflanzenarten</i>	54.159	53.499	12.031	161.209	13,39
Gemenge	192.726	189.877	41.913	699.954	16,70
<b>Dauergrünland</b>	4.282.358	4.141.401	235.673	3.353.277	14,22
Weiden	819.989	798.970	146.155	2.104.632	14,40
Wiesen	3.462.369	3.342.431	89.518	1.248.645	
Anderes Grünland	2.293.659	2.262.274	58.911	942.577	16,00
Magere Weiden	1.168.710	1.080.157	30.607	306.068	9,99

Quelle: Eigene Darstellung nach ISTAT 2007

Das Instituto Nazionale di Economia Agraria (INEA) erstellt die Handelsbilanzen für Italien. Ein Indikator für die Handelsbilanzen ist der Grad der Selbstversorgung. Er stellt eine rein ökonomische Größe dar. Der Selbstversorgungsgrad wird in Italien nicht nur auf die landwirtschaftliche Primärproduktion bezogen, sondern es wird auch die Lebensmittelindustrie berücksichtigt. Das bedeutet, dass die gesamte Produktion aus dem Produktionswert der Land-, Forst- und Fischereiwirtschaft und der Wertschöpfung der Nahrungsmittelindustrie besteht. In

Tabelle 10 ist die Berechnung der einzelnen Indikatoren und des Selbstversorgungsgrades veranschaulicht.

**Tabelle 10: Gesamtwirtschaftliche Indikatoren für den landwirtschaftlichen Sektor in Italien (in Mio. €)**

		2000	2005	2006
<b>Volkswirtschaftliche Gesamtgrößen</b>				
Gesamtleistung (Output) der Landwirtschaft und der Lebensmittelindustrie <sup>I</sup>	(O)	67.899	71.422	72.349
Import	(I)	25.134	29.139	30.660
Export	(E)	16.778	21.120	22.419
Handelsbilanz	(E-I)	-8.356	-8.019	-8.241
Handelsvolumen <sup>II</sup>	(E+I)	41.912	50.259	53.079
Verbrauch <sup>III</sup>	(C = O+I-E)	76.255	79.441	80.590
<b>Indikatoren (%)</b>				
Selbstversorgungsgrad <sup>IV</sup>	(O/C)	89,0	89,9	89,8
Importabhängigkeit <sup>V</sup>	(I/C)	33,0	36,7	38,0
Exportabhängigkeit <sup>VI</sup>	(E/O)	24,7	29,6	31,0
Grad der Handelsabdeckung <sup>VII</sup>	(E/I)	66,8	72,5	73,1
<sup>I</sup> Gesamte Leistung von Land-, Forst- und Fischwirtschaft zu Herstellungspreisen sowie der Wertschöpfung der Nahrungsmittelindustrie. <sup>II</sup> Summe von Export und Import. <sup>III</sup> Leistung der Landwirtschaft plus Importe minus Exporte. <sup>IV</sup> Verhältnis Gesamtleistung durch Verbrauch. <sup>V</sup> Verhältnis Import/Verbrauch. <sup>VI</sup> Verhältnis Export/Gesamtleistung. <sup>VII</sup> Verhältnis Import/Export.				

Quelle: INEA 2007: 6

Der in Tabelle 10 berechnete Gesamtselbstversorgungsgrad lag in dem betrachteten Zeitraum von 2000 bis 2006 mit leichten Schwankungen bei 90 %. Die Höhe des auf diese Weise berechneten Gesamtselbstversorgungsgrades weicht stark von einem Gesamtselbstversorgungsgrad ab, der auf einer stofflichen Basis berechnet wird. Dies gilt insbesondere für Italien, das in großem Umfang auf Importe von Produkten aus der tierischen Wertschöpfungskette wie Futter, Rinder zur Aufzucht, gekühltes Schweine- und Rindfleisch, Milch und Schnittkäse angewiesen ist. Demgegenüber ist Italien ein Nettoexporteur bei Wein, Teigwaren, Olivenöl etc. Die Exporte beschränken sich größtenteils auf Waren, welche mit mediterranen Essgewohnheiten und Lebensstil verbunden werden. Diese Produkte haben im Gegensatz zu den importierten Produkten zwar einen geringen physischen Wert, jedoch einen vergleichsweise sehr hohen finanziellen Wert. Aus diesen Gründen fällt ein Gesamtselbstversorgungsgrad auf stofflicher Basis in Italien wesentlich geringer aus (INEA 2007: 60 ff.).

Zur Darstellung von Viehbeständen wird in Italien die Anzahl der Köpfe der jeweiligen Tierkategorie angegeben. Das Instituto nazionale di statistica (ISTAT) führt die tierische Produk-

tion ausschließlich in Gewichteinheiten an. Tabelle 11 und Tabelle 12 veranschaulichen die in Italien gewählte Darstellungsweise.

**Tabelle 11: Schlachtstatistik für rotes Fleisch im Januar 2007**

Tierkategorie	geschlachtet		Lebendgewicht (gesamt) 1000 kg	Durchschnitts- gewicht (lebend) kg	Schlachtgewicht		Aus- schlachtung %
	Anzahl	Abweichung in % 07/06			1000 kg	Abweichung in % 07/06	
Rinder	349.725	0,8	1.772.418	506,8	998.717	4,1	56,3
Büffel	1.983	274,9	8.212	414,1	4.121	240,3	50,2
Rinder und Büffel	351.708	1,2	1.780.630	506,3	1.002.838	4,4	56,3
Schafe	546.539	0,1	81.318	14,9	45.520	4,0	56,0
Ziegen	6.618	3,7	840	12,7	475	-18,8	56,5
Schafe und Ziegen	553.157	0,1	82.158	14,9	45.995	3,7	56,0
Schweine	1.274.310	2,8	1.783.299	139,9	1.427.920	4,6	80,1
Pferde	9.451	-34,8	42.664	451,4	23.149	-34,9	54,3

Quelle: ISTAT 2008a

**Tabelle 12: Schlachtstatistik für weißes Fleisch im Januar 2007**

Tierkategorie	geschlachtet		Lebendgewicht (gesamt) kg	Durchschnitts- gewicht (lebend) kg	Schlachtgewicht		Aus- schlachtung %
	Anzahl in 1000	Abweichung in % 07/06			kg	Abweichung in % 07/06	
Geflügel	34.795	38,6	86.228.317	2,5	58.649.682	31,7	68,0
Truthähne	1.968	-15,2	27.842.467	14,1	20.591.386	-19,3	74,0
Zebrabrasen	545	-7,0	896.736	1,6	657.674	-19,8	73,3
Enten	127	-11,8	364.940	2,9	285.640	-14,2	78,3
Gänse	1	0,0	7.089	7,1	5.306	6,6	74,8
Kaninchen	2.558	16,6	7.017.132	2,7	3.940.658	16,8	56,2

Quelle: ISTAT 2008b

Ein VE-Schlüssel kommt in der italienischen Statistik nicht zur Anwendung. Ausschließlich bei der Abgrenzung der landwirtschaftlichen von der gewerblichen Tierhaltung kommt ein VE-Schlüssel zum Einsatz. Dieser ist in Tabelle 34 im Anhang dargestellt. Den Futterverbrauch einzelner Tierarten oder die Zuteilung von landwirtschaftlichen Primärprodukten nach ihren Verwendungsrichtungen in der Tierernährung gibt keine Institution in Italien an.

#### 4.9 Niederlande

In den Niederlanden sind pflanzliche Produkte in der Statistik zurzeit nur in Trockenmasse angegeben. In dem statistischen Jahresbericht LAND- EN TUINBOUWCIJFERS 2006 wurden, um den Verbrauch an Kraftfutter des jeweiligen landwirtschaftlichen Ausgangsproduktes darzustellen, die Trockenmasse und ein Futterenergiewert angegeben. Hierbei handelt es sich um

einen Nettoenergiewert für die Milchproduktion (Voedereenheid Voor Melkproductie (VEM)). Die VEM ergibt sich aus der Formel 3 nach GROTEN (2006: 5):

**Formel 3: Berechnung der VEM**

$$VEM = \left( 0,00142 \times \left( 100 \times \frac{\text{Umsetzbare Energie}}{\text{Brutto Energie}} \right) + 0,27376 \right) \times \text{umsetzbare Energie}.$$

Der Verbrauch landwirtschaftlicher Rohstoffe für Kraftfutter ist samt Futterenergiewert in Tabelle 13 dargestellt. In den darauf folgenden Jahresberichten wird ganz auf die Angabe eines Energiemaßstabes für Futtermittel verzichtet. Um in den Versorgungsbilanzen die Größe Futter zu erhalten, werden wie in Deutschland von der gesamten verfügbaren Menge des betrachteten Produkts die einzelnen Verwendungsrichtungen wie direkter Konsum, Industrieverbrauch etc. subtrahiert (WIJSMAN 2008).

**Tabelle 13: Verbrauch an landwirtschaftlichen Rohstoffen im niederländischen Kraftfutter in Produktgewicht und Futterenergie**

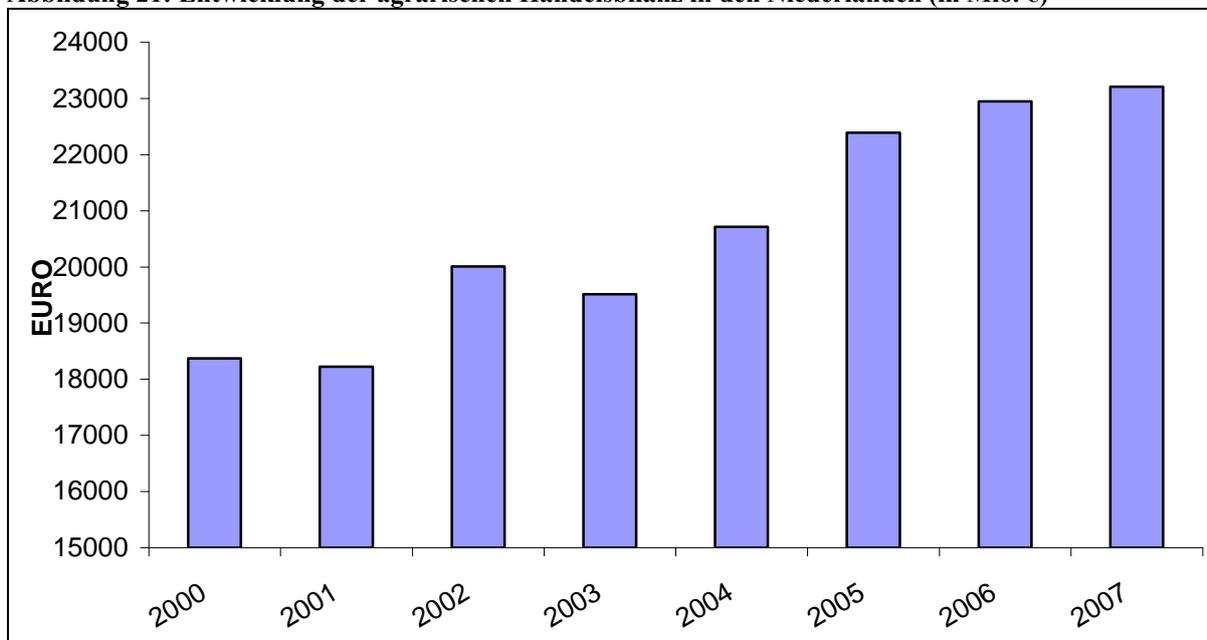
	2001/02			2002/03			2003/04		
	Produkt x 1000 t	%	VEM x mrd Einheiten	Produkt x1000 t	%	VEM x mrd Einheiten	Produkt x 1000 t	%	VEM x mrd Einheiten
Getreide	4 650	25	4 805	4189	28	4 331	3 940	29	4 134
Hülsenfrüchte	155	2	159	143	1	147	238	2	248
Möhlenprodukte	1 057	7	860	1080	7	888	923	7	776
Nebenprodukte bei Stärkeproduk- tion	1 118	8	1 028	649	4	609	769	6	732
Nebenprodukte bei Zuckerproduk- tion	553	5	422	509	3	390	460	3	358
Nebenprodukte bei Alkoholproduk- tion	244	2	204	218	1	182	163	1	136
Zitrustrester	342	3	331	502	3	390	460	3	358
Tapioka	664	8	616	195	1	181	749	5	694
Ölsaaten	213	1	290	205	1	292	141	1	192
Pflanzliche Fette und Öle	123	1	432	114	1	400	137	1	481
Nebenprodukte Ölproduktion	5 049	27	4 833	5 505	37	5 104	4 558	33	4 258
Tierisches Eiweiß	64	1	68	82	1	86	55	0	59
Gras und Luzer- nemehl	161	1	119	257	2	190	168	1	124
Tierische Fette und Öle	196	2	640	176	1	574	94	1	307
Milchprodukte	467	3	470	472	3	476	418	3	423
Sonstige	487	3	112	482	3	36	378	3	0
Insgesamt	15543		15388	14 778		14 371	13 730		13 442

Quelle: LEI 2006: 48

Weitere physische Aggregationsmaßstäbe für pflanzliche Produkte sind in den Niederlanden nicht vorhanden. Ein System vergleichbar mit der naturalen Gesamtrechnung existiert nicht.

Versorgungsbilanzen werden nur für einzelne Produkte erstellt. Es existieren keine Globalbilanzen, um z.B. einen Gesamtselbstversorgungsgrad zu berechnen. Der physische Selbstversorgungsgrad umfasst nur Produktgruppen wie z.B. Getreide und Zucker. Um den gesamten Außenhandel mit agrarischen Produkten darzustellen, wird ausschließlich der monetäre Wert der Produkte angegeben. Die Produkte sind ausschließlich mit *Free On Board*-Preisen bewertet. Die landwirtschaftliche Handelsbilanz beinhaltet die Differenz zwischen dem gesamten Export und dem Import an landwirtschaftlichen Produkten. Die Differenz zwischen Ex- und Import ist in den letzten Jahren kontinuierlich angestiegen. Abbildung 21 zeigt die Entwicklung der letzten Jahre. Hieraus ist zu erkennen, dass der Wert der gesamten landwirtschaftlichen Produktion in den Niederlanden bei weitem den Wert des inländischen Nahrungsverbrauchs übersteigt.

**Abbildung 21: Entwicklung der agrarischen Handelsbilanz in den Niederlanden (in Mio. €)**



Quelle: LEI verschiedene Jahrgänge

Jährlich ermittelt eine Expertengruppe des Landbouw-Economisch Instituut (LEI) den Futterverbrauch einzelner Tierarten, um deren Ausscheidungsmengen zu berechnen. Um den Futterverbrauch von Schweinen und Geflügel zu ermitteln, findet eine Befragung bei ausgewählten landwirtschaftlichen Betrieben über den Kraftfuttereinsatz statt. Tiere mit kleinen Bestandsgrößen wie Schafe, Ziegen, Pferde etc. bekommen feste Mengen an Kraftfutter zugeteilt. Um den Gesamtverbrauch dieser Produktionssysteme zu berechnen, werden die ermittelten Verbrauchswerte z.B. der Geflügelproduktion mit der Anzahl der gehaltenen Tiere multipliziert. Die Futtermittel verteilen sich auf die übrigen Wiederkäuer nach einem VE-Schlüssel (Grasdiereneinheiten (GDE)), der auf dem VEM-Bedarf der Tiere basiert. Der Schlüssel ist im Anhang in Tabelle 35 dargestellt. Die Berechnungen berücksichtigen, dass während der Wei-

dehaltungsperiode manche Tierarten den Futterbedarf größtenteils über Gras decken. Mit dem beschriebenen Verfahren kann jedoch die genaue Zusammensetzung der Futtermittelrationen bei den einzelnen Produktionsverfahren nicht ermittelt werden. Das LEI veröffentlicht die Futterverteilung auf die einzelnen Produktionsverfahren bzw. die jeweilige Futterzusammensetzung nicht (BRUGGEN 2008; JONGBLOED 2008; VERHOOG 2008).

Die Erfassung des Tierbestandes geschieht in den Niederlanden in der jeweiligen Anzahl der Tiere. Rinder werden nach Altersklassen und Schweine nach Gewichtsklassen unterteilt. Die Aufteilung ähnelt der des Großvieheinheiten (GVE)-Schlüssels in Deutschland. In der Statistik wird ein VE-Schlüssel ausschließlich verwendet, um die Viehdichte je ha anzugeben. Dieser VE-Schlüssel berücksichtigt den Phosphatausstoß der Tiere. Die Koeffizienten sind in Tabelle 36 veranschaulicht. Eine Milchkuh mit einer jährlichen Phosphatausscheidung von 41 kg entspricht einer VE. Dieser VE-Schlüssel stammt aus dem Mineral Accounting System (MINAS) des Jahres 1998. Das MINAS regelt Abgaben für landwirtschaftliche Betriebe, die eine bestimmte Anzahl an VE pro ha überschreiten. Diese Grenze verringerte sich von dem Ausgangsniveau 2,5 VE/ha im Jahr 1998 auf 2 VE/ha ab dem Jahr 2002. Weiterhin kommt der VE-Schlüssel bei der Festlegung von maximalen Viehbeständen bei der Zahlung von Extensivierungsprämien zum Einsatz. Das Minas weist den VE-Schlüssel seit 2006 für Bestandshöchstzahlen nicht mehr aus. Die VE-Grenze wurde von einer Nährstoffüberschussgrenze abgelöst. Landwirte müssen nach den neuen Vorgaben Nährstoffbilanzen erstellen (Backus 1998: 338; LEI 2008: 93 ff.; UCD 2008).

#### **4.10 Schweiz**

In der Schweiz geht die landwirtschaftliche Gesamtrechnung aus der Zusammenarbeit des Bundesamtes für Statistik und des SCHWEIZERISCHEN BAUERNVERBANDES hervor. Die Arbeitsbereiche Erfassung der landwirtschaftlichen Produktion, Erstellung von Futterbilanzen und Darstellung der Nahrungsmittelversorgung fallen in den Zuständigkeitsbereich des SCHWEIZERISCHEN BAUERNVERBANDES. Die Berechnungen zur Nahrungsmittelversorgung gehen bis in die Vorkriegsjahre des Zweiten Weltkrieges zurück. Die Diskussion über ein statistisches System, welches im Stande ist, einen Gesamtüberblick über die Nahrungsmittelversorgung zu geben, ist fast so alt wie die Berechnungen zur Selbstversorgung selbst. Der fast vollständige Importstopp an Nahrungsmitteln während des Zweiten Weltkrieges stellte die Schweizerische Landwirtschaft vor die große Herausforderung, die Lebensmittelversorgung der Bevölkerung sicherzustellen. WAHLEN (1940) erreichte mit der Durchsetzung seines „Plan Wahlen“ in den Kriegsjahren zweifelsohne eine beträchtliche Erhöhung der Schweizer

Selbstversorgung an Nahrungsmitteln, jedoch gehen die Angaben zur Erhöhung des Versorgungsgrades auseinander. Für die Vorkriegszeit wurde in der Literatur mit großer Übereinstimmung ein Selbstversorgungsgrad mit Nahrungsmitteln von ca. 52 % errechnet. Dieser Selbstversorgungsgrad beruht auf dem rein quantitativen Vergleich zwischen Eigenproduktion, Importen und Gesamtverbrauch an Nährstoffen, wobei der Anteil der Futtermittelimporte, auf der die Tierproduktion zum großen Teil basierte, bzw. die Saatgutimporte der Getreideerzeugung nicht berücksichtigt wurden. BRUGGER (1968) und JENNY (1944) geben nach dieser Berechnungsweise eine Erhöhung des SV auf ca. 70 % für die Jahre 1943-45 an. ROSEN (1945) qualifiziert dagegen die Angaben von BRUGGER (1968) und JENNY (1955) als „teilweise rechnerische Größen“. Die reine Gegenüberstellung von aktuellem Verbrauch (Inlandproduktion bereinigt um Im- und Exporte) und Inlandproduktion würde z.B. bei einem völligem Ausbleiben der Importe einen SV von 100 % ergeben, obwohl die Bevölkerung nicht in ausreichendem Maße mit Nahrungsmitteln versorgt ist. ROSEN (1945) schlägt dagegen vor, die Entwicklung der Gesamtversorgung auf eine als normal anzusehende Versorgung zu beziehen. Als Referenzperiode schlägt er die Jahre 1934-36 vor. Der tägliche Pro Kopf-Verbrauch, der von 3203 kcal. in den Jahren 1934-36 auf durchschnittlich 2100 kcal. während der Kriegszeit gesunken war, unterstützt die These von ROSEN. Er berechnet eine Erhöhung der Selbstversorgung von 52 auf 59 %. Die Wahl der richtigen Umrechnungseinheit für landwirtschaftliche Produkte wie in Deutschland war nicht Bestandteil der Diskussion über die Versorgungslage der Schweiz (BRUGGER 1968; EGLI 1980: 1; JENNY 1955; MAURER 1985: 101; ROSEN 1945; SCHMIDT 2008; WAHLEN 1940).

Die heutigen Berechnungen über die Nahrungsmittelversorgung sind eng an die Berechnungen der FAO angelehnt (siehe Kapitel 4.2. FAO). Der SCHWEIZERISCHE BAUERNVERBAND stellt die Nahrungsmittelversorgung der Schweiz für Nahrungsmittelgruppen wie Getreide, Gemüse, Obst, Fleisch etc. dar. Bei dieser Betrachtung werden nur die Mengen berücksichtigt, welche für die menschliche Ernährung zur Verfügung stehen. Es werden die inländische Produktion, die Ausfuhren, die Einfuhren, der Verbrauch (unter Berücksichtigung der Vorräteveränderung) und der Selbstversorgungsgrad für die jeweilige Nahrungsmittelgruppe aufgeführt. Eine Differenzierung der tierischen Produktion, die einerseits auf inländischer Futterproduktion und andererseits auf Futterimporten basiert, existiert nicht. Die Produkte werden in Produktgewicht (Wein, Obstwein, Bier und Branntwein in 1000 Liter), Terajoule verdauliche Energie, Eiweiß, Fett und Kohlenhydraten angegeben. Die Umrechnungskoeffizienten sind den Lebensmittel-Nährwert-Tabellen von FACHMANN (2008) entnommen. Fachmann gibt

ausschließlich das Rohprotein an. Er berechnet es aus dem  $N_{\text{Ges}}$ -Gehalt durch Multiplikation mit folgenden Faktoren:

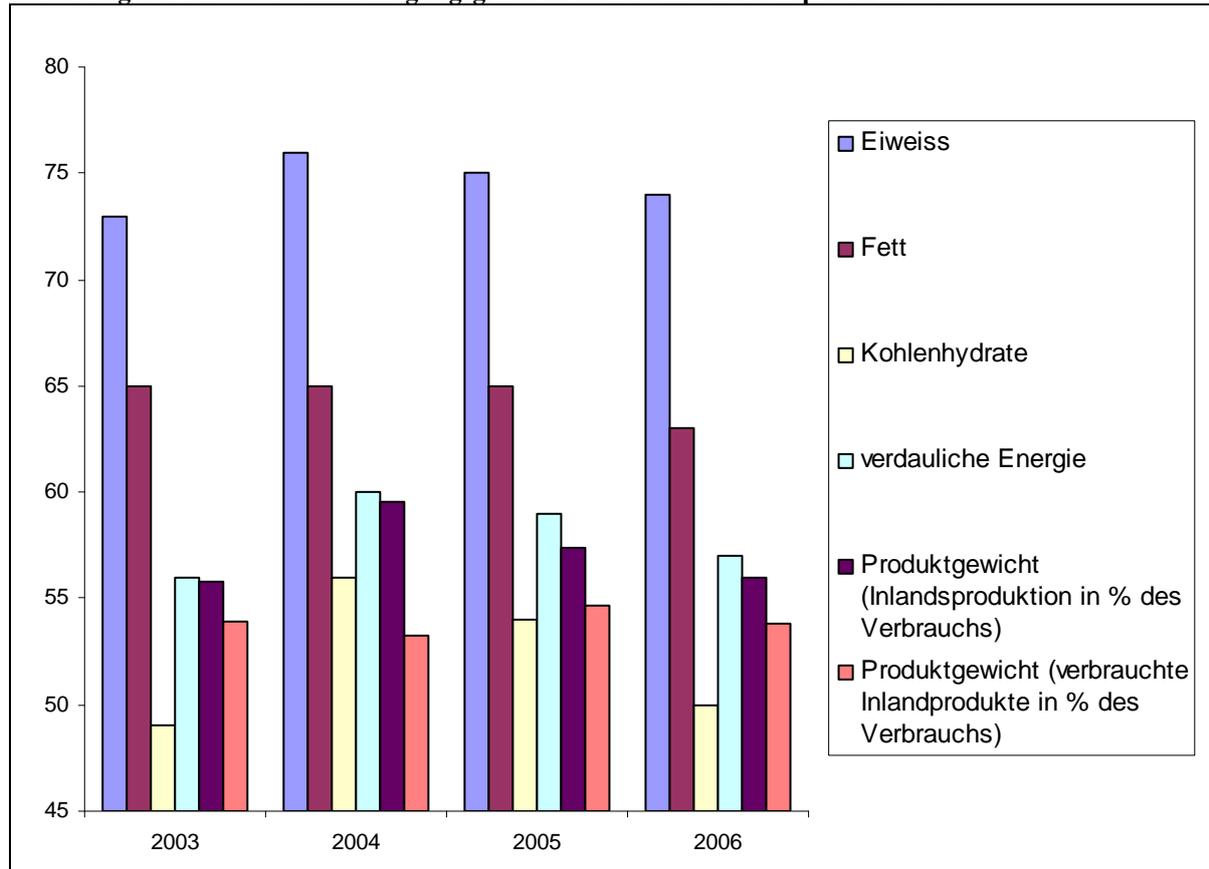
- Milch und Milchprodukte 6,38,
- Getreide und Getreideprodukte 5,80,
- Soja und Sojaerzeugnisse 5,71,
- Ölsamen, Schalenobst 5,30,
- Pilze 4,17
- alle anderen Lebensmittel 6,25“ (FACHMANN 2008: XV).

„Der Energiegehalt wird aus den Mengen der energieliefernden Hauptbestandteile Protein, Fett, verwertbare organische Säuren und aus der Menge an Ethanol durch Multiplikation mit den entsprechenden Brennfaktoren und anschließende Aufsummierung berechnet. Die Brennfaktoren wurden der Richtlinie des EG-Rates über die Nährwertkennzeichnung von Lebensmitteln entnommen:

- Protein: 17 kJ/g bzw. 4 kcal/g
- Fett: 37 kJ/g bzw. 9 kcal/g
- verwertbare Kohlenhydrate: 17 kJ/g bzw. 4 kcal/g
- verwertbare organische Säuren: 13 kJ/ g bzw. 3 kcal/g
- Ethanol: 29 kJ/g bzw. 7 kcal/g“ (FACHMANN 2008: XIII).

Die Mengen der einzelnen Nahrungsmittelgruppen werden addiert und die gesamte Nahrungsmittelproduktion in dem jeweiligen Hauptnährstoff wiedergegeben. Der Quotient aus gesamtem Verbrauch und Inlandserzeugung des jeweiligen Basisnährstoffs gibt den Gesamt-selbstversorgungsgrad mit Nahrungsmitteln an. Der in Produktgewicht berechnete Gesamt-selbstversorgungsgrad wird unterteilt in Inlandsproduktion in Prozent des Verbrauchs und verbrauchte Inlandsprodukte in Prozent des Verbrauchs. Abbildung 22 veranschaulicht die Entwicklung der Versorgungsgrade mit Hauptnährstoffen in den letzten Jahren (SCHWEIZERISCHER BAUERNVERBAND 2007: 123 ff.; SCHMIDT 2008).

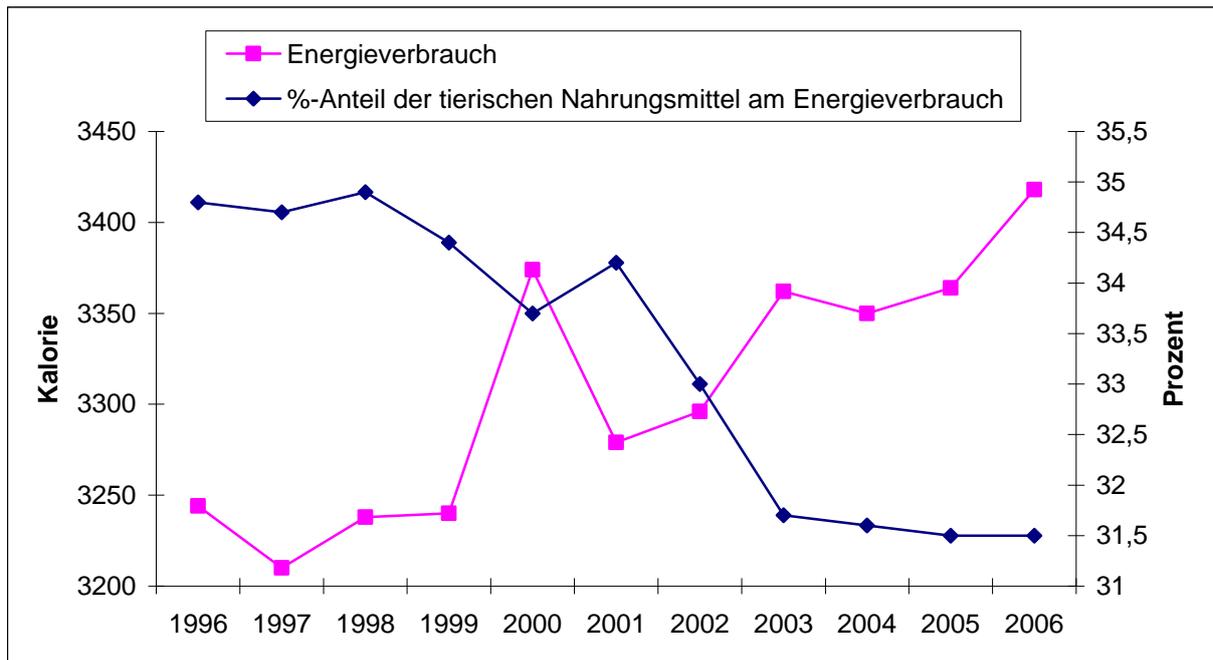
**Abbildung 22: Gesamtselbstversorgungsgrade in der Schweiz an Hauptnährstoffen**



Quelle: Eigene Darstellung nach SCHWEIZERISCHER BAUERNVERBAND 2007: 125 ff.

Weiterhin berechnet der SCHWEIZERISCHE BAUERNVERBAND den Verbrauch an den einzelnen Nahrungsmittelgruppen und an der gesamten Nahrungsmittelproduktion pro Kopf. Dazu wird zum einen der Verbrauch in kg je Kopf und Jahr angegeben und zum anderen der Verbrauch an den zuvor genannten Hauptnährstoffen. Exemplarisch zeigt Abbildung 23 den Verbrauch an verdaulicher Energie pro Kopf und Tag und daran den prozentualen Anteil an tierischen Nahrungsmitteln. Der SCHWEIZERISCHE BAUERNVERBAND veröffentlicht auch den Verbrauch als Index über mehrere Jahre, wobei der Durchschnittsverbrauch der Jahre 1934-1936 als Referenzperiode genommen wird. Es wurden damals 3203 Kalorien pro Kopf und Tag verbraucht. Ferner werden die einzelnen Nahrungsmittelgruppen in Prozent des Gesamtverbrauches angegeben. Wegen der großen Menge an Daten werden diese nicht weiter aufgeführt (SCHWEIZERISCHER BAUERNVERBAND 2007: 135 ff.).

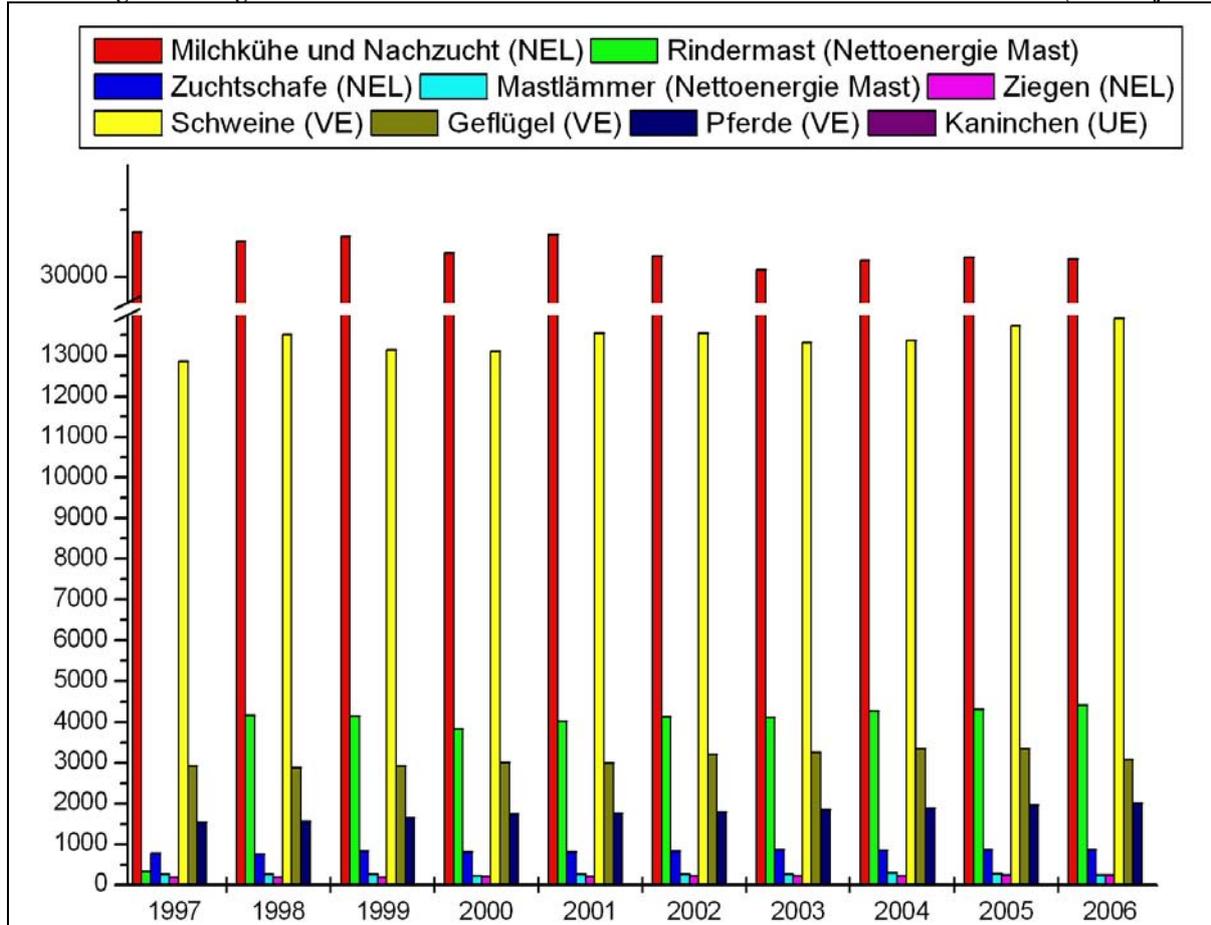
**Abbildung 23: Energieverbrauch pro Kopf und Tag und Anteil der tierischen Nahrungsmittel am Energieverbrauch für einzelne Jahre in der Schweiz**



Quelle: Darstellung nach SCHWEIZERISCHER BAUERNVERBAND 2007: 135

Anfang der 1980er Jahre wurde im Rahmen der schweizerischen Sicherheitspolitik an einer Neuauflage des „Plan Wahlen“ für künftige Kriegs- und Krisenzeiten gearbeitet. BAERISWYL (1986) erstellte vor diesem Hintergrund ein neues Modell für Futterbilanzen. Ziel war es den Futterverbrauch der einheimischen Tierproduktion abzuschätzen. Diese umfangreichen Berechnungen werden heute nicht mehr durchgeführt. Der SCHWEIZERISCHE BAUERNVERBAND veröffentlicht in der aktuellen Schweizer Futterbilanz den Energie- und den Proteinbedarf des Tierbestandes. Der Energiebedarf wird in der tierartspezifischen Energiebewertungsstufe angegeben und der Proteinbedarf ausschließlich in verdaulichem Protein (VP). Abbildung 24 weist den Energiebedarf in Terajoule (TJ) aus. Der Bedarf der Tiere, ausgedrückt in der tierartspezifischen Energiestufe, ist nicht direkt zwischen den einzelnen Tierarten vergleichbar. Dennoch sind in Abbildung 24 aus Vereinfachungsgründen die einzelnen Energiebedarfsmengen miteinander gleichgesetzt. Eine Umrechnung der einzelnen verwendeten Energiestufen in eine einheitliche Größe, wie z.B. bei der deutschen GE in Umsetzbare Energie (ME), ist in der Schweiz nicht vorhanden. Um zukünftig die Daten besser vergleichen zu können, diskutiert der SCHWEIZERISCHE BAUERNVERBAND über einen geeigneten Maßstab. Als zweckmäßig erscheint die Umsetzbare Energie für Wiederkäuer (BAERISWYL 1986; GIULIANI 2008; Maurer 1985: 3; SCHWEIZERISCHER BAUERNVERBAND 2007: 88).

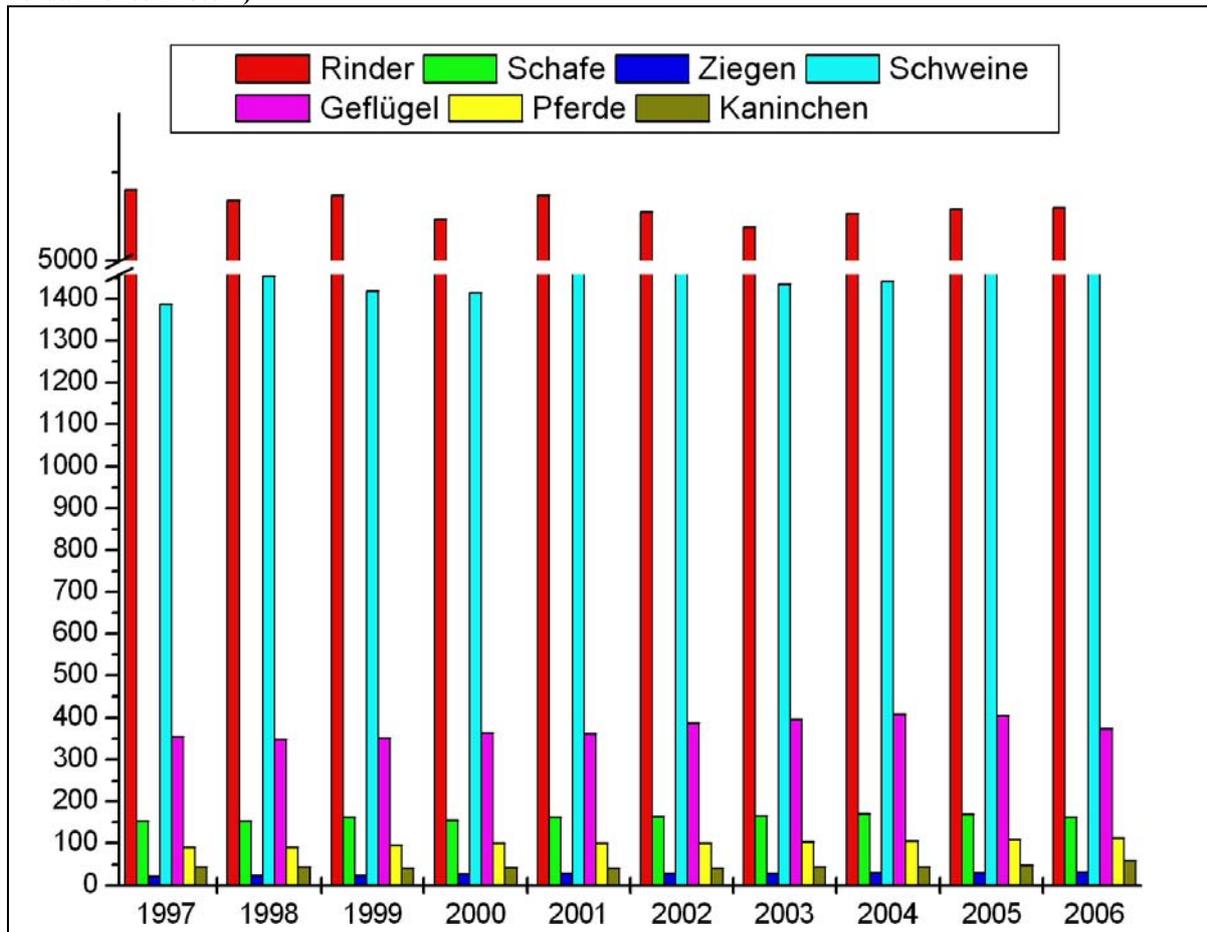
Abbildung 24: Energiebedarf verschiedener Tierbestände in der Schweiz für einzelne Jahre (in Terajoule)



Quelle: Eigene Darstellung nach SCHWEIZERISCHER BAUERNVERBAND 2007: 88

In Abbildung 25 ist der Bedarf einzelner Tierbestände an verdaulichem Protein dargestellt.

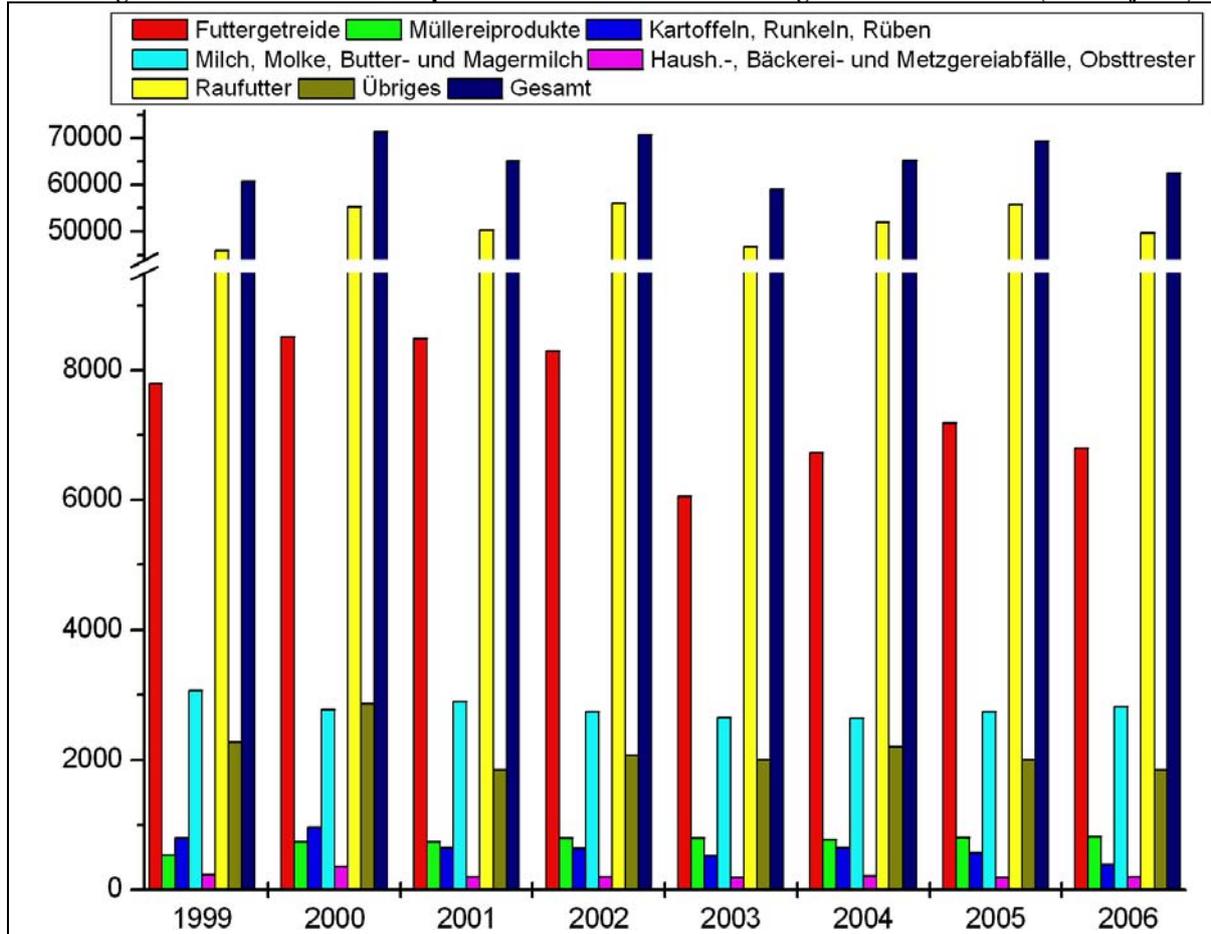
Abbildung 25: Proteinbedarf verschiedener Tierbestände in der Schweiz für einzelne Jahre (in 1000 dt verdauliches Protein)



Quelle: Eigene Darstellung nach SCHWEIZERISCHER BAUERNVERBAND 2007: 88

Parallel zu der Angabe des berechneten Futterbedarfs gibt der SCHWEIZERISCHE BAUERNVERBAND die Produktion von Futter auch in Energie und in Protein an. Die Futtermengen stellen wie in fast allen Ländern eine Restgröße dar. Die Futtermenge des jeweiligen Produkts berechnet sich aus der um den Außenhandel bereinigten inländischen Produktion abzüglich der anderen Verwendungen, wie Nahrung und Saatgut. Als Energiemaßstab fungiert die Umsetzbare Energie für Wiederkäuer. Die inländische Futterproduktion, gemessen in umsetzbarer Energie für Wiederkäuer, zeigt Abbildung 26.

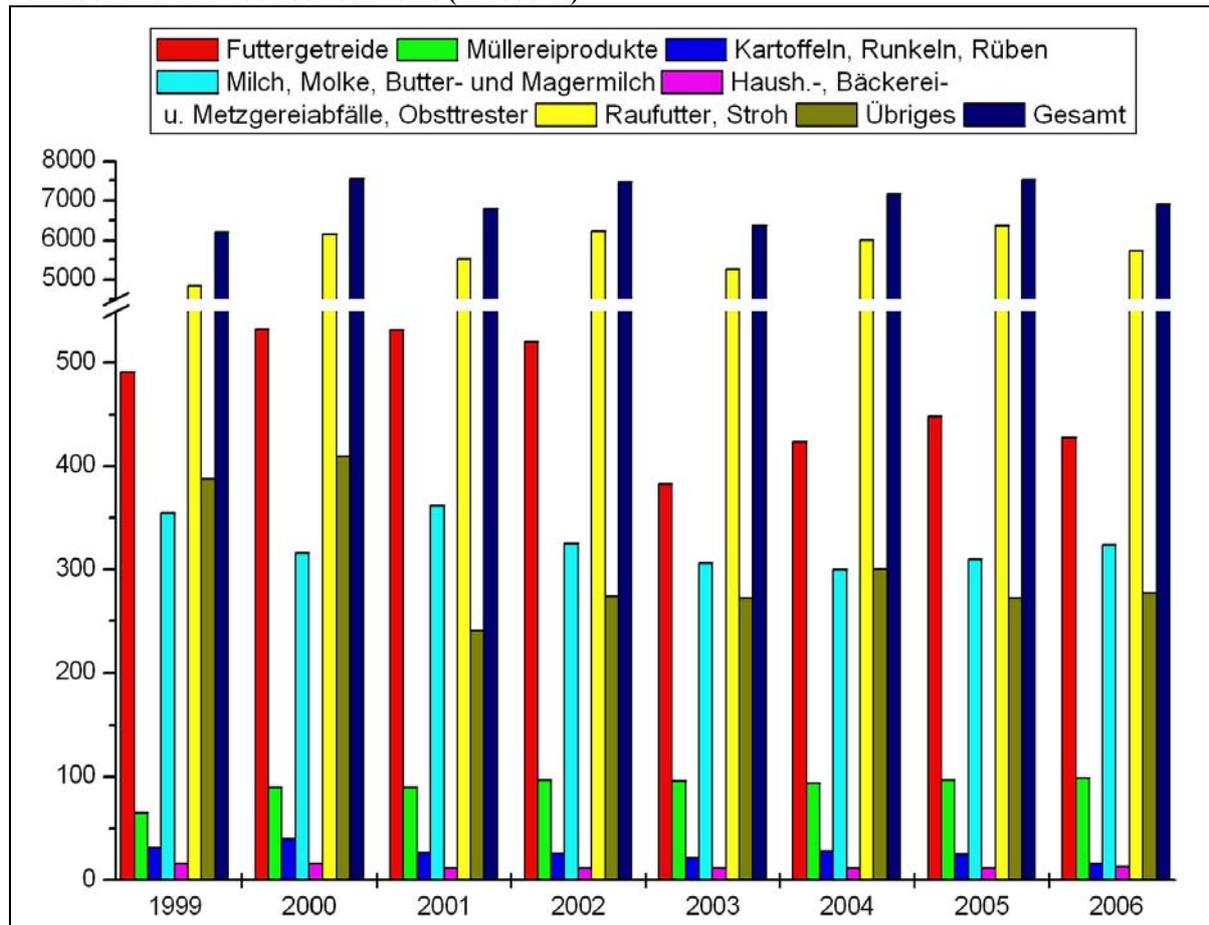
**Abbildung 26: Schweizerische Futterproduktion in Umsetzbare Energie für Wiederkäuer (in Terajoule)**



Quelle: Eigene Darstellung nach SCHWEIZERISCHER BAUERNVERBAND 2007: 89

Abbildung 27 zeigt die Futterproduktion in einem Proteinwert. Es wird angenommen, dass die Futtermittel zu 83 % durch Wiederkäuer und zu 17 % durch Schweine verwertet werden. Daraus ergibt sich ein gemittelter Proteinwert für alle Futtermittel.

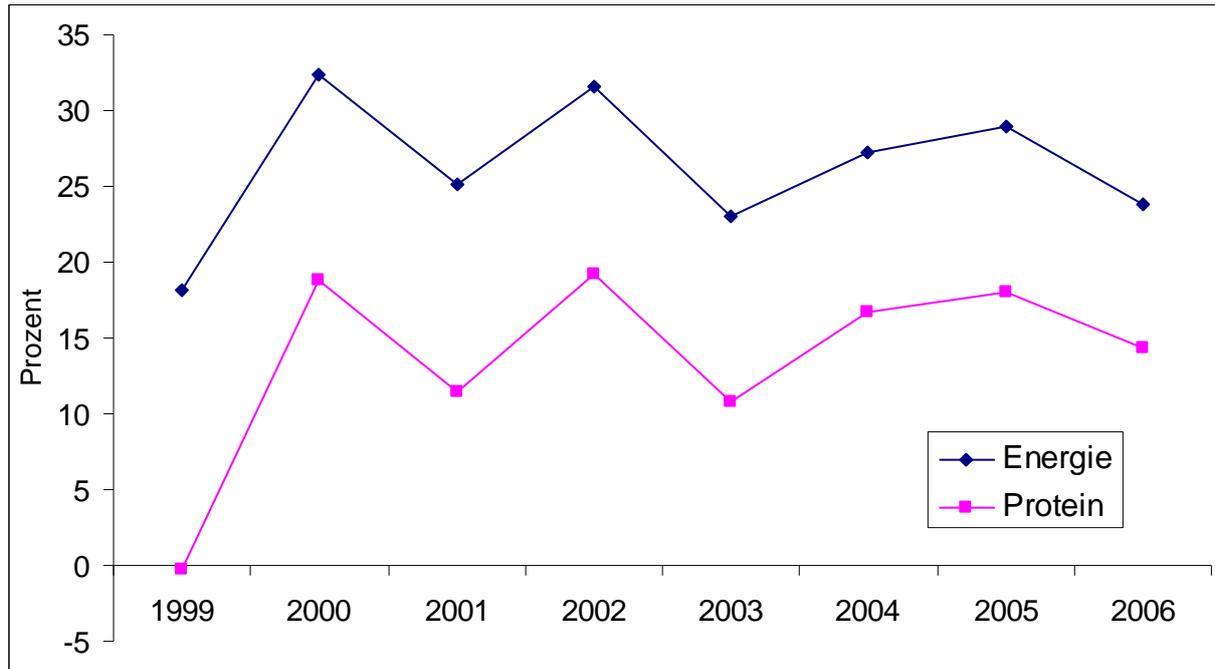
**Abbildung 27: Schweizerische Futterproduktion in verdaulichem Protein gewichtet zu 83 % über Wiederkäuer und zu 17 % über Schweine (in 1000 dt)**



Quelle: Eigene Darstellung nach SCHWEIZERISCHER BAUERNVERBAND 2007: 89

Im Folgenden werden vereinfacht die Ergebnisse der Bedarfsrechnungen für die einzelnen Tierarten addiert, obwohl diese Vorgehensweise mit Ungenauigkeiten verbunden ist. Stellt man den berechneten Futterverbrauch in Energie und Protein dem gesamten Futteraufkommen gegenüber, so entsteht eine beachtliche Differenz zwischen berechnetem Futterverbrauch und realem Futteraufkommen. Obwohl der SCHWEIZERISCHE BAUERNVERBAND in den Futterbedarfsrechnungen für Wiederkäuer bereits 5 % Futterverluste berücksichtigt, besteht in manchen Jahren ein Unterschied zwischen berechnetem Futterverbrauch und realem Futteraufkommen von über 30 %. Die Unterschiede in den einzelnen Jahren sind in Abbildung 28 dargestellt. Der reale Futterverbrauch lässt sich somit nicht direkt aus den Berechnungen des SCHWEIZERISCHEN BAUERNVERBANDS, welche stark an die Fütterungsempfehlungen der EIDGENÖSSISCHEN FORSCHUNGSANSTALT FÜR NUTZTIERE angelehnt sind, ableiten. Dieser Sachverhalt resultiert aus dem in der Praxis existierenden großen Umfang an Futterverlusten. Aus Abbildung 28 wird ersichtlich, dass in dem betrachteten Zeitraum der prozentuale Unterschied zwischen Bedarf und Aufkommen bei Energie um ca. 10 % höher lag als bei Protein. Die Entwicklung der Differenzen verläuft jedoch parallel.

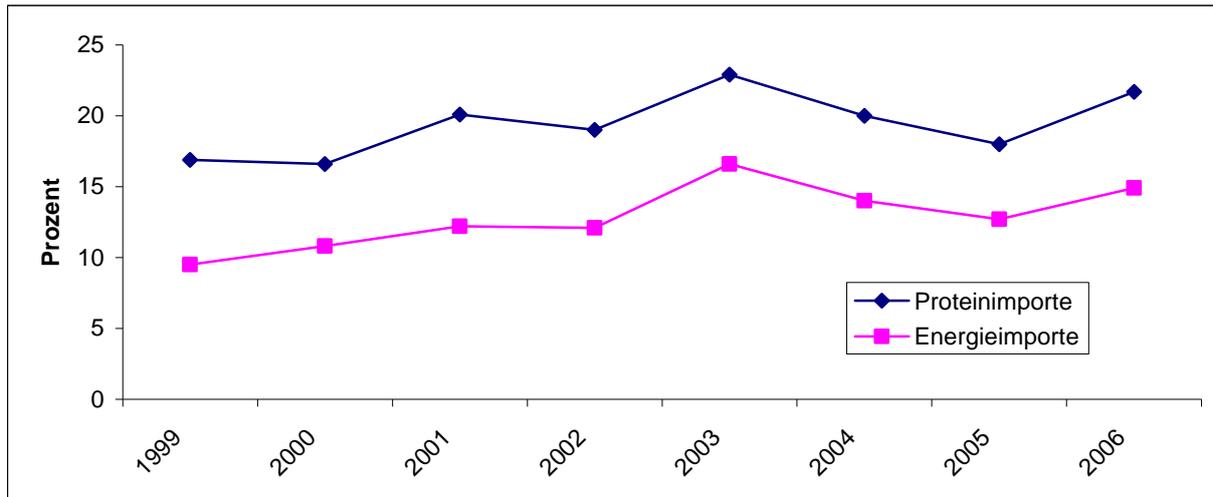
Abbildung 28: Abweichung zwischen berechneten Futterbedarf und realem Futterverbrauch



Quelle: Eigene Berechnungen nach Daten SCHWEIZERISCHER BAUERNVERBAND 2007: 88-89

Ein ähnlicher Verlauf der prozentualen Abweichung zwischen Bedarf und Aufkommen an Energie und Protein wie in Abbildung 28 dargestellt lässt sich beobachten, wenn die Importe von Protein und Energie prozentual zum gesamten Futteraufkommen betrachtet werden. Der Anteil der Importe am Gesamtfutteraufkommen in den letzten Jahren lässt sich in Abbildung 29 nachvollziehen. Es ist zu erkennen, dass die Anteile der Energie und des Proteins zwar auf unterschiedlichem Niveau liegen, jedoch die Schwankungen der Anteile am Gesamtaufkommen sich kaum unterscheiden. Demzufolge kann die GE, welche nur die Umsetzbare Energie wiedergibt, nicht der alleinige Maßstab sein, um den Anteil der Futtermittelimporte darzustellen. Jedoch besteht die Möglichkeit, mit der GE die Veränderungen der Importabhängigkeit auszudrücken.

Abbildung 29: Anteil der Importe an Protein und Energie am Gesamtfuttermittelvermögen



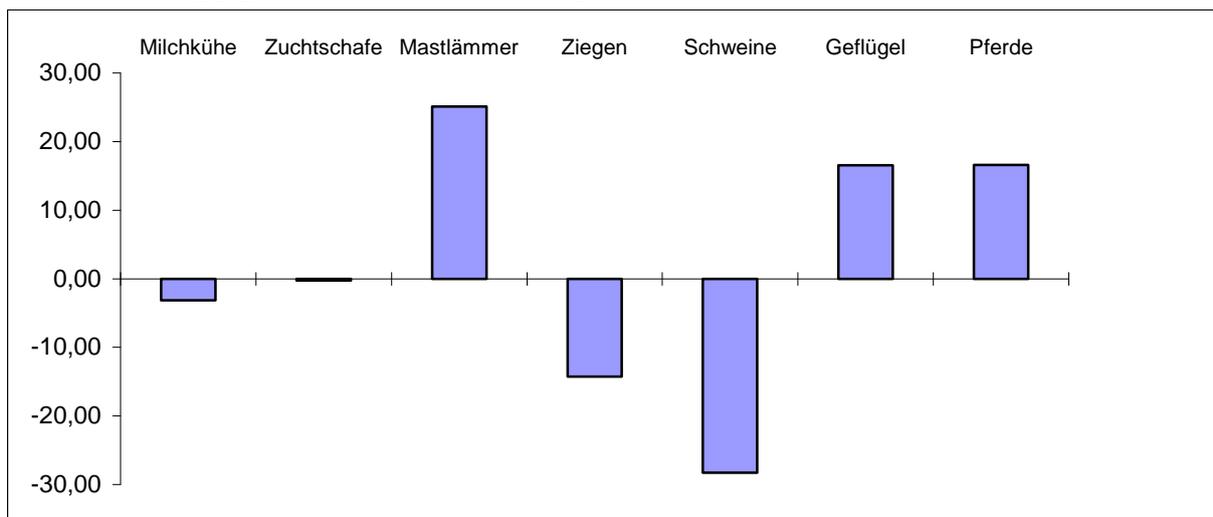
Quelle: Eigene Darstellung nach SCHWEIZERISCHER BAUERNVERBAND 2007: 89

Der SCHWEIZERISCHE BAUERNVERBAND überarbeitet zurzeit die schweizerische Futterbilanz. Dazu werden Berechnungen für den Futterbedarf der einzelnen Tierkategorien angestellt. Die Bedarfsrechnungen für die einzelnen Nutztierkategorien orientieren sich im Wesentlichen an den Fütterungsempfehlungen der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Nutztiere (1999a) und (1999b). Eine Futtermitteldatenbank der Forschungsanstalt Agroscope Liebefeld-Posieux ergänzt diese Empfehlungen. Neben Daten schweizerischer Herkunft stammen Ergänzungen dieser Literatur aus Nährwerttabellen der GESELLSCHAFT FÜR ERNÄHRUNGSPHYSIOLOGIE (Deutschland), CENTRAAL VEEVOEDERBUREAU (Holland), INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHE AGRONOMIQUE (Frankreich) und WORLD POULTRY SCIENCE ASSOCIATION (WPSA). Der Futterbedarf der Kühe wird in Trockenmasse (t), Rohprotein (t) und NEL (Terajoule) berechnet. Weiterhin wird das aus dem abgebauten Rohprotein aufgebaute absorbierbare Protein (APDN) berücksichtigt<sup>5</sup>. Bei der Kälbermast stellen die Umsetzbare Energie Kalb und das verdauliche Protein die gewählte Energie- bzw. Proteinstufe dar. Der Bedarf der Jungviehaufzucht wird in NEL angegeben. Zwar liegt die Nettoenergie Mast (Wachstum (NEV)) näher an dem betrachteten Produktionszweig, da jedoch die Milchviehhaltung sehr eng mit der Jungviehaufzucht verbunden ist, wird auch der Energiebedarf in NEL kalkuliert. Der Bedarf der Schweine wird in Trockensubstanz, Rohprotein und verdaulicher Energie gemessen. Trockensubstanz, Rohprotein und Umsetzbare Energie bilden den Maßstab für den Bedarf des Geflügels. Der Bedarf der Zuchtschafe und Ziegen wird in NEL bzw. Trockenmasse ermittelt, während der Bedarf der Schlachttiere in Nettoenergie Mast ausgedrückt wird. Daneben wird aus-

<sup>5</sup>Mit dem Mikroorganismen-Protein aus fermentierbarer Energie, dem Mikroorganismen-Protein aus abbaubarem Rohprotein und dem APDN kann das für die mikrobielle Synthese optimale Gleichgewicht zwischen Energie und Proteingehalt der Ration besser berechnet werden. Das System ähnelt dem französischen PDI (im Dünndarm verfügbares Protein)-System.

schließlich der APD-Bedarf der Tiere geschätzt, der stellvertretend für den Proteinbedarf der Tiere steht. Da die EIDGENÖSSISCHE FORSCHUNGSANSTALT FÜR NUTZTIERE keine Empfehlungen für den Proteinbedarf der Ziegen veröffentlicht, wird in der schweizerischen Futterbilanz von der Berechnung des Proteinbedarfs abgesehen. Da die Futterbilanz zurzeit noch einer Revision unterliegt, sind die aufgezählten Berechnungen nicht vollständig. In Abbildung 30 sind die prozentualen Abweichungen zwischen den alten und den vorläufigen Berechnungen zum Futterenergiebedarf dargestellt. Weil die alten und die revidierten Proteinbedarfsrechnungen in verschiedenen Proteinstufen vorgenommen wurden, ist der Unterschied im Proteinbedarf in Abbildung 30 nicht berücksichtigt. Die relativ großen Abweichungen bei einigen Tierarten zeigen, dass die schweizerische Futterbilanz, ebenso wie die GE in Deutschland, einer Revision bedarf (EIDGENÖSSISCHE FORSCHUNGSANSTALT FÜR NUTZTIERE 1999a; EIDGENÖSSISCHE FORSCHUNGSANSTALT FÜR NUTZTIERE 1999b; GIULIANI 2008).

**Abbildung 30: Abweichung des Futterenergiebedarfs des Schweizer Viehbestandes im Jahr 2004 nach neuer Berechnung gegenüber der alten Berechnung (in %)**



Quelle: Eigene Berechnung nach SCHWEIZERISCHER BAUERNVERBAND 2007: 88; GIULIANI 2008

Die vorläufigen Ergebnisse der Berechnungen zum Futterbedarf sind in Tabelle 14 aufgeführt.

**Tabelle 14: Futterverbrauchsschätzung des Schweizer Viehbestandes im Jahr 2004**

	<b>T</b> (t)	<b>RP</b> (t)	<b>NEL</b> (TJ)	<b>NEV</b> (TJ)	<b>APDE</b> (t)	<b>ME</b> (TJ)	<b>VE</b> (TJ)	<b>VP</b> (t)
<b>Rindvieh</b>	6.486.699	670.496	29.865	3.681	447.157	1.455	-	15.332
<b>Schweine</b>	739.138	115.536	-	-	-	-	10.395	-
<b>Geflügel</b>	295.275	63.390	-	-	-	4.027	-	-
<b>Schafe</b>	210.465	-	850	394	19.151	-	-	-
<b>Ziegen</b>	36.467	-	203	-	2.983	-	-	-
<b>Einhufer</b>	295.903	-	-	-	-	-	2.271	12.787
<b>Kaninchen</b>	11.375	1.959	-	-	-	-	118	-
<b>andere</b>	15.763	-	-	98	1.583	-	-	-
<b>gesamter Futterbedarf</b>	<b>8.091.085</b>	<b>851.382</b>	<b>30.918</b>	<b>4.174</b>	<b>470.874</b>	<b>5.482</b>	<b>12.783</b>	<b>28.120</b>

Quelle: Eigene Darstellung nach GIULIANI 2008

Neben der Berechnung des Futterbedarfs liegen auch die landwirtschaftlichen Futtermittelrohstoffe verteilt auf die einzelnen Tierarten vor. Die einzelnen Schritte der Berechnung ähneln sehr stark der Vorgehensweise des BMELV bei der Verteilung der Futtermittel auf die einzelnen Tierarten bis Anfang der 1990er Jahre. Die Bedarfsdeckung der Tiere ist jedoch nicht in einem Energiewert wie der GE festgesetzt, sondern der Futterverbrauch bzw. -bedarf wird für jede Tierart in Trockenmasse angegeben. Der in der Schweiz gebräuchliche VE-Schlüssel dient dazu, die Aufteilung zu überprüfen, indem der prozentuale Anteil der jeweiligen Tierart in VE dem prozentualen Futterverbrauch der Tierart entsprechen muss. Der VE-Schlüssel gibt die Nährstoffausscheidungen der Tiere wieder. Nach Aussage von GIULIANI (2008) eignet sich der VE-Schlüssel dazu, obwohl er nicht direkt den Futterbedarf der Tiere widerspiegelt. Die Abweichungen der beiden Vorgehensweisen sind in den meisten Fällen sehr gering. Als erstes steht die Aufteilung der Rohstoffkomponenten im Mischfutter auf die Tiere an. Hierzu werden die Angaben der Vereinigung Schweizerischer Futtermittelfabrikanten (VSF) über die Mischfutterumsätze für einzelne Tierkategorien genutzt. Im Anschluss daran erfolgt die Verteilung der auf den landwirtschaftlichen Betrieben direkt verfütterten pflanzlichen Produkte bis zur Deckung des Restbedarfes an Trockenmasse der Tiere. Hierbei müssen Kenntnisse über die Einsatzmöglichkeiten der einzelnen Futtermittel bei den verschiedenen Tierarten vorhanden sein. Österreich, die Schweiz und die USA sind neben Frankreich, welches nur die Rohstoffverteilung im Kraftfutter durchführt, die einzigen Länder, die für das gesamte Futteraufkommen die Futterrohstoffe auf die Tierarten umlegen. Die methodischen Vorgehensweisen sind jedoch in den einzelnen Ländern verschieden. Die Schweiz praktiziert die manuelle

Futtermittelverteilung, was einen hohen Aktualitätsgrad sichert, jedoch auch mit Ungenauigkeiten verbunden sein kann. Im Anhang zeigt Tabelle 37 die Aufteilung der Schweizer Futtermittel. Die Futtermittelaufteilung auf die einzelnen Tierarten wurde bis jetzt weder vom SCHWEIZERISCHEN BAUERNVERBAND noch von STATISTIK AUSTRIA veröffentlicht (GIULIANI 2008).

In der Statistik findet ein VE-Schlüssel Anwendung, der die Nährstoffausscheidungen an N und P berücksichtigt. Tabelle 38 enthält im Anhang die Umrechnungskoeffizienten der VE, welche einer jährlichen Ausscheidungsmenge von 105 kg N bzw. 35 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> entspricht. Die Anzahl an Tieren, welche eine der beiden Grenzen überschreitet, entspricht einer VE. Es werden die gesamten Ausscheidungsmengen an N und P (N<sub>ges</sub>, P<sub>ges</sub>) der Tiere berücksichtigt. Eventuell auftretende Verluste bei der Lagerung und Ausbringung der Wirtschaftsdünger werden nicht angerechnet. Nach ÜBERSAX (2009) stimmen die Umrechnungskoeffizienten der Haupttierkategorien wie Rinder, Schweine und Geflügel mit der Definition der VE überein. Die Koeffizienten für Tierarten mit geringer wirtschaftlicher Bedeutung weichen teilweise von der Definition ab. Ein Beispiel stellt die Bewertung der Kaninchen dar. Nach Art. 28 der Verordnung über die Direktzahlungen in der Landwirtschaft ist derjenige beitragsberechtigt, der mehr als eine VE auf seinem Betrieb hält. Da dies nach altem VE-Schlüssel nur 8 Kaninchen entsprach, wurde der Umrechnungskoeffizient verkleinert. Nach aktuellem VE-Schlüssel sind 111 Kaninchen erforderlich, um Direktzahlungen zu erhalten.

Die VE hat in der Schweiz weitere Anwendungsbereiche. In der Gewässerschutzverordnung entspricht eine VE einer Ausscheidungsmenge von 105 kg N bzw. 15 kg P. Der Umrechnungsfaktor von P zu P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> beträgt 0,436. Die Definition der VE wird unterschiedlich ausgelegt. Bei der möglichen Belastung von Gewässern durch hohe Viehbestände wird meist nur der P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> Ausstoß berücksichtigt. Bei der ausschließlichen Berücksichtigung von Stoffeinträgen auf landwirtschaftliche Nutzflächen wird das arithmetische Mittel aus P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>- und N-Ausscheidung herangezogen. Folgendes Beispiel soll diese Vorgehensweise veranschaulichen. Bei gleichzeitigem Anfall von 1000 kg N und 400 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> entsprechen diese Mengen laut Gewässerschutzverordnung 9,5 VE bei Berücksichtigung des N Anfalls und 11,4 VE bei Berücksichtigung des P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> Anfalls. Das arithmetische Mittel von beiden VE Anzahlen, hier 10,5 VE, wird als VE Anzahl genutzt. Bei der Festlegung von Viehhöchstbeständen pro ha in der Suisse-Bilanz<sup>6</sup> werden bei den einzelnen Tierarten Ausbringungsverluste der Wirtschaftsdüngermengen berücksichtigt. Bei Raufutterverzellern und Kaninchen werden 15 %, bei

---

<sup>6</sup> „Die Suisse-Bilanz ist ein Planungs- und Kontrollinstrument und dient zum Nachweis einer ausgeglichenen N- und P-Bilanz, wie sie in der Direktzahlungsverordnung vom 7. Dezember 1998, Stand 1.3.2006 zur Erfüllung des ökologischen Leistungsnachweises verlangt wird“ (BUNDESAMT FÜR LANDWIRTSCHAFT 2006: 1).

Schweinen 20 %, bei Pferden 30 %, bei Legehennen (Kotgrube, Bodenhaltung) 50 %, andere Legehennen 30 % und bei allem übrigen Geflügel 40 % Verluste von der  $N_{\text{ges}}$  Menge abgezogen. Dadurch erhöht sich der maximal zu haltende Viehbestand, da die VE nur den  $N_{\text{ges}}$  Anfall berücksichtigt (BUNDESAMT FÜR LANDWIRTSCHAFT 2006: 9; ÜBERSAX 2009).

#### **4.11 Vereinigte Staaten**

Parallel zu den Anfängen der Abschätzung der landwirtschaftlichen Produktion und des Verbrauchs an Nahrungsmitteln während und nach dem Zweiten Weltkrieg in Europa (speziell in Deutschland) wurde in den USA mit der Abschätzung des Futterbedarfes und der gesamten landwirtschaftlichen Produktion begonnen. Mit der Schätzung des Futtermittelsverbrauchs verfolgte die USA das Ziel, Lieferungen an Länder, die im Zweiten Weltkrieg zerstört wurden, zu gewährleisten (U. S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE 1998).

Die Berechnungen werden heute in den USA - ähnlich wie in der EU - auf der Ebene der einzelnen Bundesstaaten durchgeführt und die Ergebnisse anschließend über die gesamten Vereinigten Staaten aggregiert. Der Verbrauch an Raufutter z.B. ist in der Rinderhaltung traditionell in den Südstaaten höher. Die längere Vegetationszeit ermöglicht es, die Rinder länger weiden zu lassen und so weniger Futter konservieren zu müssen (U. S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE 1998).

In den USA wird die Menge an Futtermitteln nur als Restgröße berechnet. Diese Vorgehensweise entspricht der Berechnung der Futtermittelmenge in den deutschen Versorgungsbilanzen. Das gesamte Aufkommen des jeweiligen landwirtschaftlichen Produkts wird durch das National Agricultural Statistics Service (NASS) bei Landwirten und in der Industrie erhoben. Von diesem werden die anderen bekannten Nutzungsmengen abgezogen, um so die Futtermittelmenge zu erhalten. Um Veränderungen im Futtermittelsverbrauch der einzelnen Tierarten festzustellen, wird vom U. S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE auf einen Tierindex zurückgegriffen. Er erlaubt es zusammen mit Angaben zur Anzahl der Tiere, Gewinnraten in der Tierproduktion, Wettermodellen sowie Kenntnissen regionaler und saisonaler Fütterungspraktiken, den Futtermittelsverbrauch abzuschätzen. Zusätzlich müssen periodische Aktualisierungen vorgenommen werden, um technologische und genetische Fortschritte sowie neue Futterzusatzstoffe und gesetzliche Bestimmungen zu berücksichtigen. Die getreideverarbeitende Industrie würde nach eigenen Angaben von einer nationalen Erhebung bzw. Abschätzung des Futtermittelsverbrauchs profitieren. Diese Erhebung findet in den USA jedoch nicht mehr statt (U. S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE 1998).

Die Schätzungen des Economic Research Service für den Futtermittelverbrauch der einzelnen Tierarten wurden 1985 eingestellt. Gründe für die Einstellung waren zum einen die bis dahin gewonnenen umfangreichen Kenntnisse über den Nährstoffbedarf der einzelnen Tierarten und neue Software, die es ermöglichte, Futterrationen schneller und einfacher zu berechnen. Zum anderen konnte die Futtermittelindustrie auf ein breiteres Spektrum an substituierbaren Futtermitteln zurückgreifen. Die Futterrationen wurden immer schneller den Marktgegebenheiten angepasst, wie etwa an die sich verändernden Preise für pflanzliche Produkte, was zur Folge hatte, dass die vom Economic Research Service zur Abschätzung des Futtermittelverbrauchs verwendeten Futterrationen zu falschen Ergebnissen führten (U. S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE 1998).

Schätzfehler bei der Erfassung der gesamten Produktion, der Bestände, des Nahrungsmittel- und Industrieverbrauchs sowie des Handels übertragen sich auf den Restposten Futter. Der wechselnde Feuchtigkeitsgehalt z.B. führt zu Messfehlern, da das Getreide abhängig vom Feuchtigkeitsgehalt an Gewicht bei der Lagerung verliert. Diese Verluste schwanken von Jahr zu Jahr. Weiterhin besteht die Möglichkeit, dass transportiertes Getreide nicht gänzlich erfasst wird; dies gilt insbesondere für Schiffstransporte. Diese Gründe lassen vermuten, dass die Residualgröße Futter überschätzt wird, weil die „Restgröße Futter“ Verluste und das nicht erfasste Getreide während des Transportes miteinfasst (U. S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE 1998).

Die heute noch zur Berechnung des Futterbedarfs der einzelnen Tierarten verwendeten Viehindizes beruhen auf Rationen, die aus Buchführungsergebnissen entnommen und durch Fütterungsversuche ergänzt wurden. Die Viehindizes beruhen auf dem minimalen Futterbedarf zur Deckung der tierischen Leistungen. Die Empfehlungen zum Futterbedarf stammten vom Council of Animal Nutrition der National Academy of Sciences. Die Verluste an Raufutter und konzentrierten Futtermitteln von der Ernte bis zur Aufnahme durch die Tiere fanden darüber hinaus Berücksichtigung. Man unterscheidet zwischen „grain consuming animal unit“<sup>7</sup> (GCAUs)“ und „roughage consuming animal unit“<sup>8</sup> (RCAUs)“. Alle 10 Jahre sollten der Futtermittelverbrauch beginnend im Jahr 1940 rückwirkend geschätzt und aktuelle Einheiten berechnet werden. Die letzte Überarbeitung fand basierend auf den Daten aus dem Zeitraum von 1969 bis 1971 jedoch im Jahr 1974 statt.

---

<sup>7</sup> Getreidefressende Vieheinheit

<sup>8</sup> Raufutterfressende Vieheinheit

Heute wird neben der Differenzierung zwischen GCAU und RCAU noch zwischen “high protein animal unit<sup>9</sup> (HPAU)“ und “grain and roughage consuming animal unit<sup>10</sup> (G&RCAU)“ unterschieden. Die Indizes beruhen ebenfalls auf den Gewichtungsfaktoren der Jahre 1969 bis 1971. Die einzelnen Tierindizes haben, wie Tabelle 15 veranschaulicht, mit leichten Abweichungen als Bezugsbasis den Futterbedarf einer Milchkuh. Die Viehindizes berücksichtigen jeweils einzelne Futtermittelgruppen. So setzt z.B. die GCAU alle Tiere nach ihrem Verbrauch an konzentrierten Futtermitteln in Relation. Die HPAU berücksichtigt nur den Verbrauch an Sojaschrot, Ölkuchen (z.B. Baumwollsaamenöl, Flachssaamenöl, Erdnussmehl und Sonnenblumenmehl), tierisches Protein und proteinreiche Futtermittel aus Getreidenebenprodukten. In dem Betrachtungszeitraum wurde bei der Fütterung der Monogastrier im Vergleich zum Wiederkäuer wesentlich größere Mengen an eiweißreichen Futtermitteln eingesetzt. Aus diesem Grund haben Geflügel und Schweine wesentlich höhere Werte als z.B. Milchkühe. Die RCAU berücksichtigt nur den Raufutterkonsum und die G&RCAU entsprechend die gesamte Menge an Futter. Beispielhaft soll die Berechnung einer G&RCAU dargestellt werden, welche auf dem Futterbedarf einer Milchkuh basiert. Der Futterbedarf entsprach 11.093 Futtereinheiten (FE), wovon 4.293 FE aus konzentrierten Futtermitteln und 6.800 FE aus Raufutter bestanden. Eine FE kommt einem amerikanischen Pfund (= 453,59 Gramm) Mais gleich, welches aus 78,6 % Gesamtnährstoff (total digestible nutrients (TDN)) besteht. Für Langzeitabschätzungen benutzt das NASS weiterhin die Daten der Jahre 1969 bis 1971, wenn es sinnvoll erscheint, feste Werte zu verwenden (U. S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE 1998).

---

<sup>9</sup> Eiweißreiche Futtermittel fressende Vieheinheit

<sup>10</sup> Getreide- und Raufutterfressende Vieheinheit

**Tabelle 15: Umrechnungsfaktoren für Vieh des U. S. Department of Agriculture**

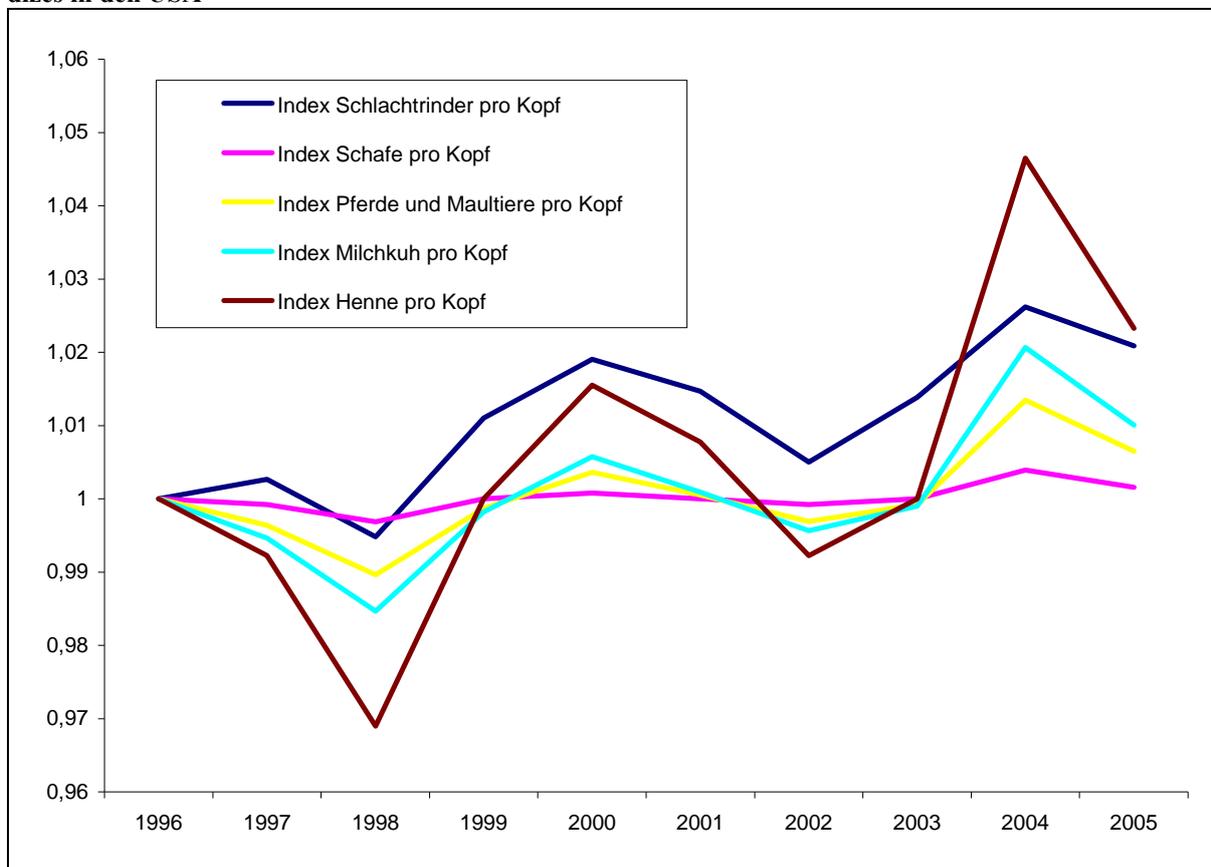
Tierarten		GCAU	HPAU	RCAU	G&RCAU
<b>Rinder:</b>					
	<b>Milchproduktion:</b>				
	<b>Kühe:</b>	1,0475	1,000	1,0354	1,0397
	<b>Färsen:</b>	0,1761	1,3038	0,8150	0,5662
<b>Rindfleisch:</b>					
	<b>Mastrinder:</b>	1,5323	0,5801	0,1585	0,6860
	<b>Andere:</b>	0,0547	1,7216	0,7358	0,4729
<b>Schafe:</b>		0,0194	4,9195	0,1715	0,1078
<b>Ziegen:</b>		-	-	0,2301	0,0611
<b>Pferde und Maultiere:</b>		0,2043	-	0,3953	0,3197
<b>Geflügel:</b>					
	<b>Legehennen:</b>	0,0217	1,5896	0,0008	0,0090
	<b>Masthähnchen:</b>	0,0020	2,7932	-	0,0007
	<b>Junghennen:</b>	0,0054	3,3596	-	0,0021
	<b>Truthähne:</b>	0,0155	3,55520	0,0011	0,0074
<b>Schweine:</b>		0,2285	1,2703	0,0294	0,1064

Quelle: Eigene Darstellung nach BAKER 2008

Die Zuteilung der Futtermittel läuft nach folgender Vorgehensweise ab. Die Restgröße Futter des jeweiligen Produktes wird mit dem prozentualen Anteil der einzelnen Tierkategorie, gewichtet über den jeweiligen Tierindex, multipliziert. Hieraus ist der Futtermittelverbrauch der einzelnen Tierarten an dem jeweiligen Futter erhältlich. Dividiert man diese Menge durch die Anzahl der Tiere bekommt man den Futtermittelverbrauch pro Kopf. Ein Beispiel soll diese Berechnung verdeutlichen. Im Jahr 2007 wurden in den USA 9489 Mio. GCAU's gehalten. Davon entfielen 1048 Mio. GCAU's auf Milchkühe, was einem prozentualen Anteil von 11,04 % entspricht. Die berechnete Menge Futter an Mais, Sorghum, Gerste und Hafer belief sich auf 15894 Mio. t. Der prozentuale Anteil der Milchkühe, multipliziert mit der gesamten Futtermittelmenge, ergibt einen Futtermittelverbrauch der Milchkühe an den betrachteten Futtermitteln von 17555,39 Mio. t. Entsprechend wird mit allen Futtermitteln verfahren, um so alle Futtermittelmengen auf die jeweilige Tierkategorie aufzuteilen. Der Futtermittelbedarf der einzelnen Tierarten, welcher auf Berechnungen unter zu Hilfenahme der Tierindizes beruht, ist in Abbildung 31 dargestellt. Der Futtermittelverbrauch ist als Index mit dem Referenzjahr 1996

dargestellt, um die Entwicklung dieser Größe der einzelnen Tierkategorien besser darstellen zu können. Aus Abbildung 31 ist zu erkennen, dass der Pro-Kopf-Verbrauch bei allen Tierarten tendenziell angestiegen ist (U. S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE 2008).

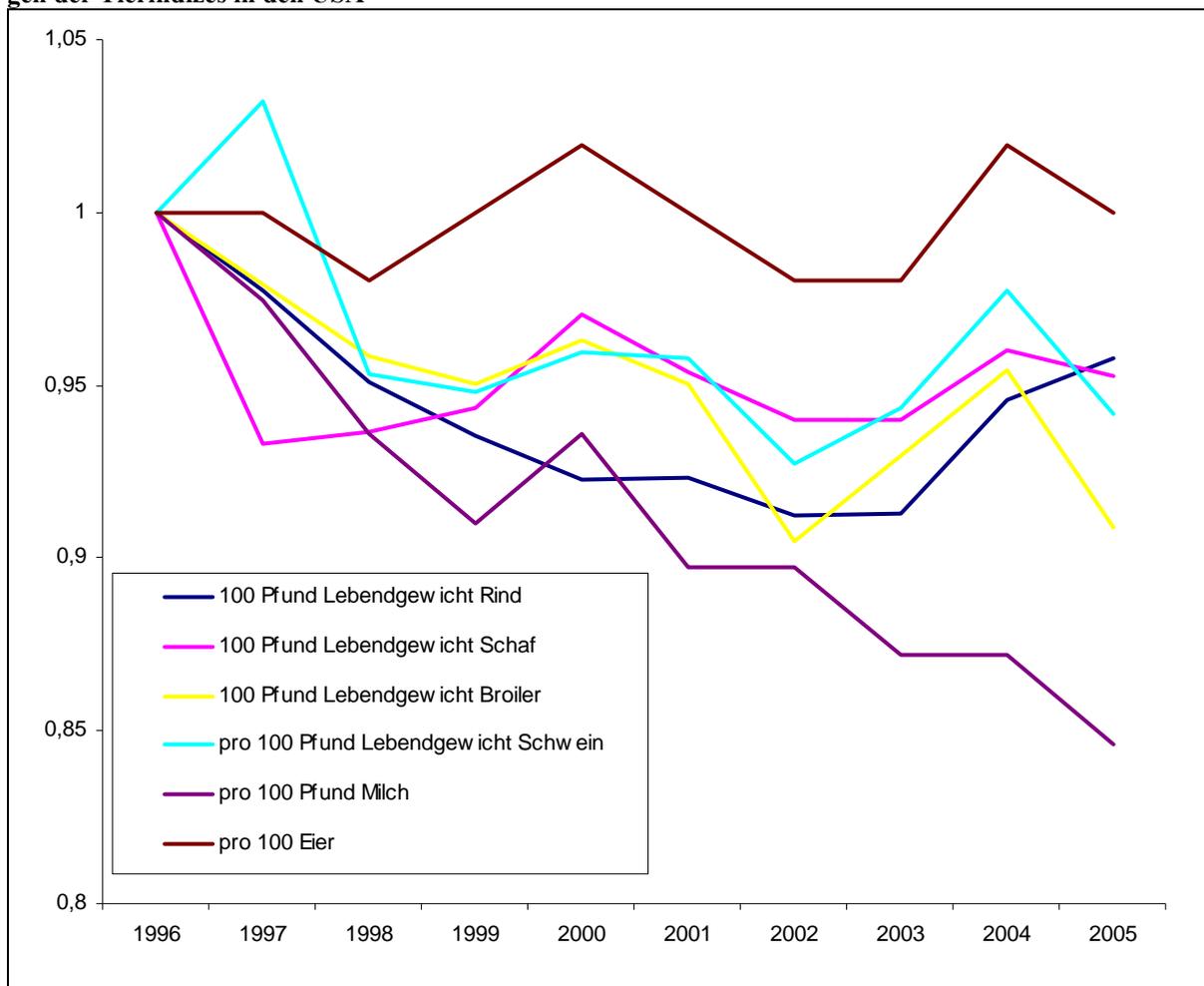
**Abbildung 31: Entwicklung des Futtermittelsverbrauchs pro Kopf beruhend auf den Berechnungen der Tierindizes in den USA**



Quelle: Eigene Darstellung nach NATIONAL AGRICULTURAL STATISTICS SERVICE 2007

Eine andere Entwicklung zeigt Abbildung 32, bezüglich des Futtermittelsverbrauchs pro tierisches Erzeugnis als Index. Die benötigte Futtermenge ist bei fast allen tierischen Erzeugnissen geringer geworden. Begründet liegt dies in der zunehmenden besseren Futtermittelnutzung der Tiere in der Vergangenheit. Die stärksten Einsparungen an Futter sind bei der Milchproduktion zu verzeichnen. Ein Grund ist der höhere Anteil an energiereichen Futtermitteln in der Milchproduktion, welche Raufutterfresser besser nutzen können.

**Abbildung 32: Entwicklung des Futtermittelsverbrauchs pro tierisches Erzeugnis beruhend auf den Berechnungen der Tierindizes in den USA**



Quelle: Eigene Darstellung nach NATIONAL AGRICULTURAL STATISTICS SERVICE 2007

Diese tierischen Indizes ermöglichen in den letzten zwei Dekaden keine Abschätzung des Futtermittelsverbrauchs mehr. Sie können allenfalls als Verteilungsschlüssel für die Futtermittel betrachtet werden. Dies wird an dem Beispiel einer Milchkuh mit durchschnittlichen Leistungsangaben deutlich. Die durchschnittliche Milchleistung in den USA stieg von 7.045 Pfund in den Jahren 1959 bis 1961 auf 9.703 Pfund in den Jahren 1969 bis 1971. Heute produziert eine Milchkuh im Schnitt 19.099 Pfund Milch im Jahr. In dem Zeitraum von 1959 bis 1961 wurde der Futtermittelsverbrauch einer Kuh noch auf 2.495 FE aus konzentrierten Futtermitteln und auf 4.365 FE aus Raufutter geschätzt. Nach neueren Untersuchungen nehmen Kühe im Schnitt 16.169 FE in einer Ration mit 11.382 Pfund aus konzentrierten Futtermitteln und 4.787 Pfund aus Raufutter auf. Die Trockenmasseaufnahme der Tiere blieb dagegen aufgrund der höheren Aufnahme energiereicher Futtermitteln relativ konstant bei 2 bis 3 % des Körpergewichts pro Tag (COLLEGE OF AGRICULTURE, FOOD AND RURAL ENTERPRISE 2008; U. S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE 1998).

Weitere Schwierigkeiten, die mit der Abschätzung des Futterbedarfs verbunden sind, folgen zum einen daraus, dass in der konventionellen Tierernährung Futtermischungen nach dem kostengünstigsten Mischungsverhältnis berechnet werden, welche den Nährstoffbedarf der Tiere decken. Obwohl die verschiedenen Getreidearten keine gleichwertigen Substitute sind, unterscheiden sich ihre Preise nicht sehr stark, solange genügend Getreide auf dem Markt ist. Trotz alledem sind Landwirte beispielsweise in Zeiten starker Dürre darauf angewiesen, Futter zu sparen und andere Nährstoffressourcen zu erschließen. Rinder werden nur noch auf Grasbasis gefüttert und Abfallprodukte aus der Nahrungsmittelproduktion finden bei den Landwirten zunehmend mehr Interesse. Aus den zuvor gemachten Ausführungen resultiert, dass die gleichförmige Entwicklung des Futtermittelsverbrauchs pro Kopf der einzelnen Tierkategorien aus Abbildung 31 nicht den realen Futtermittelsverbrauch wiedergeben kann, weil die sich ständig verändernden Rahmenbedingungen in der Tierernährung nicht berücksichtigt werden. Es ist anzunehmen, dass in der Realität z.B. durch die verschiedene Preiswürdigkeit von Futter und durch sich verändernde Preise tierischer Produkte mit gegenläufigen Entwicklungen im Futtermittelsverbrauch zwischen einzelnen Tierkategorien, zu rechnen ist (U. S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE 1998).

Zum anderen erschwert das Abschätzen des Futtermittelsverbrauchs die große Anzahl an Haustieren, welche zum Großteil mit Getreideerzeugnissen gefüttert werden, da für Haustiere keine genauen Fütterungsempfehlungen vorliegen. Weiterhin schwankt der Futtermittelsverbrauch von Pferden, Maultieren und Eseln erheblich, da sie entweder zu den Haustieren oder - wie z.B. Rennpferde und Packtiere - zu den arbeitenden Tieren zählen. Obwohl der Futtermittelsverbrauch dieser Tierkategorien insgesamt als nicht sehr hoch einzuschätzen ist, variiert der Futtermittelsverbrauch in Abhängigkeit von der Arbeitsleistung der Tiere erheblich. Die Anwendung von durchschnittlichen Rationen würde die Verfahrensweisen in der Praxis nicht realitätsnah wiedergeben (U. S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE 1998).

In den USA sind noch weitere Vieheinheiten definiert. Um die Emissionen aus der Tierhaltung zu messen, wurde z.B. eine Kuh mit einem Lebendgewicht von 1.000 Pfund (lb) (543 kg) mit einer VE gleichgesetzt. Einer VE entsprechen ein Rind ohne Milchproduktion und Nachzucht, 0,7 Milchkühe, 2,5 Schweine mit einem Gewicht über 55 Pfund, 10 Schweine mit einem Gewicht unter oder gleich 55 Pfund, 55 Truthähne, 100 Hühner oder ein Mastkalb. Verschiedene Studien benutzen vereinzelt weitere Einheiten, welche an die jeweiligen Anforderungen angepasst worden sind (U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY 2001: 10-1).

## **4.12 Zusammenfassung**

Der Vergleich zeigt, dass die physische Aggregation pflanzlicher, tierischer sowie energetischer Erzeugnisse, um die gesamte landwirtschaftliche Produktion in einer Einheit wiederzugeben, nicht angewendet wird. Die Angaben von Energieeinheiten für die pflanzliche Produktion entstammen aus nationalen Futterenergiebewertungssystemen, die sich einem direkten internationalen Vergleich entziehen. In den meisten Ländern wird aus Vereinfachungsgründen der Futterwert für Wiederkäuer als „Kleinster Gemeinsamer Nenner“ zur Bewertung von Futtermitteln bzw. pflanzlichen Produkten in der Statistik gewählt.

Um die Gesamtversorgung mit Nahrungsmitteln zu berechnen, werden sowohl die monetäre als auch die physische Aggregation angewendet. Der auf monetärer Aggregation basierende Selbstversorgungsgrad entspricht eher einem Maß für die Wettbewerbsfähigkeit der Landwirtschaft als für die Versorgungssicherheit. Die Versorgung mit den notwendigen Kalorien ist häufig wesentlich besser als es der auf Marktpreisen basierende, vergleichsweise geringe Selbstversorgungsgrad vermuten lässt. Wegen dieser Gründe ist eine monetäre Aggregation eher abzulehnen. Die physische Aggregation untergliedert sich in zwei Anwendungsgebiete. Zum einen dienen die Hauptnährstoffe der landwirtschaftlichen Produkte als Aggregationsmaßstäbe, um den Deckungsgrad des menschlichen Bedarfs an dem jeweiligen Nährstoff zu berechnen. Zum anderen können unter Zuhilfenahme der Getreideeinheit die Ströme zwischen pflanzlicher Produktion und Tierproduktion abgebildet werden.

Die nationalen Futterbilanzen weisen das Futteraufkommen in den meisten Fällen als Restgröße aus. Um die Futtermenge zu überprüfen und die Verwendung einzelner Futtermittel durch verschiedene Tierarten abzuschätzen, sind zum Teil sehr interessante Ansatzpunkte vorhanden. Diese sind insbesondere die österreichische Futtermitteldatenbank und das französische Modell „Zukunftsforschung Futtermittel“.

In den folgenden Kapiteln wird aufgezeigt, welche Bedeutung der GVE-Schlüssel in Agrarumweltmaßnahmen hat. Er wird auf seine Funktion hin kritisch hinterfragt und Konsequenzen der Anwendung alternativer Viehbewertungen aufgezeigt.

## **5. Implementierung von Agrarumweltmaßnahmen in die europäische Agrarpolitik: Ein chronologischer Überblick**

Die Umweltpolitik der EU unterscheidet sich aus politischer und rechtlicher Sicht von anderen Politikfeldern wie der Handels-, der Landwirtschafts- oder der Transportpolitik vor allem dadurch, dass sie in den Römischen Verträgen zur Gründung der Gemeinschaft nicht erwähnt

wird. Auf dem Pariser Gipfel im Jahr 1972 forderten die Mitgliedsstaaten erstmals ein Handlungsprogramm für den Bereich Umweltschutz mit der Begründung, dass der in den Römischen Verträgen festgelegte Vorsatz – Verbesserung der Lebens- und Beschäftigungsbedingungen – ohne Berücksichtigung des Umweltschutzes nicht mehr realisiert werden könne. Trotz der bis dahin fehlenden expliziten Erwähnung des Umweltschutzes in den Vertragstexten wurde er als zentrales Ziel der EU angesehen. Die Motive lagen zum einen in steigenden Umweltgefährdungen und zum anderen im wachsenden Umweltbewusstsein. Ein Jahr später wurden daraufhin die Direktion Umwelt gegründet und das erste Umweltaktionsprogramm verabschiedet. Dies stellt den Beginn der europäischen Umweltpolitik dar, welche KNILL (2003) in drei Phasen unterscheidet. Die erste Phase war durch folgende maßgebliche Richtlinien gekennzeichnet (FEINDT 2007: 386 f.; KNILL 2003: 21):

- Vogelschutzrichtlinie von 1979 (79/409/EWG),
- Grundwasserrichtlinie von 1980 (80/68/EWG),
- Klärschlammrichtlinie von 1986 (86/278/EWG).

Die EG-VO 787/85 „Verbesserung der Effizienz der Agrarstruktur“ ermöglichte es den Mitgliedsstaaten durch finanzielle Unterstützung, den Landwirten Prämien für die Durchführung bestimmter umweltfreundlicher Maßnahmen anzubieten. Zudem konnten die Mitgliedsstaaten den Landwirten, welche in ökologisch sensiblen Gebieten Flächen stilllegten, Kompensationszahlungen leisten. Die Programme waren jedoch ausschließlich für bestimmte Regionen vorgesehen und wurden nur von einzelnen Mitgliedsstaaten genutzt. Dieser Umstand war auf das Fehlen institutioneller Voraussetzungen für eine dezentrale Integration von Umweltmaßnahmen in agrarpolitische Maßnahmen zurückzuführen. Darüber hinaus führte die bis dahin dominierende Ausrichtung der GAP auf die Steuerung von Marktpreisen und Produktionsquoten dazu, dass die zuständige Administration (DG Agri sowie zugeordnete Verwaltungsausschüsse) kaum Wissen über Umweltbelange erworben hatte bzw. berücksichtigte (FEINDT 2007: 388).

Die erste Verankerung von Umweltpolitik als Aufgabe der EU stellte die einheitliche Europäische Akte von 1987 dar. Mit ihr begann die zweite Phase der europäischen Umweltpolitik, die zu Beginn von einer hohen Dynamik hinsichtlich der Verabschiedung neuer Richtlinien gekennzeichnet war. In der Zeit zwischen der Einführung der gemeinschaftlichen Europäischen Akte und der MacSharry-Reform im Jahr 1992 wurden drei wesentliche Richtlinien verabschiedet (FEINDT 2007: 387):

- Richtlinie 91/676/EWG zum Schutz der Gewässer vor Verunreinigung durch Nitrat aus landwirtschaftlichen Quellen<sup>11</sup>,
- Richtlinie 91/414/EWG über das Inverkehrbringen von Pflanzenschutzmitteln,
- Richtlinie 92/43/EWG zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wild lebenden Tiere und Pflanzen (FFH-Richtlinie).

Im Rahmen der MacSharry-Reform wurden erstmals in der Verordnung (EWG) 2078/92 EU-weit Agrarumweltprogramme als flankierende Maßnahmen für den Förderzeitraum von 1992 bis 1999 verankert. Diese Verordnung verpflichtete alle Mitgliedsstaaten, Maßnahmen zur umweltgerechten Bewirtschaftung einzuführen. Neben dem Schutz der Umwelt verfolgte die Verordnung (EWG) 2078/92 weiterhin das Ziel, den Markt zu entlasten und den Landwirten zusätzliche Einkommensquellen nach der Senkung der Interventionspreise zu ermöglichen (FEINDT 2007: 389). Letzteres stand in den Agrarumweltprogrammen von 1989 noch im Vordergrund. Die Zielsetzung hat sich in der zweiten Phase jedoch immer mehr in Richtung Umweltschutz verschoben (JUNGEHÜLSING 1999: 3)<sup>12</sup>. Weitere Unterschiede bestanden in dem Ausbau der Grünlandextensivierung und der besseren finanziellen Ausgestaltung der Agrarumweltmaßnahmen (HILDEN 2007: 6; OSTERBURG 1999: 1). Im Gegensatz zu den traditionellen agrarstrukturellen Maßnahmen der Europäischen Ausrichtungs- und Garantiefonds (EAGFL), welche zu 100 % von der EU bezahlt werden, übernimmt bei dem überwiegenden Teil der Agrarumweltmaßnahmen die EU die Finanzierung nur zur Hälfte (FÄHRMANN et al. 2008: 15; MEHL 2001: 175).

In den auf die MacSharry-Reform folgenden Jahren begann eine Suche nach neuen Ansätzen. Die Agenda 2000 eröffnete die dritte Phase, welche durch eine stärkere Einbindung von Umweltbelangen in die GAP gekennzeichnet ist, die die Legitimationsgrundlage für die Agrarpolitik darstellt. Nach der Agenda 2000 teilten sich die gesamten Agrarausgaben in eine erste und eine zweite Säule auf. Die erste Säule umfasst die Direktzahlungen; die zweite Säule bündelt die Maßnahmen zur Entwicklung ländlicher Räume. Zur Finanzierung der zweiten Säule wurde die freiwillige Modulation als neues Agrarinstrument eingesetzt. Die Mitgliedsstaaten konnten die Prämien der ersten Säule um bis zu 20 % kürzen, um damit die Mittel der zweiten Säule zu stärken. Diese freiwillige Maßnahme führten jedoch nur Frankreich, Großbritannien und Portugal durch. Die Verordnung (EG) Nr. 1257/1999 nahm die Agrarumwelt-

---

<sup>11</sup> Siehe Exkurs S. 108.

<sup>12</sup> Nach HARTMANN (2006) stellen die Agrarumweltmaßnahmen nach Meinung von Experten bis heute teilweise weiterhin eine alternative Einkommensmöglichkeit für Landwirte dar.

maßnahmen als obligatorischen Bestandteil auf und bündelte sie in einer einheitlichen Gesamtförderung mit anderen Maßnahmen für den ländlichen Raum. Diese umfassen landwirtschaftliche Entwicklungsmaßnahmen, Maßnahmen der Wettbewerbsfähigkeit und die Ausgleichszulage für benachteiligte Gebiete. Umweltpolitische Impulse waren jedoch mit dieser Reform nicht verbunden (FEINDT 2007: 390 f.; HILDEN 2007: 6; RAT DER EUROPÄISCHEN UNION 1999).

Die „Luxemburger Beschlüsse“ vom Juni 2003 stärkten die Agrarumweltmaßnahmen weiter in ihrer Bedeutung (HARTMANN et al. 2006: 3). Die nun obligatorisch gewordene Modulation schichtete die Direktzahlungen stufenweise ab dem Jahr 2005 um 3 % bis auf 5 % im Jahr 2007 von der ersten Säule in die zweite Säule um. Die Umschichtung begann oberhalb eines Freibetrags von 5000 € (HENNING et al. 2004). Nach der Generalüberprüfung der Gemeinsamen Agrarpolitik (Health Check) im Jahr 2008 erhöht sich die ursprüngliche Modulation im Jahr 2009 auf 7 % und wächst bis ins Jahr 2012 schrittweise auf 10 % an (Tabelle 16).

**Tabelle 16: Entwicklung der Modulation und der zusätzlichen Modulation nach dem Health Check 2008**

Jahr	Ursprüngliche Modulation (%)	Zusätzliche Modulation (%)
2009	5	2
2010	5	3
2011	5	4
2012	5	5
2013	5	5

Quelle: BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN (STMELF) 2009a

Nach den „Luxemburger Beschlüssen“ trat die Verordnung (EG) Nr. 817/2004 der Kommission vom 29. April 2004 mit Durchführungsbestimmungen zur Verordnung (EG) Nr. 1257/1999 des Rates über die Förderung der Entwicklung des ländlichen Raums durch die Europäische Ausrichtungs- und Garantiefonds für die Landwirtschaft (EAGFL) in Kraft. Sie unterstützt die eigentliche Verordnung (EG) Nr. 1257/1999 und bildet einen genaueren Rechtsrahmen bezüglich Entwicklungsplan, Revision, Finanzplanung, Begleitung, Bewertung, Gewährleistung und Kohärenz. Für die aktuelle Förderperiode 2007 bis 2013 ersetzt die Verordnung (EG) 1698/2005 des Rates vom 20. September 2005 über die Förderung der Entwicklung des ländlichen Raums durch die Europäischen Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums (ELER) den EAGFL-Fonds (HILDEN 2007: 7).

**Exkurs:**

Rechtliche Regelungen zur Aufbringung von Wirtschaftsdünger gab es in Deutschland vor der Umsetzung der Richtlinie 91/676/EWG in Form der Gülleverordnung in Nordrhein-Westfalen und dem Runderlass zum Vollzug des Abfallbeseitigungsgesetzes in Niedersachsen. In beiden Gesetzestexten wurde die Dungeinheit angewandt, um maximale Viehbestände festzusetzen. Die Dungeinheit (DE) sowie die Düngergroßvieheinheit (DGV) wurden 1974 definiert, um Gebiete oder auch Betriebe mit unterschiedlichen Tierarten hinsichtlich des Dung- und Nährstoffanfalls miteinander vergleichen zu können. Die DGV kommt einer Anzahl von Tieren mit einer bestimmten jährlich erzeugten Dungmenge gleich. Die DE entspricht der von einer DGV produzierten Dungmenge. Eine DGV stellt einen Tierbesatz dar, der nicht mehr als 80 kg Gesamtstickstoff bzw. 70 kg Gesamtphosphat ausscheidet. Die Viehbesatzdichte in der Gülleverordnung lag bei maximal 3 DE/ha. Diese Grenzen galten vor allem für Schweine- und Geflügelgülle. Bei dem Einsatz von Rindergülle mit Winterstallhaltung lag die Ausbringungsgrenze bei 90 kg Kalium ( $K_2O$ ) und in Kombination mit ganzjähriger Stallhaltung bei 160 kg  $K_2O$ . Die Angaben in den beiden Bundesländern schwankten jedoch erheblich. In Niedersachsen entsprachen z.B. 100 Junghennen einer DGV, wohingegen in Nordrhein-Westfalen 300 Junghennen einer DGV gleichkamen (VETTER 1986: 150 und 194).

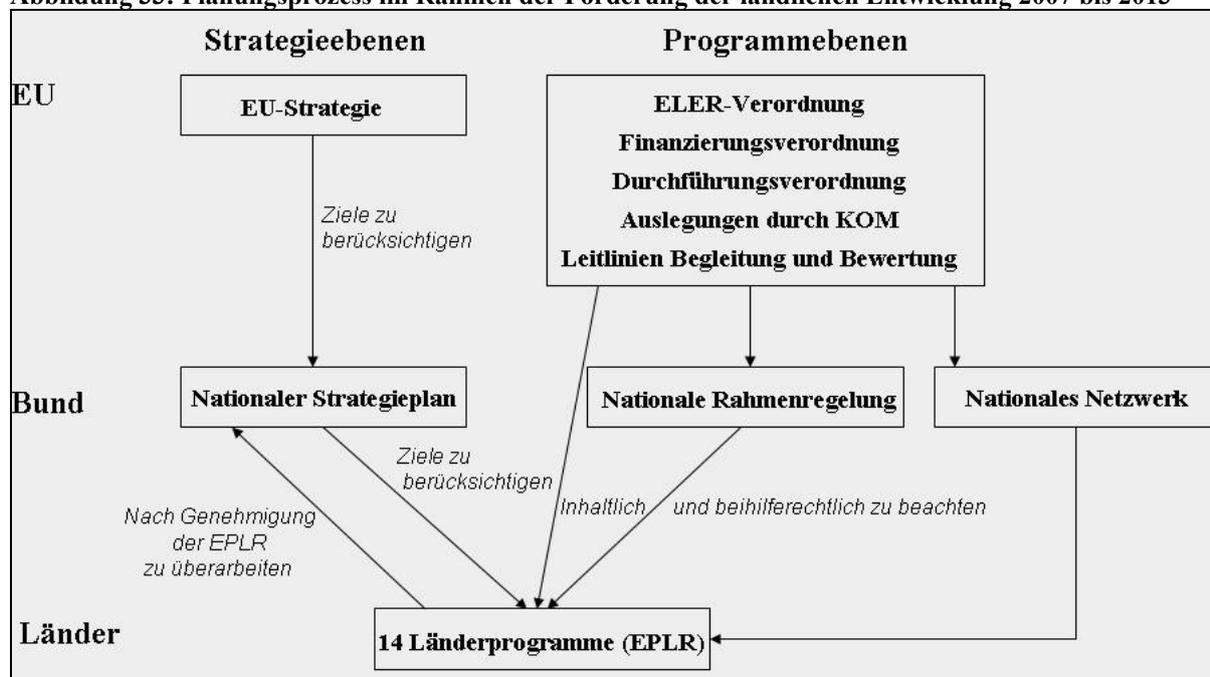
Die Düngemittelverordnung vom 9. Juli 1991, welche die Umsetzung der Richtlinie 91/676/EWG in Deutschland darstellte, enthielt die DE nicht mehr. Als Begründung können die Ungenauigkeiten, welche bei der Anwendung der DE entstehen, herangezogen werden. Diese Ungenauigkeiten soll Tabelle 39 im Anhang veranschaulichen. Die DE findet heute in Deutschland nur noch bei verschiedenen Ökoverbänden Verwendung, um maximale Höchstbesätze festzulegen. Die aktuelle DE ist in Tabelle 40 im Anhang aufgelistet (HEIDENREICH 2005). In der heutigen Fassung der Düngeverordnung besteht eine Ausbringungshöchstgrenze von 170 kg N auf Ackerland. Auf Grünland können nach erfolgter Genehmigung durch die zuständige Behörde, welche jedes Jahr neu erteilt werden muss, 230 kg N ausgebracht werden. Hierbei sind ausschließlich Rindviehbetriebe zu berücksichtigen, die mehr als 3 GVE halten und bei denen der Rindviehbestand gemessen in GVE mehr als zwei Drittel des gesamten Tierbestandes ausmacht. Der Nährstoffüberschuss von Phosphor ( $P_2O_5$ ) darf laut Nährstoffvergleich 20 kg im Durchschnitt der letzten 6 Jahre nicht überschreiten. Der zulässige N-Überschuss reduziert sich sukzessive. Er wird vom Erstellungsjahr des Nährstoffvergleichs drei Jahre rückwirkend im Durchschnitt berechnet. Der zulässige N-Überschuss sinkt von 90 kg im Jahr 2008 auf 60 kg im Jahr 2011 (BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN 2009; KOMMISSION DER EUROPÄISCHEN GEMEINSCHAFTEN 2006).

## 6. Aktuelle Förderpolitik für den ländlichen Raum in der Bundesrepublik Deutschland

### 6.1 Europäischer Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums

Die Programmplanungsperiode 2007 bis 2013 sieht erstmals einen Planungsprozess vor, der aus den Strategischen Leitlinien der EU, dem Nationalen Strategieplan und den Entwicklungsprogrammen der Bundesländer besteht (Abbildung 33). Die Strategischen Leitlinien der EU geben die wesentlichen Herausforderungen, Ziele und Handlungsansätze vor. Der Nationale Strategieplan stellt das Bindeglied zwischen den Strategischen Leitlinien der EU sowie den Entwicklungsprogrammen der Länder dar. Er greift die wirtschaftliche, strukturelle, ökologische und soziale Situation der ländlichen Räume und ihre Entwicklungspotenziale auf und gibt die Verteilung der auf die Bundesrepublik Deutschland entfallenen EU-Mittel vor. Die Entwicklungspläne für den ländlichen Raum (EPLR) beinhalten die konkreten Fördermaßnahmen und deren Finanzausstattung, welche in Übereinstimmung mit der nationalen Strategie getroffen wurden. Die Bundesrepublik Deutschland hat der EU-Kommission 14 Entwicklungsprogramme vorgelegt. Niedersachsen und Bremen sowie Berlin und Brandenburg haben gemeinsame Programme entwickelt (FÄHRMANN et al. 2008: 27; FUCHS 2007).

**Abbildung 33: Planungsprozess im Rahmen der Förderung der ländlichen Entwicklung 2007 bis 2013**



Quelle: Eigene Darstellung nach FÄHRMANN et al. 2008: 27

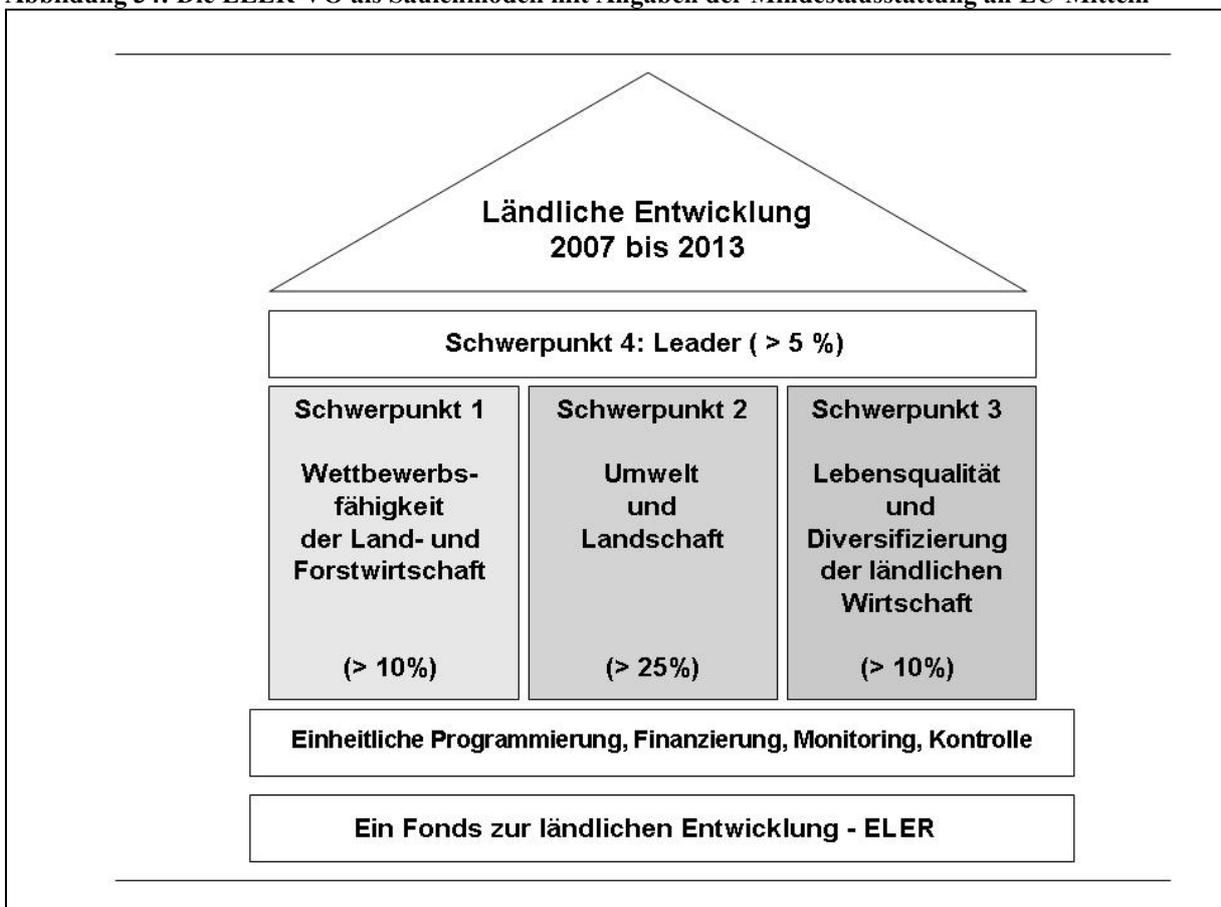
Die ELER-Verordnung gliedert sich in folgende vier Schwerpunkte (LANDESJOURNAL SACHSEN-ANHALT 2009):

- Verbesserungen der Wettbewerbsfähigkeit der Land- und Forstwirtschaft,

- Verbesserung der Umwelt und der Landschaft,
- Förderung von Lebensqualität im ländlichen Raum und Diversifizierung der ländlichen Wirtschaft,
- Verbesserung der Verwaltung und Nutzung des in ländlichen Gebieten vorhandenen Entwicklungspotenzials mit Hilfe des LEADER-Konzepts<sup>13</sup>.

Die ersten drei thematischen Schwerpunkte enthalten neben Unterzielen ein breit gefächertes Maßnahmenbündel. Die Schwerpunkte eins und zwei verfolgen im Wesentlichen sektorale, der Schwerpunkt drei stärker auf den Raum bezogene Ziele. Die EU legt strikte Mindestausstattungen der einzelnen Förderschwerpunkte fest (Abbildung 34). Die verbleibenden Mittel dürfen die Mitgliedsstaaten dann auf die Schwerpunkte frei verteilen (FÄHRMANN et al. 2008: 26; NETZWERK LÄNDLICHE RÄUME 2009a).

**Abbildung 34: Die ELER-VO als Säulenmodell mit Angaben der Mindestausstattung an EU-Mitteln**



Quelle: Eigene Darstellung nach FÄHRMANN et al. 2008: 26

<sup>13</sup> LEADER = Liaison entre actions de développement de l'économie rurale (Verbindung zwischen Aktionen zur Entwicklung der ländlichen Wirtschaft). Lokale Aktionsgruppen erarbeiten mit den Akteuren vor Ort maßgeschneiderte Entwicklungskonzepte für ihre Region.

In den Schwerpunkten eins und drei fördert der ELER-Fonds grundsätzlich 50 % der zuschussfähigen öffentlichen Ausgaben und in den Schwerpunkten zwei und vier 55 %. In Konvergenzgebieten, welche ein Bruttoinlandsprodukt unter 75 % des Gemeinschaftsdurchschnittes aufweisen (alte Ziel-1-Gebiete und Phasing-out-Gebiete), liegen die Kofinanzierungssätze bei 75 bzw. 80 %. Bund und Länder teilen sich die Restfinanzierung jeweils im Verhältnis 60 zu 40. Das methodische LEADER-Konzept finanzierte sich bis 1999 aus allen Strukturfonds und ab 2000 nur noch aus dem EAGFL. Seit 2007 stammen die Fördergelder aus dem ELER-Fonds (FÄHRMANN et al. 2008: 26; KIETZKE 2009).

Für die Bundesrepublik Deutschland stehen für die Förderperiode 2007 bis 2013 ELER-Mittel in Höhe von 8,1 Mrd. € zur Verfügung. Deutschland fördert den ländlichen Raum mit 5,1 Mrd. €. Die Bundesländer stocken mit weiteren 3,2 Mrd. € (so genannte „top ups“) die vier Schwerpunkte der ELER-Verordnung auf (NETZWERK LÄNDLICHE RÄUME 2009a). Tabelle 17 zeigt die Verteilung der EU-Mittel im Vergleich zur vorhergehenden Förderperiode. Die Mittel sind im gesamten Bundesgebiet um ca. 1 Mrd. € zurückgegangen, jedoch betrifft dies die einzelnen Bundesländer unterschiedlich stark. Vor allem die alten Bundesländer haben große Einschnitte hinzunehmen. Eine Ausnahme stellt Niedersachsen dar, weil die Einordnung des ehemaligen Regierungsbezirks Lüneburg als Konvergenzgebiet zu einer höheren Mittelverfügbarkeit führt (FÄHRMANN et al. 2008: 32).

Weiterhin gibt Tabelle 17 einen groben Einblick in die regionalen Prioritäten der Entwicklungspläne. Bezogen auf die Bundesrepublik Deutschland sind etwas über 30 % für den Schwerpunkt eins, knapp 25 % für den Schwerpunkt drei sowie rund 5 % für den Schwerpunkt vier vorgesehen. Schwerpunkt eins, der z. B. die Agrarinvestitionsförderung beinhaltet, ist mit Ausnahme des Küstenschutzes nicht auf bestimmte Regionen konzentriert. Ungefähr die Hälfte der Mitgliedsstaaten sieht für den Schwerpunkt zwei den größten Mittelaufwand vor. Das Gros der Ausgaben im Schwerpunkt zwei binden die Agrarumweltmaßnahmen mit 26 % und die Ausgleichszulage für benachteiligte Gebiete mit 8,9 % der gesamten Ausgaben. Sie konzentrieren sich auf die Mittelgebirgs- und die Bergregionen. Bayern, Baden-Württemberg und Nordrhein-Westfalen haben über 50 % der in ihren Entwicklungsprogrammen ausgewiesenen öffentlichen Mittel diesem Schwerpunkt zugewiesen. Der Schwerpunkt drei hat in der Bundesrepublik Deutschland ein deutlich größeres Gewicht als in den meisten anderen EU-Mitgliedsstaaten. Die Dorferneuerung und -entwicklung mit 9,6 %, die Erhaltung und Verbesserung des kulturellen und natürlichen Erbes mit 6,3 % sowie die Dienstleistungseinrichtungen zur Grundversorgung mit 4,0 % haben den größten Anteil an den öffentlichen Mitteln. Die Maßnahmen beziehen sich hauptsächlich auf die Konvergenzgebiete. Besondere

Bedeutung hat dieser Schwerpunkt für Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen und Sachsen-Anhalt. Das Saarland, Hessen und Schleswig-Holstein wollen zwischen 11 % und 15 % der öffentlichen Mittel über integrierte Entwicklungsansätze gemäß LEADER verausgaben. Damit liegen diese Länder weit über dem Bundesdurchschnitt (BMELV 2009a: 34 f.; BMELV 2006: 31; FÄHRMANN et al. 2008).

Die Berücksichtigung von „top ups“ der Bundesländer in Tabelle 17, die nicht zum Finanzrahmen der ELER-Verordnung gehören, jedoch den Schwerpunkten der ELER-Verordnung zuzuordnen sind, verfälscht teilweise die vorgegebene Mindestausstattung an ELER-Mitteln für die einzelnen Schwerpunkte. Hieraus lässt sich erklären, warum nur 4,9 % der öffentlichen Mittel für den Schwerpunkt vier angesetzt sind. Bei der Verteilung der gesamten öffentlichen Mittel auf die einzelnen Schwerpunkte sind die Mittel aus dem Health Check 2008 und dem europäischen Konjunkturpaket nicht enthalten. Die technische Hilfe beinhaltet Fortbildungsmaßnahmen, Verwaltungskosten, Evaluierungen etc. (BMELV 2009a: 34 f.; BMELV 2006: 31; KEMPER 2009).

**Tabelle 17: EU-Mittel aufgeteilt nach Bundesländern sowie Verteilung der gesamten öffentlichen Gelder auf die Schwerpunkte der ELER-Verordnung**

	2000-2006 EAGFL	2007-2013 ELER	Änderung 2007-2013 zu 2000-2006	Schwerpunkt 1	Schwerpunkt 2	Schwerpunkt 3	Schwerpunkt 4	Technische Hilfe	Summe
	Mio. €			%					Mio. €
BW	822,31	610,74	-6	27,4	58,9 (42,5)*	9,8	3,2	0,7	1,789,6
BY	1.682,81	1.253,94	-5	21,3	59,1 (31,9)*	15,7	3,6	0,4	3,501,9
BB+BE	1.057,22	1062,5	0	35,2	30,9 (19,3)*	26,5	4,8	2,6	1,385,0
HH	42,77	25,35	-1	62,4	15,9 (14,2)*	16,9	3,2	1,5	71,3
HE	272,84	218,37	-20	19,9	39,9 (24,6)*	27,1	12,3	0,8	722,4
MV	870,84	882,07	1	27,5	23,9 (17,6)*	41,7	6,2	0,8	1,157,4
NI+HB	694,29	815,38	17	55,1	19,3 (15,9)*	19,4	4,6	1,6	2,125,6
NW	282,46	292,47	4	26,6	53,7 (41,9)*	15,2	3,8	0,7	808,6
RPF	307,4	245,25	-20	38,1	38,6 (23,6)*	15,9	5,8	1,6	677,9
SL	35,93	28,27	-21	16,8	36 (35)*	30,8	14,6	1,8	56,5
SN	1.088,32	926,81	-15	22,1	31,8 (17,4)*	39,7	4,7	1,7	1,206,4
ST	946,75	817,48	-14	33,7	23,4 (15,5)*	35,4	4,2	3,3	1,323,5
SH	236,53	237,7	0	29	27,9 (21,8)*	30,9	11,6	0,6	493,5
TH	822,51	692,75	-16	27,1	39,2 (25,2)*	28,4	4,1	1,2	1,073,7
Vernetzungsstelle	1,5	3,41	-					100	6,8
Bundesrepublik Deutschland	9.164,44	8.112,52	-11	30,7	39,5 (25,5)*	23,5	4,9	1,3	16,400,1

insgesamt									
-----------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

\* Prozentualer Fördermittelsatz für Agrarumweltmaßnahmen (AUM)

Quelle: Eigene Darstellung nach BMELV 2009a: 34 und FÄHRMANN et al. 2008: 33

Tabelle 18 zeigt den Flächenumfang des Schwerpunktes 2 aufgefächert nach Naturschutzziele. Überschneidungen bei der Zuordnung der einzelnen Maßnahmen zu den Naturschutzziele können nicht vermieden werden, weil einige Maßnahmen jeweils mehreren der hier aufgezählten Ziele dienen. Somit kann es zu Mehrfachzählungen derselben Fläche kommen.

**Tabelle 18: Geförderte landwirtschaftliche Fläche im Schwerpunkt 2 nach Bundesländern und Naturschutzziele**

	Biodiversität und landwirtschaftliche Fläche von hohem Naturwert	Wasserqualität	Klimawandel	Bodenqualität	Vermeidung der Marginalisierung und Landnutzungsaufgabe
BB/BE	266.600 ha	245.400 ha	210.200 ha	97.300 ha	111.300 ha
BW	1.330.000 ha	1.525.000 ha	1.042.000 ha	1.392.000 ha	475.000 ha
BY					
HE	106.000 ha	116.000 ha	58.000 ha	116.000 ha	80.500 ha
HH	3.250 ha	4.280 ha	200 ha	1.000 ha	
MV	464.675 ha	457.420 ha	273.420 ha	41.120 ha	120.070 ha
NI/HB	100.000 ha	250.000 ha		154.000 ha	
NW	290.000 ha	275.000 ha	255.000 ha		115.000 ha
RPF					
SH	37.000 ha	108.000 ha			
SL	21.000 ha	21.000 ha	21.000 ha	21.000 ha	21.000 ha
SN	80.780 ha	117.780 ha	117.780 ha	117.780 ha	352.230 ha
ST					
TH	298.700 ha	73.500 ha	137.000 ha		

Quelle: Eigene Darstellung nach Daten der EPLR der Länder

Folgende Maßnahmen sind in den Durchführungsbestimmungen der ELER Verordnung (EG) Nr. 1698/2005 im Schwerpunkt zwei an den Großvieheinheitenschlüssel gebunden. Artikel 27 enthält die Auflagen für die extensive Haltung von Nutztieren:

- Die Grünlandwirtschaft muss aufrecht erhalten bleiben, wobei die gesamte Weidefläche (je GVE) zu bewirtschaften ist.
- Es muss eine Besatzdichte festgelegt werden, wobei sämtliches Weidevieh, das auf dem landwirtschaftlichen Betrieb gehalten wird, zu berücksichtigen ist.

- Im Falle der Verpflichtung zur Verringerung der Nährstoffauswaschung etc. ist der gesamte auf dem landwirtschaftlichen Betrieb gehaltene Viehbestand, der für die jeweilige Verpflichtung von Bedeutung ist, anzurechnen.
- Die GVE, die zur Umrechnung des Viehbesatzes dient (siehe Tabelle 41 im Anhang), müssen auf die gesamte Weidefläche bezogen werden, damit eine Über- bzw. Unternutzung vermieden wird.

Die Mitgliedsstaaten können den GVE-Schlüssel auf der Grundlage von objektiven Kriterien innerhalb der im Anhang für die jeweilige Kategorie festgelegten Grenzen differenzieren. Die ELER-Verordnung bestimmt jedoch nicht die Besatzdichte. Dies wird den einzelnen Mitgliedsländern überlassen. Als weitere Maßnahme, die auf den GVE-Schlüssel abstellt, ist die Förderung vom Aussterben bedrohter Rassen zu nennen. Die Mitgliedsländer entwerfen Tierschutzverpflichtungen, welche mindestens einen der folgenden verbesserten Standards bieten müssen:

- Bessere Abstimmung der Wasser- und Futtermittellieferung auf die natürlichen Bedürfnisse der Tiere,
- bessere Haltungsbedingungen wie z. B. Platzangebot, Einstreu, natürliche Beleuchtung,
- Auslauf im Freien,
- keine Anwendung von systematischen Verstümmelungen,
- keine Isolation oder permanente Anbindehaltung,
- Vermeidung von Erkrankungen, die in erster Linie auf Haltungsformen oder Haltungsbedingungen zurückzuführen sind.

Die Vergütung beträgt 500 € je GVE. Die ELER-Verordnung gibt allerdings, wie in diesem Kapitel bereits erwähnt, den einzelnen Mitgliedsstaaten große Freiräume hinsichtlich der Auslegung der Anforderungen (KOMMISSION DER EUROPÄISCHEN GEMEINSCHAFTEN 2006: 25; RAT DER EUROPÄISCHEN UNION 2005: 39).

## **6.2 Gemeinschaftsaufgabe Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes (GAK)**

### **6.2.1 Grundsätze der GAK**

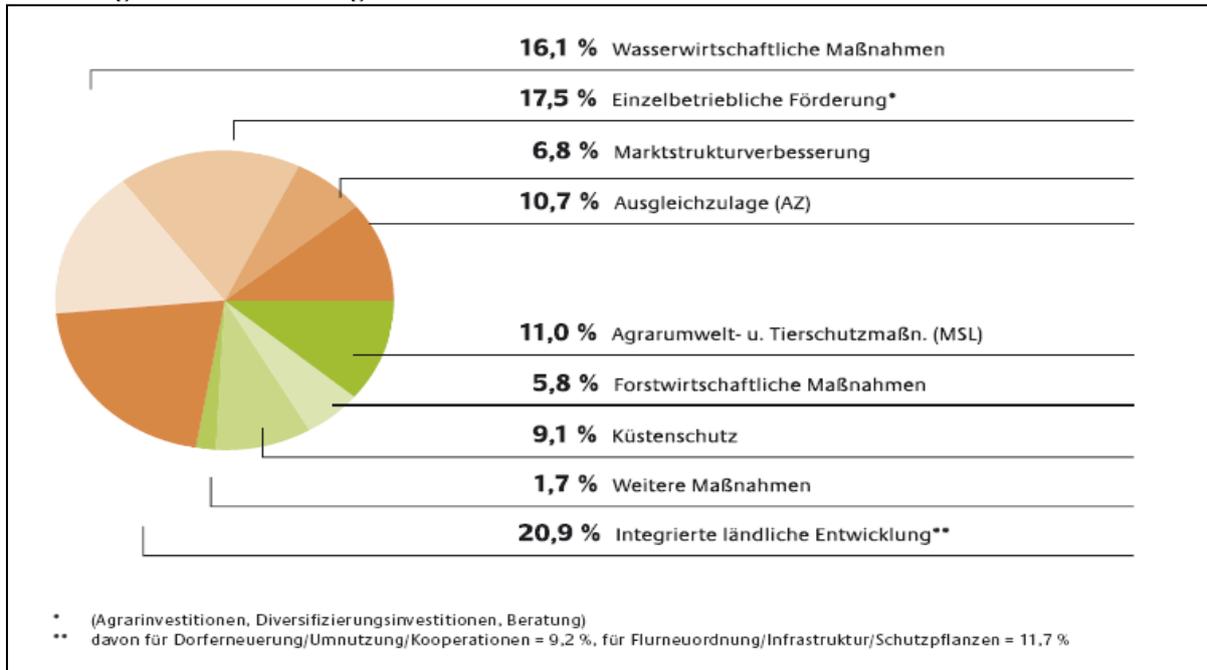
Die Bundesrepublik Deutschland ist einer der wenigen Mitgliedsstaaten, die regionale Programme anbieten (siehe Kapitel 6.1). Die Struktur der Länderprogramme ist sehr heterogen. Die GAK dient als nationale Rahmenregelung, um eine bestimmte Kohärenz bei der Förde-

rung ländlicher Räume zu gewährleisten. Maßnahmen, welche einen hohen finanziellen Anteil am Gesamtbudget haben, z.B. die Grünlandextensivierung, werden von fast allen Bundesländern angeboten. Diese sind bereits über eine längere Periode gefördert und von der GAK flankiert worden (FÄHRMANN et al. 2008: 38). Die GAK gliedert sich in die Förderbereiche:

- Verbesserung der ländlichen Strukturen,
- nachhaltige Landbewirtschaftung,
- Forsten,
- sonstige Maßnahmen,
- Küstenschutz.

Die EU-Kommission muss die GAK genehmigen. Die Fördergrundsätze des aktuellen Rahmenplans gelten für den Zeitraum der Finanzplanung 2007 bis 2013. Der Planungsausschuss für Agrarstruktur und Küstenschutz (PLANAK) überprüft den Rahmenplan jährlich und passt ihn an aktuelle Entwicklungen an. Der PLANAK setzt sich aus den Agrarministern von Bund und Ländern sowie dem Bundesminister der Finanzen zusammen. Die Förderung erfolgt je nach Vorhaben in Form eines Zuschusses oder einer Bürgschaft. Die Höhe der Förderung richtet sich nach Art und Umfang der Maßnahme. Für die Durchführung der Förderung sind ausschließlich die Bundesländer zuständig. Die Bundesländer konkretisieren durch eigene Förderrichtlinien die Fördergrundsätze der GAK. Alle Bundesländer bis auf Berlin und Bremen, die mit Brandenburg bzw. Niedersachsen zusammenarbeiten, haben eigene Entwicklungsprogramme, welche die Förderung der ländlichen Räume festlegen, vorgelegt. Grundsätzlich fördern Bund und Länder die einzelnen Maßnahmen im Verhältnis 60 zu 40. Aus diesem Grund wirken sich die Förderbedingungen der GAK erheblich auf die Ausgestaltung der Landesrichtlinien aus. Abbildung 35 zeigt die prozentuale Verteilung der Mittel aus der GAK, welche die Länder im Jahr 2007 vorsahen (BMELV 2007a: 7; BMELV 2009a; BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND TECHNOLOGIE 2009).

**Abbildung 35: Mittelverteilung der GAK**



Quelle: BMELV 2007a: 10

Im Folgenden werden ausschließlich die Fördermaßnahmen der GAK aufgeführt, in denen der GVE-Schlüssel grundlegender Bestandteil ist.

### **6.2.2 Förderung extensiver Grünlandnutzung**

Die Grundanforderungen für die Teilnahme an umweltfreundlichen Verfahren auf dem Grünland sind die Einhaltung der Cross Compliance-Bestimmungen im gesamten Betrieb sowie der Anforderungen bei der Anwendung von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln gemäß ELER Verordnung (Art. 39 Abs. 3; Einhaltung von nationalen Rechtsvorschriften siehe Düngeverordnung und Pflanzenschutzgesetz). Der Umfang des Dauergrünlandes darf grundsätzlich nicht durch Umbruch in Ackerland verringert werden; zudem ist die Einhaltung der guten fachlichen Praxis Voraussetzung. Unter die „speziellen“ Anforderungen fällt, dass die gesamte Hauptfutterfläche (HFF) des Betriebes mit maximal 1,4 raufutterfressenden Großvieheinheiten/ha (RGV entspricht dem Umrechnungskoeffizienten der GVE für Rinder) und minimal mit 0,3 RGV/ha HFF bewirtschaftet werden darf. Die HFF entspricht dem Umfang der Grünlandfläche inklusive des Maisanbaus und des Feldfutterbaus. Die Anwendung von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln ist eingeschränkt. Die zulässige Höhe für die Ausbringung von Wirtschaftsdünger entspricht der Ausscheidungsmenge von 1,4 GVE je ha landwirtschaftlicher Fläche. Beregnungs- oder Meliorationsmaßnahmen sind verboten. Die Flächen müssen jährlich einmal genutzt werden. Die Förderhöhe beträgt für diese Maßnahme 110 €/ha. Diese Maßnahme kann mit dem Verbot der Wirtschaftsdüngerausbringung und der Führung eines Weidetagebuchs kombiniert werden und ist mit 239 €/ha förderfähig. Darüber hinaus können

bestimmte Verfahren der Weidehaltung von den Landesverwaltungen festgelegt werden. Die Bundesländer haben die Möglichkeit, von dem Beihilfebetrug nach unten um 40 % und nach oben um 20 % abzuweichen (BMELV 2007a: 31).

### **6.2.3 Ausbringung von Wirtschaftsdünger mit umweltfreundlichen Verfahren**

Die Ausbringung von flüssigem Wirtschaftsdünger mit umweltfreundlicher Technik fördert die GAK mit 15 € je Standard-Wirtschaftsdüngereinheit einer GVE. Für die Berechnung der Förderung gelten folgende Regeln: Der nach Tabelle 42 im Anhang berechnete Dunganfall, dividiert durch die Anzahl der GVE, ergibt den Standard-Wirtschaftsdüngeranfall einer GVE. Die gesamte ausgebrachte Menge, dividiert durch den Standard-Wirtschaftsdüngeranfall einer GVE, ergibt die Anzahl der Standard-Wirtschaftsdüngereinheiten. Voraussetzung ist die bodennahe Ausbringung bzw. sofortige Einarbeitung des flüssigen Wirtschaftsdüngers mit dazu geeigneten Geräten. Weiterhin muss jährlich mindestens einmal der Wirtschaftsdünger auf den Gesamtstickstoff- und Ammoniumstickstoffgehalt geprüft werden. Bei Ausbringung des gesamten Wirtschaftsdüngers beträgt die Förderhöhe höchstens 30 €/ha. Von diesen Maßnahmen können die Länder 30 % nach unten und 20 % nach oben abweichen (BMELV 2007a: 32; DEUTSCHER BUNDESTAG 2008: 46).

### **6.2.4 Förderung von umwelt- und tiergerechten Haltungsverfahren**

Als letzter Punkt ist die Förderung von umwelt- und tiergerechten Haltungsverfahren zu nennen. Die Teilnahme ist durch die Einschränkung, mindestens 0,3, aber höchstens 2 GVE/ha landwirtschaftliche Fläche zu halten, begrenzt. Beihilfefähig sind sechs verschiedene Maßnahmen. Die erste Maßnahme ist die Sommerweidehaltung. Die Tiere müssen vom 1. Juni bis 1. Oktober täglich Weidegang erhalten sowie freien Zugang zu einer Tränkevorrichtung haben. Die Maßnahme gilt für die Milchviehhaltung, für Rinder zur Aufzucht und für die Mastrinderhaltung. Die Beihilfe beträgt 50 €/GVE. Die zweite Maßnahme gilt bei Haltung von Milchkühen, Rindern zur Aufzucht, Mastrindern oder Schweinen in Laufställen mit planbefestigten oder mit teilperforierten Flächen und mit Weidehaltung. Die dritte Maßnahme entspricht der zweiten Maßnahme ohne Weidehaltung, wobei die Aufstallung auf Stroh Pflicht ist. Bei Schweinen darf das Stroh nicht gehäckselt sein. Die vierte Maßnahme ist die Kombination aus der zweiten und dritten Maßnahme. Die fünfte Maßnahme besteht in der Haltung von Milchkühen, von Rindern zur Aufzucht, von Mastrindern oder Schweinen in Laufställen mit planbefestigten oder mit teilperforierten Flächen jeweils mit Außenauslauf sowie Aufstallung auf Stroh. Als sechste und letzte Maßnahme lassen sich die zweite und vierte Maßnahme

kombinieren. Die Länder können die Beihilfe um bis zu 30 % absenken oder um bis zu 20 % anheben. Die Fördersätze sind in Tabelle 19 aufgelistet (GAK Rahmenplan 2010 bis 2013).

**Tabelle 19: Beihilfeshöhe für umwelt- und tiergerechte Haltungsverfahren in dem GAK-Rahmenplan 2010 bis 2013**

Fördersätze je GVE	Maßnahme 1	Maßnahme 2	Maßnahme 3	Maßnahme 4 (2+3)	Maßnahme 5	Maßnahme 6 (2+4)
Milchkuh	40 € ab 2009 50 €	88 €	37 €	100 €	54 €	116 €
Aufzucht-rind	40 € ab 2009 50 €	61 €	36 €	74 €	53 €	94 €
Mastrind	50 €	94 €	167 €	203 €	183 €	219 €
Mast-schwein	-	121 €	115 €	167 €	129 €	182 €
Zucht-schwein	-	121 €	146 €	189 €	158 €	202 €

Quelle: Eigene Darstellung nach GAK RAHMENPLAN 2010 - 2013

## 7. Vergleichende Gegenüberstellung ausgewählter Agrarumweltmaßnahmen

Die Vielfalt der angebotenen Agrarumweltmaßnahmen, welche die Heterogenität der Ziele und regionalen Rahmenbedingungen widerspiegelt (siehe Abbildung 103 im Anhang), macht einen Vergleich verschiedener Maßnahmen erforderlich, wenn die Auswirkungen einer veränderten GVE auf die landwirtschaftlichen Betriebe analysiert werden sollen. Die folgende Darstellung erstreckt sich auf alle Bundesländer. Die darauf folgende Auswertung anhand von Daten aus dem „Integrierten Verwaltungs- und Kontrollsystem (InVeKoS)<sup>14</sup>“ beschränkt sich auf die Länder Niedersachsen, Bayern und Sachsen. Die Auswahl dieser Länder ist auf ihre Repräsentativität bezüglich der angebotenen Maßnahmen und der Agrarstrukturen zurückzuführen. Die Entwicklungspläne für den ländlichen Raum (EPLR) 2007 bis 2013, welche die zu untersuchenden Agrarumweltmaßnahmen beinhalten, wurden unter Mitwirkung der verschiedenen Verwaltungen erarbeitet, gemeinsam mit den Wirtschafts- und Sozialpartnern abgestimmt und im Jahr 2007 von der EU-Kommission genehmigt. Die Agrarumweltmaßnahmen unterlagen im Jahr 2009 einer Überprüfung, um gegebenenfalls an aktuelle Entwicklungen angepasst zu werden. Die folgende Darstellung kann daher nur eine Momentaufnahme der Maßnahmen sein.

---

<sup>14</sup> InVeKoS ist ein durch die Europäische Kommission schrittweise eingeführtes System von Verordnungen zur Durchsetzung einer einheitlichen Agrarpolitik in den EU-Mitgliedsstaaten. Das InVeKoS dient zur EU-weit genormten Tierkennzeichnung und zur Identifizierung landwirtschaftlich genutzter Parzellen. Es wird weiterhin zur Bearbeitung und Auszahlung von Beihilfeanträgen genutzt.

## 7.1 Ökologischer Landbau

Der Ökologische Landbau ist als Fördermaßnahme in den EPLR einiger Länder an Mindest- bzw. Höchstgrenzen gemessen in GVE gebunden. Tabelle 20 gibt die Anforderungen bezüglich des GVE-Schlüssels für die Förderung des ökologischen Anbaus und die Fördersätze wieder. Alle landwirtschaftlichen Betriebe müssen die geltenden EU-rechtlichen Vorgaben für den ökologischen Landbau einhalten. Die Umstellungsförderung wird in sechs Bundesländern angeboten. BY, SH und SL haben die (Wieder-)Einführung der Umstellungsförderung angekündigt. BB/BE, BW, HE, MV und ST bieten keine Umstellungsförderung an. Die fünf letztgenannten Bundesländer fördern die zweijährige Einführungsphase des ökologischen Landbaus lediglich in derselben Höhe wie die Beibehaltungsphase. In Hessen und Sachsen-Anhalt sind Grünlandflächen nur förderfähig, wenn ein Mindesttierbesatz von 0,3 RGV/ha Dauergrünland gehalten wird. Die zuständige Fachbehörde kann auch andere Tierarten (z.B. Geflügel oder Schweine) für eine Grünlandnutzung zulassen. In diesem Fall gilt ein Mindestbesatz von 0,3 GVE/ha Grünland (HMULV 2008: 24). In der vergangenen Förderperiode sah Bayern als einziges Bundesland die Verpflichtung vor, dass Betriebe mit mehr als 50 % HFF jährlich einen Mindestviehbesatz im Betrieb von 0,5 GVE/ha HFF und einen Höchstbesatz von 2 GVE/ha Landwirtschaftliche Fläche (LF) einhalten müssen. Heute gilt ein Mindestbesatz von 0,3 RGV/ha HFF. Die Obergrenze ist dagegen beibehalten worden. In der aktuellen Förderperiode fordern ebenfalls Brandenburg und Berlin einen Höchstviehbesatz. Die Mindestanforderungen sind in NRW und SH mit mindestens 0,5 RGV/ha Grünland im Ländervergleich am höchsten. Der ökologische Landbau in BW, HH, MV, NI/HH, RPF, SN, MV; ST und TH unterliegt keiner Beschränkung hinsichtlich des Tierbestandes. Die zusätzliche Förderung in Höhe von 35 €/ha bei der verpflichtenden Teilnahme am Kontrollverfahren soll die hohe Kostenbelastung der kleinen Ökobetriebe abmildern (STMELF 2009: 386 f.).

**Tabelle 20: Anforderung an den Viehbestand für die Förderung des Ökologischen Landbaus und die zugehörigen Fördersätze**

	Dauergrünland		Ackerland	Gemüsebau	Dauerkulturen	Unterglaskulturen	Kontrolle
		GVE-Einheiten					
<b>BB/BE</b>	131 €/ha bzw. 150 €/ha bei Einführung (zweijährig). Keine Berechnung und Melioration auf den geförderten Flächen.	Mind. 0,3 und max. 1,4 RGV je ha HFF. Weidebesatzstärke max. 1,4 RGV je ha beweidetes Grünland	137 €/ha (Beibehaltung) bzw. 150 €/ha bei (Einführung)	308 €/ha (Beibehaltung) bzw. 340 €/ha (Einführung). Inkl. Beerenobst, Heil- und Gewürzpflanzen sowie Zierpflanzen.	588 €/ha (Beibehaltung) bzw. 640 €/ha (Einführung)	-	-
<b>BW</b>	150 €/ha.	<i>Keine Angaben.</i>	150 €/ha.	500 €/ha.	600 €/ha.	-	40 €/ha bzw. max. 400 €/Betrieb.
<b>BY</b>	210 €/ha. Umstellungszeitraum: 300 €/ha. Umfang des Dauergrünlandes darf nicht verringert werden.	Bei mehr als 50 % HFF mind. 0,3 GVE/ha HFF. Max 2 GVE/ha LF	210 €/ha Umstellungszeitraum 300 €/ha	420 €/ha Umstellungszeitraum 500 €/ha	420 €/ha Umstellungszeitraum 500 €/ha	-	Für die ersten 15 ha ist eine zusätzliche Förderung in Höhe von 35 €/ha bei Nachweis der Kontrolle vorgesehen.
<b>HE</b>	160 €/ha.	Fördervoraussetzung für Grünlandflächen: mind. 0,3 RGV/ha Dauergrünland. In Einzelfällen auch 0,3 GVE/ha möglich.	160 €/ha..	320 €/ha..	560 €/ha..	-	35 €/ha; max. 530 €/Betrieb
<b>HH</b>	137 €/ha. Umstellungszeitraum: 262 €/ha.	<i>Keine Angaben.</i>	137 €/ha Umstellungszeitraum: 262 €/ha	271 €/ha Umstellungszeitraum: 440 €/ha	662 €/ha. Umstellungszeitraum: 1.107 €/ha	-	35 €/ha bzw. max. 530 €/Betrieb.
<b>MV</b>	135 €/ha.	<i>Keine Angaben.</i>	135 €/ha.	308 €/ha.	588 €/ha.	-	35 €/ha bzw. max. 530 €/Betrieb
<b>NI/HB</b>	137 €/ha. Umstellungszeitraum: 262 €/ha	<i>Keine Angaben.</i>	137 €/ha. Umstellungszeitraum: 262 €/ha	271 €/ha. Umstellungszeitraum: 693 €/ha.	662 €/ha. Umstellungszeitraum: 1.107 €/ha	-	35 €/ha bzw. max. 530 €

<b>NW</b>	137 €/ha. Umstellungszeitraum: 262 €/ha	Mind. 0,5 RGV/ha Grünland.	137 €/ha Umstellungszeitraum: 262 €/ha	271 €/ha Umstellungszeitraum: 639 €/ha	662 €/ha Umstellungszeitraum: 1.107 €/ha	4.500 €/ha. Umstellungszeitraum: 5.500 €/ha. Ab dem 6.Jahr 3.500 €/ha.	35 €/ha bzw. max. 525 €/Betrieb.
<b>RPF</b>	120 €/ha. Umstellungszeitraum: 200 €/ha Keine Umfangreduzierung des Dauergrünlandes	<i>Keine Angaben.</i>	120 €/ha. Umstellungszeitraum: 200 €/ha. Jährliches Anbauverhältnis aus mind. 3 Kulturen, wobei jede Kultur mind. 15%	300 €/ha. Umstellungszeitraum: 480 €/ha	Obst: 610 €/ha (Umstellungszeitraum: 715 €/ha); Wein: 560 €/ha (Umstellungszeitraum: 660 €/ha). Bestockte Rebflächen in abgegrenzten Steil- und Steilstlagen: 255 €/ha	-	-
	Es werden alle Flächen des Betriebes in die Förderung mit einbezogen. Auch Öko-Tierproduktion.						
<b>SH</b>	137 €/ha. Keine Umfangreduzierung des Dauergrünlandes	Mind. 0,5 RGV/ha Grünland.	137 €/ha.	271 €/ha.	662 €/ha für Dauer- und Baumschulkulturen.	-	-
	Flächen im Eigentum der Stiftung Naturschutz und Flächen, die nach den Bestimmungen des Vertragsnaturschutzes oder des Halligprogramms gefördert werden, Landesschutzdeiche und Vorland an der Westküste sowie gefährdete Deiche an der Ostküste sind von der Förderung ausgeschlossen.						
<b>SL</b>	116 €/ha.	Grünlandbetriebe mind. 0,3 RGV/ha Grünland	116 €/ha.	230 €/ha.	563 €/ha.	-	35 €/ha bzw. max. 530 €/Betrieb.
<b>SN</b>	137 €/ha. Umstellungszeitraum: 262 €/ha	<i>Keine Angaben.</i>	137 €/ha. Umstellungszeitraum: 262 €/ha	271 €/ha. Umstellungszeitraum: 440 €/ha	662 €/ha. Umstellungszeitraum: 1.107 €/ha	-	35 €/ha bzw. max. 530 €/Betrieb.
<b>ST</b>	137 €/ha.	<i>Keine Angaben.</i>	160 €/ha.	271 €/ha.	662 €/ha.	-	35 €/ha bzw. max. 530 €/Betrieb.
<b>TH</b>	160 €/ha Umstellungszeitraum: 187 €/ha	<i>Keine Angaben.</i>	137 €/ha. Umstellungszeitraum: 187 €/ha	271 €/ha. Umstellungszeitraum: 440 €/ha	662 €/ha. Umstellungszeitraum: 840 €/ha	-	35 €/ha bzw. max. 530 €/Betrieb

Quelle: Eigene Darstellung nach Daten der EPLR der Länder

## 7.2 Grünlandextensivierung

Bei den GAK-Maßnahmen „Extensive Bewirtschaftung des Dauergrünlandes mit höchstens 1,4 RGV/ha Hauptfutterfläche“ (B.1) und „Extensive Bewirtschaftung von bestimmten Grünlandflächen zur Verringerung der Betriebsmittelanwendung“ (B.3.1a) handelt es sich um sehr ähnliche Maßnahmen. Sie werden deshalb an dieser Stelle gemeinsam behandelt. Bei Maßnahme B.1 muss das gesamte Grünland eines Betriebs extensiv bewirtschaftet werden, bei Maßnahme B.3.1a beziehen sich die Vorgaben nur auf einzelne Flächen (THOMAS et al. 2009: 38).

Die Erklärung für die Implementierung einer Beschränkung des Raufutterfresserbesatzes je Hektar Hauptfutterfläche (RGV/ha HFF) liegt in der Begrenzung der Nutzungsintensität und in der einfachen Kontrollierbarkeit des Viehbesatzes begründet. Die Nutzungs- und Düngungsintensität bedingen sich auf Grünland gegenseitig, d. h. eine extensive Flächennutzung verlangt eine hinreichend extensive Viehhaltung. Die Erhebung des Raufutterfresserbesatzes in der InVeKoS-Datenbank ist im Vergleich zur Kontrolle des Düngenniveaus relativ einfach. Bei einem Raufutterfresserbesatz bis zu 1,4 RGV/ha HFF existiert nur ein sehr geringer ökonomischer Anreiz, ertragssteigernde chemisch-synthetische Produktionsfaktoren einzusetzen. Dies liegt in der natürlichen Ertragskraft des Grünlandes begründet, welche eine hinreichende Grundfuttersversorgung für 1,4 RGV/ha HFF gewährleistet. Der Verkauf des Grünlandaufwuchses ist bis auf wenige Ausnahmen (Verkauf von Heu an Pferdehalter in unmittelbarer Nähe von Ballungsgebieten) nicht lukrativ und wenig verbreitet (NIEDERSÄCHSISCHES MINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN 2000: 331).

Tabelle 21 zeigt die Anforderungen und Fördersätze der extensiven Grünlandwirtschaft in den Ländern. Alle Länder bieten zusätzlich zu den durch die GAK geförderten Maßnahmen weitere auf Grünland bezogene Vertragsnaturschutzmaßnahmen an. Eine umfassende Darstellung des Vertragsnaturschutzes folgt in Kapitel 7.5. Die Grünlandextensivierung im niedersächsischen und hessischen (ohne Weideverpflichtung) Agrarumweltprogramm kennt keine Beschränkung hinsichtlich des Tierbestandes, wohingegen Nordrhein-Westfalen mit 0,6 RGV/ha HFF den höchsten Mindestviehbesatz fordert. Die Länder Bayern, Baden-Württemberg, Hamburg, Nordrhein-Westfalen, Rheinland-Pfalz, Saarland, Sachsen und Sachsen-Anhalt verlangen die Begrenzung der Wirtschaftsdüngermenge hinsichtlich der GVE-Grenze aus. Schleswig-Holstein und Mecklenburg-Vorpommern bieten keine GAK-kofinanzierten Grünlandmaßnahmen an.

Im Folgenden sollen beispielhaft zwei Maßnahmen und die Herleitung ihrer Prämienhöhe näher erläutert werden. In Bayern dürfen Betriebe, die an der „Grünlandextensivierung durch Mineraldüngerverzicht“ teilnehmen, insgesamt nur den Wirtschaftsdünger ausbringen, der einem Viehbesatz von max. 1,4 bzw. 1,76 GVE/ha LF entspricht. Nach STMELF (2009: 474) entsprechen 1,76 GVE einer Ausscheidung von 150 kg N pro Jahr. Als Referenzfläche für die Kalkulation der Prämienhöhe in der Variante 1,76 GVE/ha HFF dient Grünland mit hohem Ertragspotential (68.000 MJ NEL). Langjährige Erhebungen der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft haben ergeben, dass die Ertragsreduktion, vor allem wegen der fehlenden Startgabe im Frühjahr, 30 % beträgt. Der Ersatz des fehlenden Futters erfolgt über die Zupacht von Grünlandflächen, welche ebenfalls extensiv bewirtschaftet werden. Bei der Extensivierungsvariante 1,4 GVE/ha HFF dient als Referenzfläche Grünland in weniger wüchsigen Lagen. Der bayerische Ertragsdurchschnitt liegt bei 47.500 MJ NEL/ha. Diese Flächen zeigen eine geringere Ertragsreduktion bei Düngungsverzicht gegenüber dem Grünland in wüchsigen Lagen; der Ertrag reduziert sich nur um 19 %. Die verspätete Nutzung des Grünlandes führt dazu, dass der erste Schnitt zu zwei Drittel als Heu genutzt wird. Aus diesem Grund ist mit einer Minderung der Futterqualität hinsichtlich Energiedichte und Eiweißgehalt sowie einem weiteren Abfall der verwertbaren Grundfutterleistung zu rechnen (STMELF 2009: 410).

**Tabelle 21: Extensive Bewirtschaftung des Dauergrünlandes mit 0,3 bis 1,4 RGV/ha HFF bzw. Grünlandnutzung zur Verringerung der Betriebsmittelanwendung in den Bundesländern**

Bundesland	Maßnahme	Begrenzung des Viehbesatzes (min. 0,3 RGV/ha, max. 1,4 RGV/ha)	Keine Umwandlung von Grünland in Ackerland	Zeitliche Nutzungsbeschränkung (einmal jährliche Nutzung)	Max. Wirtschaftsdüngermenge entsprechend 1,4 GVE/ha LF	Verzicht auf chemisch-synthetische Düngemittel	Förderhöhe	Flächenbezogenheit (gesamtbetrieblich)
Brandenburg/Berlin (BB/BE)	A1	x	x	x	Anhand Nährstoffgehalt im Boden	x	120 €/ha	x
Baden-Württemberg (BW)	B2	x	x	x	x	Nicht verboten	90 €/ha	x
	B1	x mit max. 2,0 GVE/ha LF	x	Späte Nutzung	Aufzeichnungspflicht	Aufzeichnungspflicht	50 €/ha	Auf allen förderfähigen Flächen
Bayern (BY)	KULAP-A 2.2	x bzw. bis max. 1,76 GVE/ha HFF	x	x	x bzw. 1,76 GVE/ha LF	Mineraldüngerverzicht	180 €/ha bzw. 130 €/ha	Auf allen förderfähigen Flächen
Hessen (HE)	HIAP 5. b)	Kein Mindestbesatz, max. 2,0 RGV/ha HFF	x	Beweidung, späte Mahd	Jegliche Düngung untersagt	x	200 €/ha bzw. 140 €/ha	Einzelflächenbezogen
	HIAP 5. a)	Individuelle Auflagen zur Beweidung	x	x	Aufzeichnungspflicht	x	110 €/ha bzw. 90 €/ha	Einzelflächenbezogen
Hamburg (HH)	7	x	x	x	x	x Sondergenehmigung möglich	110 €/ha	x
Mecklenburg-Vorpommern (MV)	-	-	-	-	-	-	-	-
Niedersachsen/Bremen (NI/HB)	B1	-	x	x	Positivliste	x	110 €/ha	Einzelflächenbezogen
Nordrhein-Westfalen (NW)	1 B)	Min. 0,6 RGV/ha HFF	x	x	x	x	90 €/ha	x
Rheinland-Pfalz (RPF)	PAULa umweltschonend	x	x	x	x	Bis 170kg Gesamt-N	70 €/ha bzw. 120 €/ha	x
Schleswig-Holstein (SH)	-	-	-	-	-	-	-	-
Saarland (SL)	AUM Extensive GL-Bewirtschaftung	x	x	x	x nicht mehr als 120 kg N pro Jahr	x Sondergenehmigung möglich	94 €/ha	x
Sachsen (SN)	G1	x Min. Grenze gilt nur auf beantragter GL-Fläche	x	x	x	x	108 €/ha	Nur wenn mindestens ein Grünlandschlag im VNP
Sachsen-Anhalt (ST)	B) a)	x	x	x	x	75 kg N, 30 kg P, 140 kg K	110 €/ha	x
	B) c)	x	x	x	Kein Wirtschaftsdünger tierischer Herkunft	x	110 €/ha	Einzelflächenbezogen
Thüringen (TH)	N2	Min. 0,5 RGV/ha bzw. nach Pflegeplan	x	x	Jegliche Düngung untersagt	x	200 €/ha	Auf allen förderfähigen Flächen
	L4	Min. 0,5 RGV/ha, kein Höchstbesatz	x	Aufzeichnungspflicht	Aufzeichnungspflicht	Aufzeichnungspflicht	110 €/ha	Auf allen förderfähigen Flächen

Quelle: Eigene Darstellung nach Daten der EPLR

### **7.3 Förderung von umweltfreundlicher Gülleausbringung**

In BW, NI/HB, SH, SL, BY besteht eine Förderung umweltfreundlicher Gülleausbringung. In der vergangenen Förderperiode bestand eine vergleichbare Förderung in NRW, wobei ausschließlich die Ausbringung von Festmist gefördert wurde (LAND NORDRHEIN-WESTFALEN 2006: 281). Diese Maßnahme war nicht GAK-konform. Die Maßnahmen der Länder sind eng an die Vorgaben der GAK angelehnt. Die einzelnen Maßnahmen sind in Tabelle 22 veranschaulicht. Für die Berechnung der Förderung gilt die Vorgabe der GAK (siehe Kapitel 6.2.3). Einzige Ausnahme stellt Bayern dar, welches eine höhere Förderung gewährt. Pflicht ist in jedem Fall eine jährliche Laboruntersuchung des flüssigen Wirtschaftsdüngers auf den Gesamtstickstoff- und Ammoniumstickstoffgehalt. Ebenso ist die Grünlandreduzierung außer in Bayern untersagt. Zusätzliche Auflagen bestehen z.B. in Niedersachsen, wo sich der Vertragsteilnehmer für fünf Jahre verpflichtet, die Ausbringung der auf dem Betrieb erzeugten Güllemenge durch einen Maschinenring oder Lohnunternehmer mit den dafür geeigneten Geräten vornehmen zu lassen (ML 2009; STMELF 2009: 430).

**Tabelle 22: Ausbringung flüssiger Wirtschaftsdünger mit besonders umweltfreundlichen Ausbringungsverfahren**

Maßnahmenbezeichnung	Mengenbeschränkungen	Keine Reduzierung des Dauergrünlandes	Gülleausbringung mit Verfahren, die eine geringe Emission und gleichzeitig eine hohe Verteilgenauigkeit aufweisen.	Sicherstellung der Umweltfreundlichkeit: Jährlich mindestens eine Laboruntersuchung des flüssigen Wirtschaftsdüngers auf Gesamt- und Ammoniumstickstoffgehalt	Bezugsfläche = Anzahl der flüssigen Wirtschaftsdünger erzeugenden GVE des Betriebes*0,5 ha	Förderhöhe entspricht 30 €/ha Bezugsfläche
<b>Baden-Württemberg (BW)</b>						
Ausbringung flüssiger Wirtschaftsdünger mit besonders umweltfreundlichen Ausbringungsverfahren	Nur für Gülle von im Unternehmen gehaltenen Tieren.	x	x	x	x	x.
<b>Niedersachsen/Bremen (NI/HB)</b>						
Ausbringung von flüssigen Wirtschaftsdüngern auf Acker- und Grünland mit besonders umweltfreundlichen Ausbringungsverfahren	Geförderte Wirtschaftsdüngermenge darf während der gesamten Dauer der Verpflichtung nicht größer sein als die selbst erzeugte Güllemenge, die sich aus dem Produkt des Standard-Wirtschaftsdüngeranfalls einer GVE und dem gülleproduzierenden Tierbestand des Betriebes errechnet. Weidehaltung wird durch Abzug bei den Gülle produzierenden Tieren berücksichtigt.	x außer in den Fällen des Besitzwechsels, der Stilllegung oder der Erstauf- forstung	x Ausbringung durch einen Maschinen- ring oder Lohnunternehmer. Den Einsatz durch Belege nachweisen.	x Nährstoffvergleich des Vorjahres bereithalten. Bestandsregister für Schweine, Schafe, Ziegen und Rinder ordnungsgemäß führen.	x	x bzw. 15 € je nachweislich umweltfreundlich ausgebrachter Wirtschaftsdün- germenge, die dem Stan- dard-Wirtschaftsdünge- ranfall einer GVE ent- spricht.
<b>Schleswig-Holstein<sup>15</sup> (SH)</b>						
Verbesserung der N-Ausnutzung aus flüssigen Wirtschaftsdüngern	Von der Förderung sind alle Grünlandflächen eines Betriebes ausgeschlossen, denen eine Ausnahme von der Ausbringungsobergrenze von 170 kg N pro ha und Jahr erteilt worden ist.	x	x Bei überbetrieblicher Ausbringung erfolgt der Nachweis über Belege des Lohnunternehmers bzw. Maschinen- ringes, bei Eigenmechanisierung über das Vorhandensein und den Eigen- tumsnachweis der erforderlichen Technik.	x	x	x
<b>Saarland<sup>16</sup> (SL)</b>						
Umweltfreundliche Gülleausbringung	-	x	x	x	x	x
<b>Bayern (BY)</b>						
Ausbringung flüssiger Wirtschaftsdünger durch Injektionsverfahren	Flächen, für die aufgrund von Auflagen (z. B. einer Schutzgebietsverordnung) ein Ausbringungsverbot für flüssige Wirtschaftsdünger besteht	-	x	x	-	1,50 €/m <sup>3</sup> ; max. 22,50 € je GVE/Jahr oder max. 45 €/ha LF und Jahr (zur Auszahlung gelangt der jeweils niedrigere Betrag)

Quelle: Eigene Darstellung nach EPLR der Länder

<sup>15</sup> Ausbringungszeitraum ab dem 01.02. bis 31.07. auf Grünland bzw. bis 31.08. auf Ackerflächen. Erstellung einer genauen Düngeplanung auf Grundlage der jährlichen Laborunteruntersuchung im Frühjahr vor der Ausbringung. Aufzeichnungen und Nachweise durch Schlagkartei über Ausbringungszeitpunkte, -mengen und beaufschlagte Flächen.

<sup>16</sup> Die Förderkulisse ist beschränkt auf die Einzugsgebiete der Oberflächenwasserkörper, die infolge landwirtschaftlicher Einflüsse als gefährdet eingestuft wurden und in denen ohne zusätzliche Maßnahmen die Umweltziele nicht erreicht werden sowie auf Überschwemmungsgebiete. Gefördert werden alle Schläge, die ganz oder teilweise in der dafür vorgesehenen Kulisse liegen. Von einer Förderung sind Betriebe ausgeschlossen, die verpflichtet sind, den Wirtschaftsdünger mit umweltfreundlicher Technik auszubringen.

## 7.4 Weitere Maßnahmen

Die in diesem Kapitel beschriebenen Maßnahmen haben durch die Bundesländer bisher begrenzte Akzeptanz gefunden. Die Weidehaltung von Rindern kann z.B. in Bayern gefördert werden, wenn eine Mindestweidefläche von 0,2 ha/GVE der beantragten Weidegruppen zur Verfügung steht, der Tierbesatz unter 2,4 GVE/ha LF bleibt sowie die beantragte Weidegruppe einen dreimonatigen Weidegang am Stück im Zeitraum zwischen dem 15. Mai und dem 15. November hat. Der Zuwendungsbetrag beträgt 30 €/GVE. Neben Bayern bietet lediglich Hamburg eine Sommerweidehaltung von Rindern an, wobei ein Viehbestand von minimal 0,3 GVE bis maximal 2 GVE je ha LF eingehalten sowie den Tieren ein täglicher Weidegang vom 1. Juni bis 1. Oktober gewährt werden muss. Der Förderbetrag beträgt 48 €/GVE bzw. 33,6 €/GVE bei ökologisch wirtschaftenden Betrieben (BEHÖRDE FÜR WIRTSCHAFT UND ARBEIT 2007: 268; STMELF 2009: 524).

Die im Folgenden beschriebenen Maßnahmen beziehen sich ausschließlich auf Bayern, welches eine große Vielfalt an Fördermaßnahmen bietet. Die Maßnahme „Vielfältige Fruchtfolge“ fordert, dass der maximal zu haltende Viehbestand nur 2 GVE/ha LF betragen darf. Weitere Anforderungen sind der Anbau von jährlich mindestens fünf verschiedenen Hauptfruchtarten (ohne Stilllegung). Dabei muss ein Mindestanteil an der Ackerfläche von 10 % je Hauptfruchtart und ein Höchstanteil an der Ackerfläche je Hauptfruchtart von 30 % eingehalten werden. Der Getreideanteil an der Ackerfläche darf höchstens 66 % und der Anteil an Leguminosen muss mindestens 5 % betragen. Der Zuwendungsbetrag beläuft sich auf 100 €/ha. Bei Kombination mit der Maßnahme „Ökolandbau im Gesamtbetrieb“ macht der Zuwendungsbetrag 50 €/ha aus. Obwohl in Baden-Württemberg, Nordrhein-Westfalen und Thüringen ebenfalls eine Fruchtartendiversifizierung im Ackerbau gefördert wird, sind diese mit keiner Viehbeschränkung verbunden (siehe Entwicklungspläne der Länder).

Die Maßnahme „Extensive Fruchtfolge“ stellt eine Ergänzung der aufgeführten Maßnahme „Vielfältige Fruchtfolge“ dar. Voraussetzung für die Teilnahme ist ein Viehbestand von maximal 2 GVE/ha LF. Der Maisanteil darf höchstens 20 % und der Anteil von Mais, Weizen, Rüben und Feldgemüse insgesamt nicht höher als 33 % an der Fruchtfolge sein. Die Begrenzung des Maisanbaus und der Intensivkulturen soll zu einer Minderung der Bodenerosion sowie des Dünge- und Pflanzenschutzmittelaufwandes führen. Ebenfalls sollen durch die weiter gestellten Fruchtfolgen der Krankheitsdruck auf die Kulturpflanzen verringert und Pflanzenschutzmittel eingespart werden. Die Förderung ist in Tabelle 23 veranschaulicht. Die hohe

Förderung von Ackerfutter soll die Rentabilität gegenüber anderen Früchten und Silomais vergrößern (STMELF 2009: 411).

**Tabelle 23: Fördersätze für die „Extensive Fruchtfolge“**

Förderfähige Früchte	Extensive Fruchtfolge	Bei Kombination mit Maßnahme „Ökolandbau im Gesamtbetrieb“
Kartoffeln, Triticale, Wintergerste	50 €/ha	25 €/ha
Getreide (Roggen, Hafer, Sommergerste, Dinkel, Winter-/ Sommermenggetreide ohne Weizen, sonstiges Getreide als Ganzpflanzensilage), Eiweißpflanzen, Heil- und Gewürzpflanzen	100 €/ha	50 €/ha
Ackerfutter (Klee, Luzerne, Gras als Hauptfrucht)	180 €/ha	50 €/ha

Quelle: Eigene Darstellung nach STMELF 2009: 411

## 7.5 Vertragsnaturschutz

Von den Agrarumweltmaßnahmen inhaltlich abgekoppelt ist der Vertragsnaturschutz. Für den Vertragsnaturschutz sind einmalige Maßnahmen von Bedeutung wie z.B. Entbuschungen und Pflanzungen, welche nach dem Konzept der Agrarumweltmaßnahmen in der GAK nicht gefördert werden. Die ELER-Verordnung sieht hingegen im Schwerpunkt 3 eine Kofinanzierung naturschutzbezogener Einzelmaßnahmen vor. Im Gegensatz zu den Agrarumweltmaßnahmen, welche in der Regel unabhängig von konkreten Flächen, lokalen Schutzziele oder akuten Problemstellungen angeboten werden und auf der Überzeugung beruhen, dass durch ein Absenken der allgemeinen Produktionsintensität bzw. durch bestimmte Produktionsverfahren ein positiver Nutzen für Natur und Umwelt entsteht, werden im Vertragsnaturschutz vorwiegend Maßnahmen für einzelne Flächen und Gebietskulissen angeboten. Die Förderung erfolgt einzelflächenbezogen. Die Maßnahmen können sowohl auf ökologisch wertvollen Standorten, die keinen Schutzstatus aufweisen, jedoch in ausgewiesenen Gebietskulissen liegen, als auch auf Flächen in Schutzgebieten beantragt werden. In Schutzgebieten ist häufig eine bestimmte Bewirtschaftung durch die Schutzgebietsverordnung vorgegeben und es ist den Landwirten nicht mehr möglich, an den auf freiwilliger Basis beruhenden Agrarumweltmaßnahmen teilzunehmen. Stärker als die Agrarumweltmaßnahmen konzentrieren sich die Vertragsnaturschutzmaßnahmen auf Grünland (THOMAS et al. 2009: 15-18). Tabelle 24 gibt eine Übersicht über die angebotenen Vertragsnaturschutzmaßnahmen in den Ländern. Sich ähnelnde Vertragsnaturschutzmaßnahmen wurden Überbegriffen zugeordnet. In Tabelle 24 sind Viehbeschränkungen aufgeführt, soweit die Maßnahmen diese beinhalten. Maßnahmen ohne Beschränkung sind mit einem x markiert. Eine genauere Betrachtung der einzelnen

Maßnahmen enthält Tabelle 43 im Anhang; die Überbegriffe aus Tabelle 24 wurden beibehalten. Die Überbegriffe, zu denen keine Maßnahme mit Viehbeschränkung existiert, wurden nicht in Tabelle 43 aufgenommen.

**Tabelle 24: Vertragsnaturschutzmaßnahmen mit Viehbeschränkungen**

Maßnahme	BB/BE	BW	BY	HE	HH	MV	NI/HB	NW	RPF	SH	SL	SN	ST	TH
Grünlandextensivierung „leichter Standard“		x	0,3 RGV /ha HFF - 2 GVE/ha LF							Min. 0,3 RGV /ha HFF				
Förderung von besonders steilem Grünland		Max. 2 GVE/ha LF	x											
Besondere Bewirtschaftung von Gewässerrändern			x					x						
Bewirtschaftung besonderer Biotope / Standorte	0,2 RGV/h a bis 1,0 RGV/h a HFF	ausreichender Viehbesatz ist einzuhalten		Max. 2,0 RGV /ha HFF	Durchschnittliche Besatzdichte von 0,5 GVE /ha	Max. 1,7 GVE /ha, bei Insellage max. 1,4 GVE /ha	Extensiv entsprechend dem jeweiligen Biotop-typ	x	Max. 1,2 RGV /ha	0,3-8 Tiere/ha, ausgenommen Schafhaltung			Von der zuständigen Naturschutzbehörde festgelegt	Nach Pflegeplan
Pflege von Streuobstwiesen, Erhaltung von Streuobstbeständen	x	x	x					x	x		x		x	X
Schnittzeitpunkte und terminierte Nutzung	x		Min. 0,3 RGV /ha HFF	Max. 2,0 RGV /ha HFF				Unterschiedlich nach Standort				x		
Grünlandnutzung und -pflege durch besondere Tierarten, Hutungen		x	Max. 1,2 GVE /ha LF		2 Tiere/ha			Max. 0,6 GVE /ha				Min. 0,3 RGV /ha	Von zuständiger Naturschutzbehörde festgelegt	0,3 bis 1,0 GVE /ha, bei Hüteschaf- bzw. ziegenhaltung auf Mager- und Trockenstandorten min. 0,5 GVE /ha
Almen			x											

<b>Standweide</b>								Max. 0,6 GVE /ha						
<b>Sommerweidehaltung Milchvieh</b>					x									
<b>Ungedüngt; Düngungsverzicht</b>		x	Keine Be- schrän- kung	Max. 2 RGV/h a HFF	Max. 2 Rinder bzw. 1 Pferd/ha bis Ende Juni, ab Juli bis Novem- ber max. 2,5 GVE /ha				Max. 1,0 RGV /ha		Keine Bewe- dung			
<b>Stallmist</b>					Max. 2 Rinder bzw. 1 Pferd/ha bis Ende Juni, ab Juli bis Novem- ber max. 2,5 GVE /ha									
<b>Hohe Wasserhaltung</b>	x													
<b>Brache</b>			x		x							x		
<b>Besondere Maschinen, zusätzli- che Pflegegänge, Handmähd</b>	x	x		x	x	x	x	x						
<b>Förderung von anerkannten Weidegemeinschaften</b>		x												
<b>Vielfältiges Maßnahmenange- bot nach Tabelle</b>							Optional max. 2 Tiere/ha zu be- stimm- tem Zeit- punkt							
<b>Ausgleichszahlungen in Gebie- ten mit umweltspezifischen Einschränkungen</b>								x		x			x	

Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an THOMAS et al. 2009: 45-46; EPLR der Länder

## **8. Bewertung von Agrarumweltmaßnahmen**

Zu den Schlüsselsektoren, welche die europäische Umwelt entscheidend beeinflussen, gehören neben der Landwirtschaft der Verkehr, die Energieerzeugung und die Industrie. Beeinträchtigungen der Umwelt durch die Landwirtschaft entstehen vor allem durch Emissionen von Treibhausgasen, Versauerung von Böden und Gewässern, Emissionen von Stickstoff und Ammoniak, die Bedrohung der Artenvielfalt sowie die Beeinträchtigung des Grundwassers durch Nitrateinträge (FEINDT 2007: 383). Ursachen sind der starke Einsatz von Mineraldünger und Pflanzenschutzmitteln, die Ausweitung der Anbaufläche auf marginale Standorte, die Ausweitung bestimmter Anbauformen sowie vor allem die starke räumliche Konzentration der Tierhaltung. Extensive Formen der Landwirtschaft können dagegen positive Wirkungen auf die Biodiversität haben und zudem die traditionelle Kulturlandschaft erhalten (EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY 2003: 44).

MARGGRAF (2000) identifiziert zwei Ziele der Agrarumweltmaßnahmen. In Regionen mit vorwiegend intensiver Landwirtschaft ist die Agrarumweltpolitik bestrebt, die Emissionen der Landwirtschaft zu reduzieren. Demgegenüber ist sie in Regionen mit vorwiegend extensiver Landwirtschaft bemüht, die Landbewirtschaftung aufrecht zu erhalten, um Bodenerosion und unzureichendes Landmanagement (Verödung) durch eine großflächige Verminderung der Landnutzung zu vermeiden. Diese Aspekte fassen LOWE und BELL (2004: 8 f.) im „Konfliktmodell“ und im „Public-Good-Modell“ zusammen. Im „Konfliktmodell“ verursacht die Landwirtschaft externe Effekte, die durch Restriktionen bezüglich Intensität und Umfang reduziert werden sollen. Im „Public-Good-Modell“ sind hingegen mit der landwirtschaftlichen Produktion Kuppelprodukte, wie etwa das Landschaftsbild oder bestimmte Artenpopulationen, verbunden. In diesem Fall ist die Kulturlandschaft das zu schützende Gut, welches sich durch jahrhundertelange Koevolution mit der Umwelt entwickelt hat. Jedoch können diese Modelle nicht exakt auf bestimmte Regionen bezogen werden. So können beispielsweise in intensiv geführten Agrarregionen durch die Pflege von Hecken und Feldrainen ebenfalls positive Effekte erzielt werden, während auch in extensiven Regionen z.B. durch Überweidung negative Externalitäten auftreten können.

### **8.1 Extensive Grünlandnutzung**

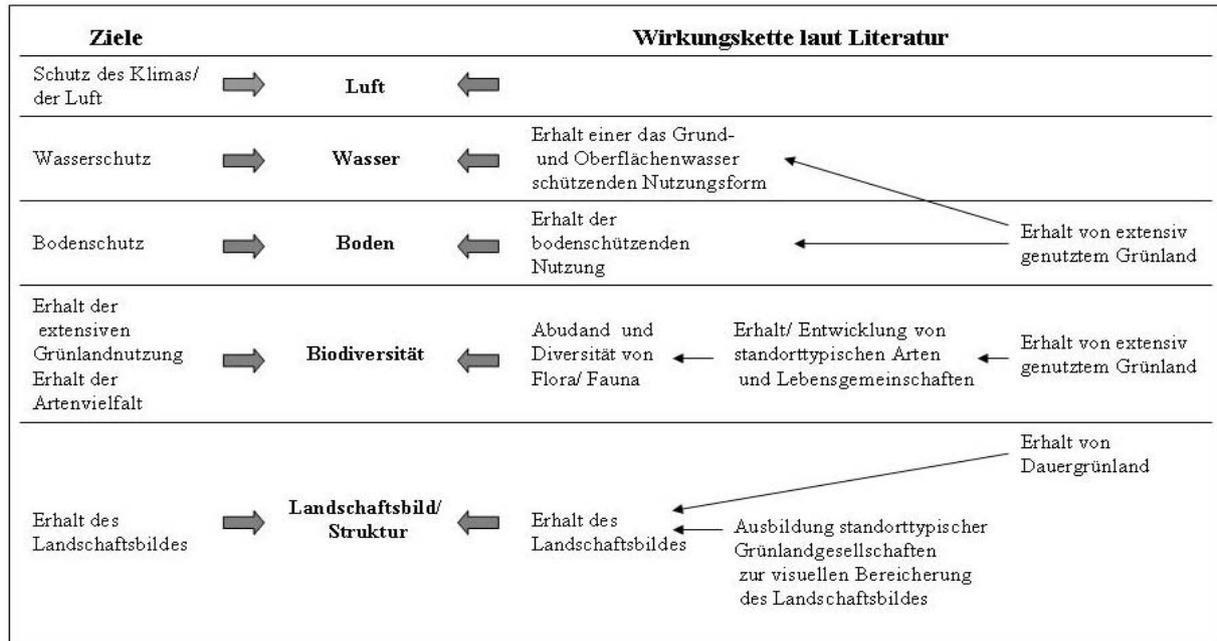
Diese oben aufgeführten Zusammenhänge sollen an dem konkreten Beispiel der Grünlandextensivierung verdeutlicht werden, weil diese Maßnahme den größten finanziellen Umfang innerhalb der Agrarumweltmaßnahmen, in denen der GVE-Schlüssel Anwendung findet,

ausmacht. Grünland ist nicht nur der Lieferant von Wirtschaftsfutter, sondern schützt im Rahmen der multifunktionalen Landwirtschaft in unterschiedlicher Weise auch abiotische, biotische und landschaftsästhetische Ressourcen:

- Abiotische Ressourcen: Boden und Wasser werden durch den ganzjährig dichten Pflanzenbestand geschützt. Die Nährstoffauswaschung bei Nitrat, die horizontale Verlagerung von Phosphat sowie jegliche Art von Erosion sind wesentlich niedriger als unter vergleichbaren Ackerflächen.
- Biotische Ressourcen: Grünland gehört mit bis zu 2.000 Pflanzenarten zu den artenreichsten Biotopen Mitteleuropas (BRIEMLE et al. 1993: 42) und stellt den Lebensraum für seltene und im Rückgang begriffene Arten dar. Die im Grünland lebenden Arten können zukünftig für die menschliche Versorgung mit Nahrung und Medikamenten an Bedeutung gewinnen (SALA et al. 1997: 237 ff.).
- Landschaftsästhetische Ressourcen (Erholungsfunktion): Die touristische Attraktivität von Regionen wird durch ihr Landschaftsbild und insbesondere durch Grünlandschaften geprägt. Vor allem das bunt blühende extensive Grünland trägt hierzu bei (KANTELHARDT 2003: 8 f.).

Die meisten der beschriebenen positiven externen Effekte setzen eine extensive Wirtschaftsweise voraus. Bei intensiver Wirtschaftsweise nehmen vor allem die Artenvielfalt ab und die Nitratkonzentrationen im Sickerwasser zu (BRIEMLE et al. 1993: 44). Um die Bewirtschaftung von extensivem Grünland zu sichern, müssen die positiven externen Effekte der extensiven Grünlandnutzung entlohnt werden. Da es sich bei diesen Effekten hauptsächlich um öffentliche Güter handelt, reicht eine Entlohnung über den Markt nicht aus (KOESTER 2005: 84-85); vielmehr sind staatliche Zahlungen erforderlich, welche der Schwerpunkt zwei des Nationalen Strategieplans vorsieht. In Abbildung 36 ist das Ziel-Wirkungsdiagramm für die extensive Grünlandnutzung dargestellt.

Abbildung 36: Ziel-Wirkungsdiagramm für die extensive Grünlandnutzung



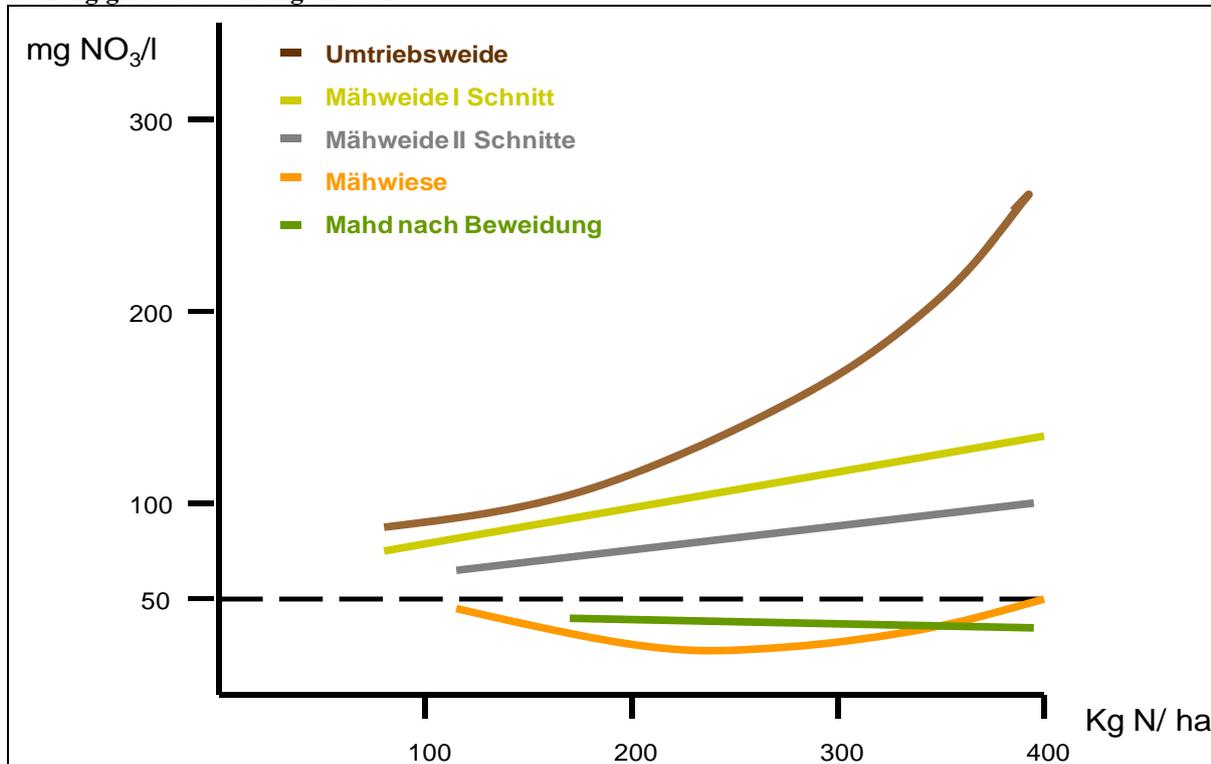
Quelle: REITER et al. 2003: 5

## 8.2 Bewertung des Großvieheinheitenschlüssels und Alternativen in Agrarumweltmaßnahmen

Der GVE-Schlüssel wird im Folgenden auf seine Eignung als Bezugsgröße in Agrarumweltmaßnahmen zur Festlegung von minimalen sowie maximalen Viehbesatzgrenzen überprüft. Zu den Umweltbelastungen, welche durch die Tierhaltung entstehen, zählen Nährstoffausscheidungen, Emissionen von Treibhausgasen und Geruchsemissionen. Probleme bei den Nährstoffausscheidungen entstehen vor allem durch die Eutrophierung von Nitrat und Phosphor bzw. den Eintrag von Nitrat und Phosphor in das Grundwasser. Die Höhe des Eintrags hängt nicht allein von der Höhe der Ausbringmenge ab, sondern auch von der Bodenart und den Niederschlagsverhältnissen (KANTELHARDT 2003: 69). Leichte Böden sind potenziell auswaschungsgefährdeter als schwere Böden. Die Untersuchungen von DIEPOLDER et al. (2006) ergaben, dass bei einer N-Düngung von 300 kg/Jahr auf schweren Standorten in Bayern lediglich 2,2 mg NO<sub>3</sub>/l im Sickerwasser vorhanden sind. Die Trinkwasserverordnung gibt einen Grenzwert von 50 mg NO<sub>3</sub>/l Trinkwasser vor (GESUNDHEITSAMT 2010). WACHENDORF et al. (2004) untersuchten weiterhin auf leichten Standorten den Gehalt an NO<sub>3</sub>/l im Sickerwasser in Bezug auf die Nutzung des Grünlandes. Abbildung 37 veranschaulicht die Unterschiede der NO<sub>3</sub>-Konzentration im Sickerwasser in Abhängigkeit von der N-Düngung und der Nutzungsrichtung im Vergleich zur NO<sub>3</sub>-Grenze nach der Trinkwasserverordnung. Der größte Unterschied besteht zwischen Umtriebsweide und reiner Schnittnutzung. Begründet liegt dieser Unterschied in den zunehmenden punktuellen Belastungen bei einer intensiven Beweidung des Grünlandes. Das Verfahren Mahd nach Beweidung schneidet im Hinblick auf die

NO<sub>3</sub>-Konzentration positiv ab, weil der Mähvorgang die verbleibenden Kotmengen verteilt bzw. aufnimmt und somit die punktuellen Belastungen reduziert. Im Rahmen dieser Arbeit kann auf diese komplexen Zusammenhänge nicht näher eingegangen werden, sodass sich die folgende Analyse auf die Emissionen der Tierhaltung beschränkt.

**Abbildung 37: NO<sub>3</sub>-Konzentration im Sickerwasser unter Grünland von verschiedenen Nutzungen in Abhängigkeit des N-Düngeniveaus**



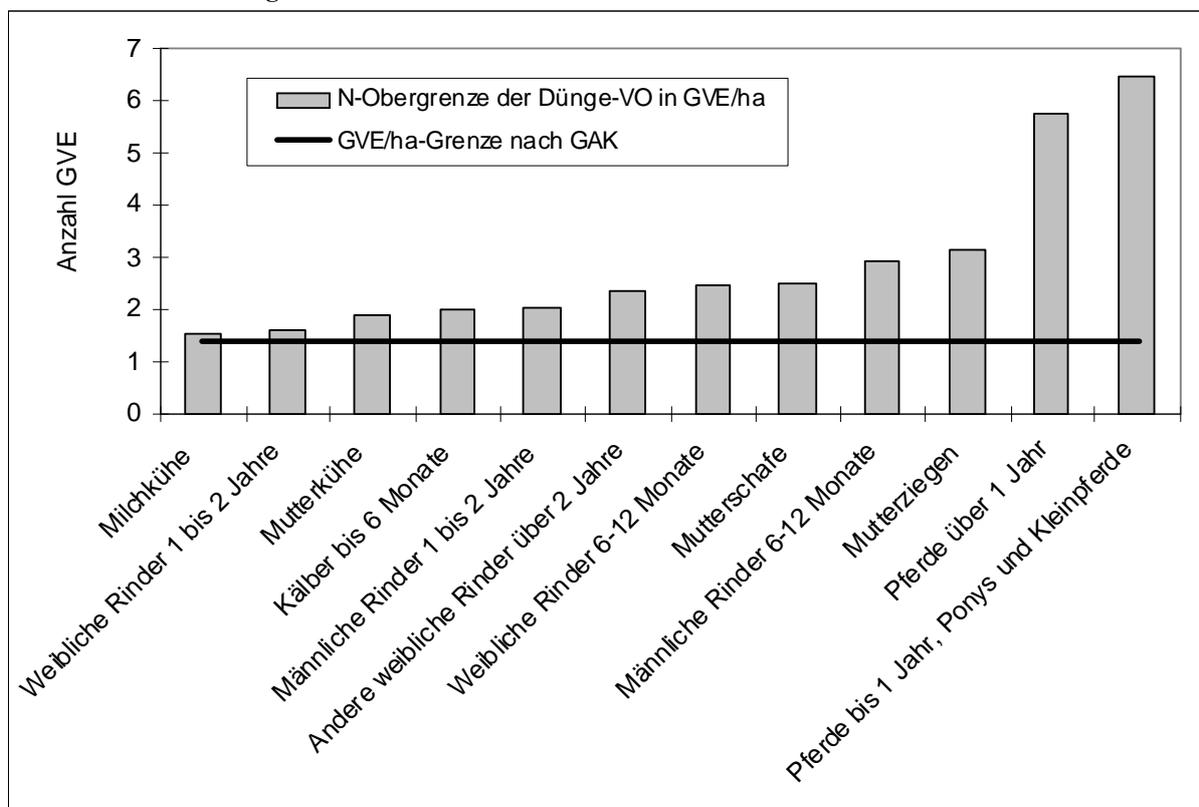
Quelle: Eigene Darstellung nach WACHENDORF 2004: 61

Generell sind Landwirte von der Teilnahme an Agrarumweltmaßnahmen ausgeschlossen, wenn sie die Anforderungen der guten fachlichen Praxis nicht einhalten. Im Falle der Grünlandextensivierung bedeutet dies für Landwirte, dass sie die gültige Obergrenze von 170 kg Gesamtstickstoff aus Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft pro Hektar und Jahr einhalten müssen, um die Förderung zu erhalten (StMELF 2009: 394 und weitere Agrarumweltmaßnahmen der Länder). Die GVE, auf die die Agrarumweltmaßnahmen wiederholt Bezug nehmen, hat demnach nur eine einschränkende Wirkung bei Tierbeständen, die innerhalb der festgelegten GVE-Grenze die 170 kg-Grenze noch nicht erreicht haben.

Abbildung 38 zeigt die nach der aktuellen Düngeverordnung zulässigen Tierbestände umgerechnet in GVE/ha. Aus Vereinfachungsgründen beschränkt sich die Darstellung auf die Raufutter fressenden Tierarten, welche in der Grünlandextensivierung ausschließlich betrachtet werden. Im Anhang befinden sich in den Abbildung 101 und 102 Betrachtungen aller relevanten Tierarten. Für die Darstellungen finden ausschließlich extensive Produktionsverfahren Berücksichtigung. Abbildung 38 verdeutlicht, dass der anrechenbare N-Ausstoß, welcher auf

Durchschnittsdaten basiert und auf das Lebendgewicht der Tiere bezogen ist, teilweise stark voneinander abweicht. Die GVE-Grenze nach der GAK hat auf die Milchviehhaltung kaum einen direkten Einfluss; die GAK-Grenze erfasst nur die zur Nachzucht benötigten Tiere. Größere Einschnitte müssen Bullenmast- bzw. Mutterkuhbetriebe hinnehmen. Durch die geringeren tierischen Leistungen in der Mutterkuhhaltung, der Bullenmast sowie der Schaf-, Ziegen- und Pferdehaltung sind trotz der hohen Tiergewichte die N-Ausscheidungen vergleichsweise gering. Bei diesen Betriebszweigen kann es zum Ausschluss von der Fördermaßnahme kommen, obwohl die N-Grenze nach der Düngeverordnung eingehalten wird. Die großen Unterschiede in Abbildung 38 sind ferner auf die Berücksichtigung der Stall- und Lagerungsverluste bei den N-Ausscheidungen zurückzuführen. Diese werden gemäß § 4 Absatz 3 und Anlage 6 DüV (2006) von den gesamten N-Ausscheidungen zur Berechnung der zulässigen N-Obergrenze aus Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft abgezogen. Die Stall- und Lagerungsverluste schwanken zwischen 15 % bei Rindern und 45 % bei Schafen. Die GVE ist daher für eine einheitliche Grenze, bezogen auf den N-Ausstoß der Tiere, als sehr ungenau einzustufen.

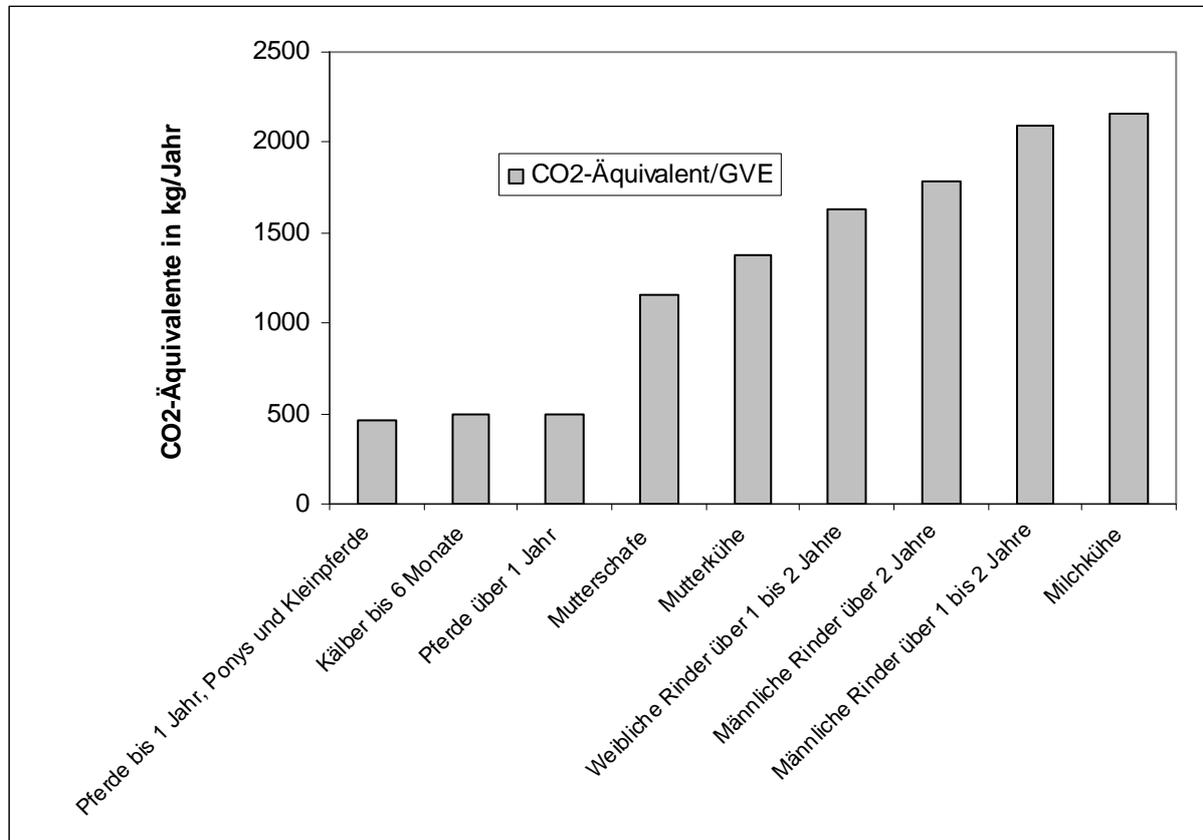
**Abbildung 38: Zulässige GVE/ha-Anzahl nach gültiger Düngeverordnung und GVE/ha-Grenze in der Grünlandextensivierung nach der GAK**



Quelle: Eigene Berechnung nach Daten von BOHNENKEMPER et al. 2005; FRITSCH 2007; GAK-RAHMENPLAN 2010-2013: 2009

Die wichtigsten Treibhausgasemissionen aus der Landwirtschaft sind Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>), Methan (CH<sub>4</sub>) und Distickstoffoxid (N<sub>2</sub>O). Die gesamten Treibhausgasemissionen werden auf 41 Mrd. t CO<sub>2</sub>-Äquivalente geschätzt, wovon 32 % auf die Landwirtschaft entfallen. Die Landwirtschaft hat mit 51,7 bzw. 84 % den größten Anteil am CH<sub>4</sub>- und N<sub>2</sub>O-Ausstoß. Diese beiden Gase resultieren hauptsächlich aus der Tierhaltung. CO<sub>2</sub>-Emissionen sind dagegen vor allem die Folge der Verbrennung fossiler Energieträger und werden im Weiteren nicht näher betrachtet. Die CH<sub>4</sub>-Emissionen entstehen durch den tierischen Verdauungstrakt von Rindern sowie während der Lagerung und Ausbringung tierischer Exkreme. N<sub>2</sub>O-Emissionen resultieren hauptsächlich aus der N-Düngung im Allgemeinen; in der Tierhaltung entstehen sie während der Lagerung und Ausbringung von Wirtschaftsdünger. In Abbildung 39 sind die durch Tiere emittierten Treibhausgase CH<sub>4</sub> und N<sub>2</sub>O in CO<sub>2</sub>-Äquivalenten zusammengefasst. Die Langlebigkeit der Treibhausgase ist sehr verschieden. Bezogen auf einen hundertjährigen Zeithorizont weisen die Treibhausgase folgende Umrechnungsfaktoren auf: CO<sub>2</sub>=1, CH<sub>4</sub>=21 und N<sub>2</sub>O=310. Die Milchkühe haben das höchste Treibhauspotential je GVE. In Abbildung 39 sind wie bereits in Abbildung 38 die hohen Abweichungen der Umweltbelastungen je GVE zu erkennen (FLACHOWSKY 2008: 31; ISERMAYER et al. 2008: 52; KANTELHARDT 2003: 71).

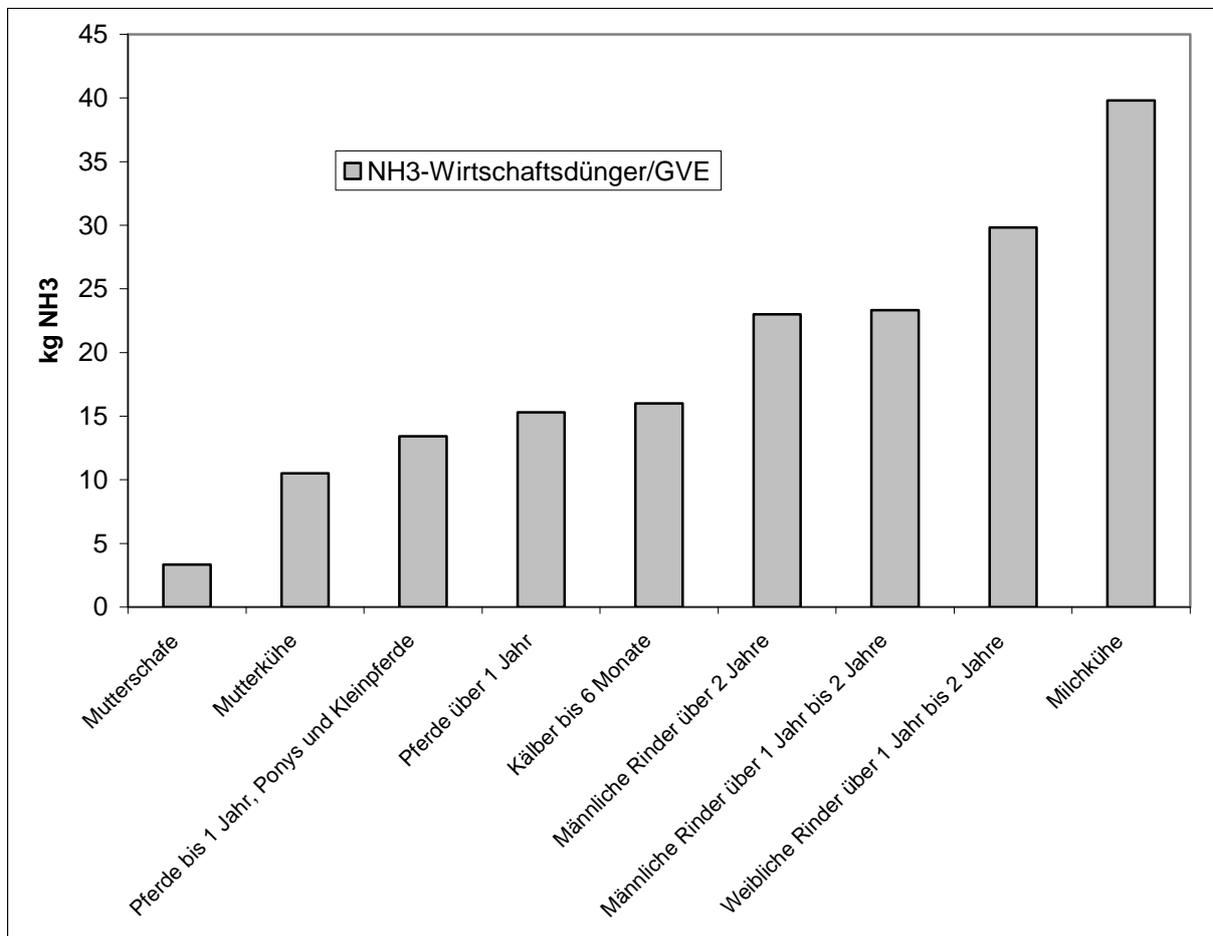
**Abbildung 39: Ausstoß an CO<sub>2</sub>-Äquivalenten der Raufutter fressenden Tiere je GVE**



Quelle: Eigene Berechnung nach Daten von DÄMMGEN et al. 2009

Geruchsemissionen entstehen in der Landwirtschaft hauptsächlich in der Tierhaltung durch Lagerung und Ausbringung von Wirtschaftsdünger sowie durch bestimmte Futtermittel wie Silagen. Bei den Geruchsemissionen handelt es sich um rund 150 verschiedene Spurengase. Obwohl in der Literatur über die Bedeutung von Ammoniak ( $\text{NH}_3$ ) für die Geruchsemission diskutiert wird, hat Ammoniak doch eine gewisse Leitfunktion. Aus diesem Grund wird im Weiteren ausschließlich  $\text{NH}_3$  berücksichtigt.  $\text{NH}_3$  ist vor allem ein lokales Problem, welches neben den Geruchsbelästigungen zur Versauerung von Böden und Wäldern beiträgt. Abbildung 40 gibt die  $\text{NH}_3$ -Emissionen je GVE an. Wie schon bei den zwei zuvor betrachteten Emissionen ist die  $\text{NH}_3$ -Emission je GVE zwischen den Tierarten sehr unterschiedlich (KANTELHARDT 2003: 72; SENSI 1999).

**Abbildung 40:  $\text{NH}_3$ -Emissionen der Raufutter fressenden Tiere je GVE**

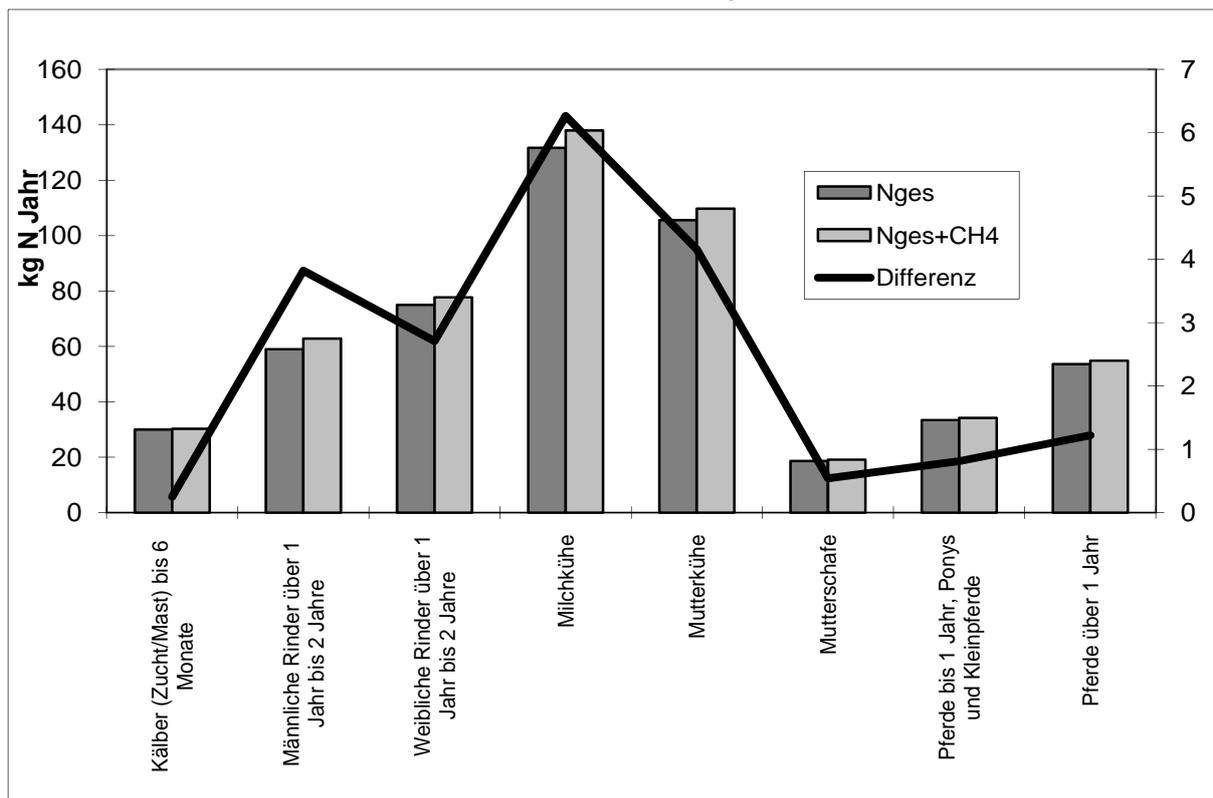


Quelle: Eigene Berechnung nach DÄMMGEN et al. 2009

Aus den Abbildung 38 bis 40 wird ersichtlich, dass die in Agrarumweltmaßnahmen häufiger verwendete GVE kein guter Maßstab ist, um die negativen externen Effekte der Tierhaltung zu erfassen. Die Herausforderung besteht nun darin, die Umweltbelastungen in einer aussagekräftigeren Kennziffer wiederzugeben. Es soll zu diesem Zweck folgendem Gedankengang nachgegangen werden: Die  $\text{NH}_3$ -Emissionen stammen vorwiegend aus dem N-Anteil der tie-

rischen Ausscheidungen. Die  $N_2O$ -Emissionen resultieren nach einem chemischen Umsetzungsprozess ebenfalls aus dem N-Anteil der tierischen Ausscheidungen. Abgesehen von den  $CH_4$ -Emissionen gibt die gesamte N-Ausscheidung demnach zumindest indirekt die Umweltbelastung der Tiere wieder. Um auch die  $CH_4$ -Emissionen in der Gesamtstickstoff ( $N_{ges}$ )-Menge zu berücksichtigen, werden sie in  $CO_2$ -Äquivalente um- und dann in  $N_2O$ -Emissionen rückgerechnet, die sodann dem  $N_{ges}$ -Ausstoß der Tiere hinzugerechnet werden. Abbildung 41 gibt den Unterschied zwischen der  $N_{ges}$ -Menge allein und der  $N_{ges}$ -Menge in Kombination mit den  $CH_4$ -Emissionen wieder. Die Differenz ist bei allen Tierarten sehr gering. Die  $CH_4$ -Emissionen werden somit durch diese Umrechnung nicht genügend berücksichtigt. Die  $N_2O$ -Emissionen finden durch die bloße Angabe der  $N_{ges}$ -Menge ebenfalls keine ausreichende Berücksichtigung. Die  $N_{ges}$ -Menge ist somit ein leicht zu berechnender, aber nicht sehr aussagekräftiger Indikator für die von landwirtschaftlichen Nutztieren ausgehenden negativen Umweltwirkungen.

**Abbildung 41: Berücksichtigung der  $CH_4$ -Emissionen bei den  $N_{ges}$ -Ausscheidungen**



Quelle: Eigene Berechnung nach DÄMMGEN 2009; FRITSCH 2005

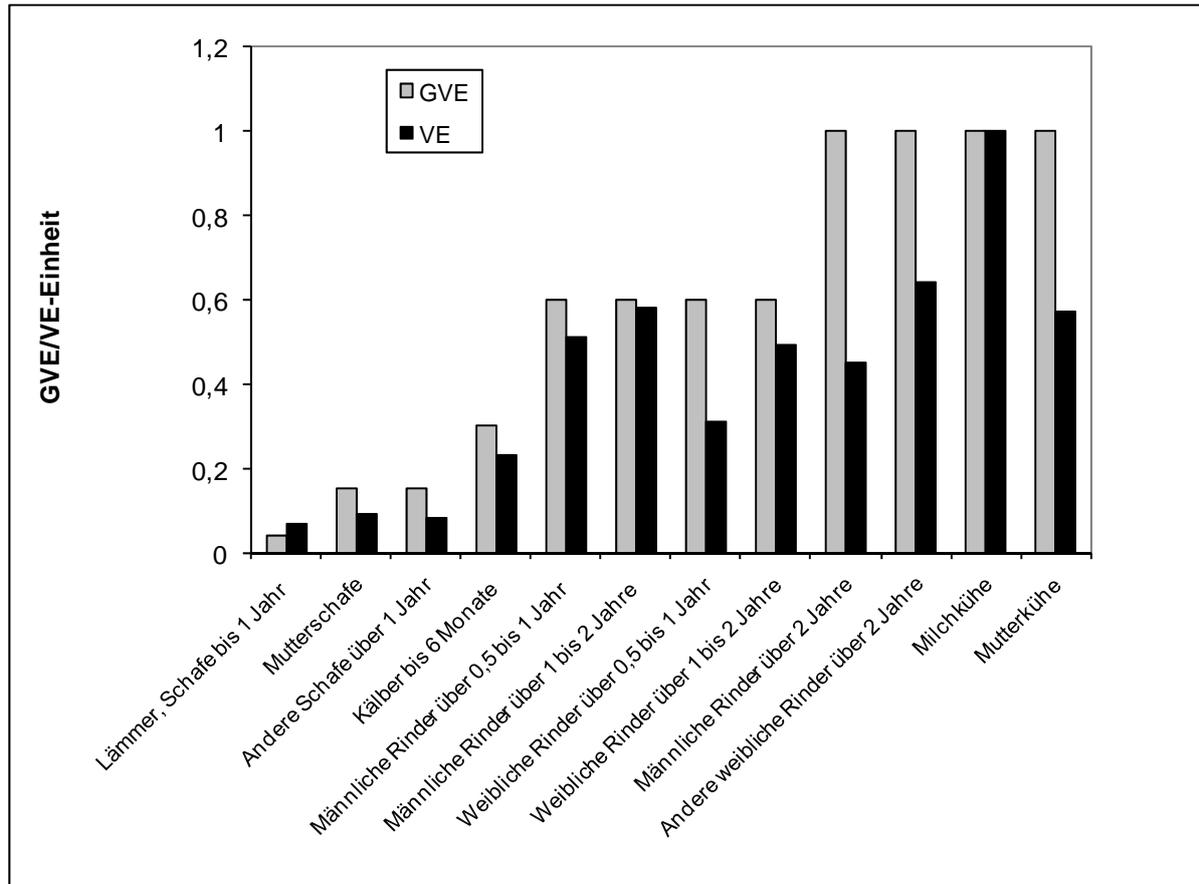
Um der Lösung dieses Problems näherzukommen, werden im Folgenden die Vorgehensweisen in Dänemark und der Schweiz aufgezeigt. Dänemark beschreitet einen der oben beschriebenen Vorgehensweise vergleichbaren Weg. Die in Dänemark gebräuchliche Vieheinheit entspricht der Ausscheidung von 100 kg N pro Jahr. Der VE-Schlüssel dient als Kriterium, um im Zuge der Umsetzung der EU-Nitratrichtlinie Viehbestandsobergrenzen festzulegen und

Abstandsaufgaben für Tierhaltungsanlagen abzuleiten (MINISTRY OF THE ENVIRONMENT 2003).

In der Schweizer Gewässerschutzverordnung entspricht eine VE einer Ausscheidungsmenge von 105 kg N bzw. 15 kg P. Die VE berücksichtigt den  $N_{\text{ges}}$ -Anfall. Bei der möglichen Belastung von Gewässern durch hohe Viehbestände wird meist nur der  $P_2O_5$ -Ausstoß berücksichtigt. Bei der ausschließlichen Berücksichtigung von Stoffeinträgen auf landwirtschaftliche Nutzflächen wird das arithmetische Mittel aus  $P_2O_5$ - und N-Ausscheidungen herangezogen. Folgendes Beispiel soll diese Vorgehensweise veranschaulichen: Bei gleichzeitigem Anfall von 1.000 kg N und 400 kg  $P_2O_5$  entsprechen diese Mengen laut Gewässerschutzverordnung 9,5 VE bei Berücksichtigung des N-Anfalls und 11,4 VE bei Berücksichtigung des  $P_2O_5$ -Anfalls. Das arithmetische Mittel beider VE-Anzahlen ergibt 10,5 VE, welche mit der geltenden VE-Grenze/ha verglichen werden können. Die dänischen und schweizerischen Vorgehensweisen sind ebenfalls nur näherungsweise Berechnungen. Beide weisen jedoch den N-Ausstoß als zentralen Bezugspunkt für die Umweltbelastung der Tiere aus (BUNDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT 2006: 9).

Die Tierhaltung geht nicht nur mit Umweltbelastungen einher, sondern hat auch die Funktion, landwirtschaftliche Flächen offen zu halten. Nach HAMPICKE (1988) ist die Zunahme der Artenvielfalt, besonders im Hinblick auf Rote Liste-Arten, bei einer Nutzungsintensität von 1000 Kilostärkeeinheiten (KStE)/ha zu erwarten. MASCH (1994: 140) wies nach, dass eine Beweidungsintensität von 1 bis 2 Gallowayrindern je ha für eine Verwertung von lediglich 30 % des Pflanzenaufwuchses ausreicht. Erst eine Beweidungsintensität von 3 Tieren je ha konnte ein ausgeglichenes Verhältnis von Futterangebot und Futterbedarf gewährleisten. Um zu quantifizieren, wie viele Tiere für die Offenhaltung von Flächen benötigt werden, muss der Futterbedarf der Tiere ermittelt werden. Er lässt sich grob in den Energie-, den Eiweiß- und den Trockenmassebedarf einteilen. Der Einfachheit halber kann der Futterbedarf ausschließlich durch den Energiebedarf der Tiere dargestellt werden. Die von SCHULZE MÖNKING (2009) überarbeitete Vieheinheit (VE) gibt die Tiere in Relation zu ihrem Energiebedarf wieder. Abbildung 42 zeigt die Unterschiede zwischen der GVE und der VE nach SCHULZE MÖNKING (2009). Große Unterschiede sind u.a. bei der Mutterkuhhaltung zu erkennen, die oft auf extensiv bewirtschafteten Flächen beheimatet ist. Somit erscheint es sinnvoll, den Mindestviehbesatz nicht in GVE, sondern in VE anzugeben.

Abbildung 42: Unterschiede zwischen GVE und VE



Quelle: Eigene Darstellung nach Daten von SCHULZE MÖNKING 2009; BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT 2008

### 8.3 Alternative Viehbesatzvorgaben in Agrarumweltmaßnahmen

Auf der Grundlage dieser Erkenntnisse soll eine alternative Viehbewertung, welche in Agrarumweltmaßnahmen praxisnah umsetzbar ist, diskutiert werden. In Anlehnung an das dänische und schweizerische System wäre die Implementierung einer N-Ausscheidungsmenge für die Festlegung von Viehbestandsobergrenzen sinnvoll. Die Mitberücksichtigung von  $P_2O_5$  kann wegen der vorwiegenden Anwendung dieser Viehbewertung in Grünlandextensivierungsmaßnahmen vernachlässigt werden, weil bei den Raufutterfressern aus den N-Ausscheidungen im Gegensatz zu  $P_2O_5$ -Ausscheidungen die größeren Umweltbeeinträchtigungen resultieren (BOHNENKEMPER et al. 2005: 25-36). Für die Festlegung von Mindestviehbeständen stellt die VE eine sinnvolle Alternative dar.

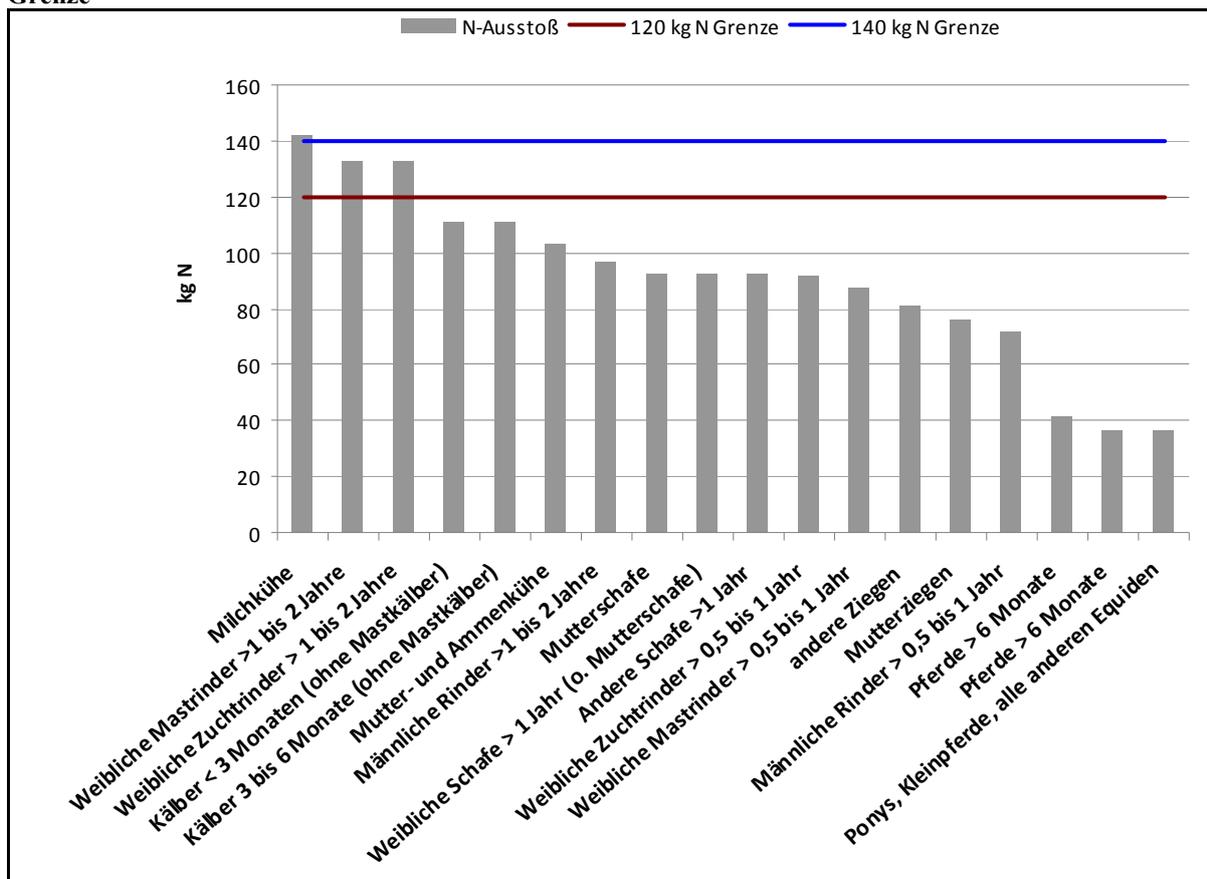
Zur Festlegung der Höhe der Viehbesatzgrenzen nach den vorgeschlagenen Viehbewertungen sollen folgende Annahmen getroffen werden: Die VE, welche als Referenztier ebenfalls eine Milchkuh heranzieht, weist im Gegensatz zur GVE geringere Werte auf (Abbildung 42). Die Festlegung des Mindestviehbesatzes unter Zuhilfenahme der VE erhöht die Anforderungen im Vergleich zur Anwendung der GVE. Somit sind Betriebe mit geringen Viehbeständen häufi-

ger als bisher von der Teilnahme an z.B. Grünlandextensivierungsmaßnahmen ausgeschlossen, wenn die Anzahl der bisher geforderten GVE in VE angegeben werden. Der in den meisten Agrarumweltmaßnahmen geltende geringe Mindestviehbesatz von 0,3 RGV/ha HFF wird z.B. von Ländern wie NRW auf 0,6 RGV/ha HFF erhöht (Tabelle 21). Aus diesem Grund könnten die geforderten 0,3 RGV/ha HFF in 0,3 VE/ha HFF umgewandelt werden, ohne eine unangemessene Härte für landwirtschaftliche Betriebe darzustellen.

Bei der Festlegung der Viehbesatzhöchstgrenzen soll kein Betriebszweig gemäß der neuen Bewertung nach N-Ausscheidungsmengen schlechter gestellt sein als nach der bisher gültigen GVE-Grenze. Abbildung 43 zeigt, dass bei der 1,4 GVE/ha HFF-Obergrenze nur Milchkühe 140 kg N minimal überschreiten. Für die anderen Tierkategorien lassen sich Bestandsaufstockungen realisieren. In Abbildung 101 im Anhang ist dargestellt, dass auch Masthähnchen, Legehennen und Ferkel unter 30 kg mehr als 140 kg N pro 1,4 GVE ausscheiden. Diese Tierkategorien sind bei Grünland extensivierenden Betrieben jedoch selten vorhanden. Die geltende Viehbesatzobergrenze von 1,4 GVE/ha HFF kann daher durch eine N-Obergrenze von 140 kg N/ha HFF ersetzt werden.

Laut bayerischem Entwicklungsplan für den ländlichen Raum (EPLR) entsprechen 1,76 GVE einer Ausscheidung von 150 kg N im Jahr (STMELF 2009b: 474). Im Durchschnitt aller betrachteten Tierarten entsprechen nach BOHNENKEMPER et al. (2005) und FRITSCH (2007) 1,76 GVE allerdings nur 127,5 kg anrechenbarem N. Die gesamten Ausscheidungsmengen betragen 212 kg N. Die Aussage, dass 1,76 GVE durchschnittlich 150 kg N entsprechen, kann nicht aufrechterhalten werden. Soll dennoch die Annahme gelten, dass 1,76 GVE 150 kg N entsprechen, und wird die Relation zwischen 1,76 GVE und 1,4 GVE auf die 150 kg N-Grenze bezogen, kommt eine Ausscheidungsmenge von 120 kg N 1,4 GVE gleich. Abbildung 43 zeigt, welche Tiere mehr bzw. weniger als 120 kg N ausscheiden. Die vorgeschlagenen N-Obergrenzen haben keinen bindenden Charakter. Die Veränderungen der Flächenanteile für die optional vorgeschlagenen Viehbesatzgrenzen werden in Kapitel 11 für ausgewählte Bundesländer aufgezeigt.

Abbildung 43: N-Ausscheidungen der Raufutter fressenden Tiere je 1,4 GVE mit 120 und 140 kg N-Grenze



Quelle: Eigene Darstellung nach FRITSCH 2005; BOHNENKEMPER 2007

Im folgenden Kapitel werden die Konsequenzen veränderter Viehbesatzvorgaben auf einzelbetrieblicher Ebene untersucht.

## 9. Einzelbetriebliche Analyse der Anpassungsstrategien für die Teilnahme an Grünlandextensivierungsmaßnahmen mit und ohne Viehbesatzforderungen

Die mit der Grünlandextensivierung verbundenen Auflagen bedeuten in der Regel einen finanziellen Mehraufwand für Betriebe, welcher jedoch je nach Standort, Betriebsgröße und Bewirtschaftungsintensität variieren kann. Da die Teilnahme an den Agrarumweltmaßnahmen freiwillig ist, beteiligen sich Betriebe in der Regel nur, wenn die durch den Mehraufwand entstehenden Kosten mindestens kompensiert werden (PUFAHL 2009). Die Förderprämie kann darüber hinaus durch Einkommensdiversifizierung eine gewisse Sicherheit für kommende Jahre bedeuten.

Da die Höhe der Vergütung für die Erbringung der gewünschten Umweltleistung für jeden Betrieb innerhalb eines gesamten Bundeslandes gleich ist, können positive Einkommenseffekte und somit Wettbewerbsvorteile für Betriebe mit geringeren Anpassungskosten entstehen.

Die Durchführung von Agrarumweltmaßnahmen konzentriert sich daher vornehmlich auf Betriebe, die ohnehin bereits extensiver oder umweltschonender wirtschaften (OSTERBURG 1999: 2-4).

In diesem Kapitel werden Rentabilitätskalkulationen für mögliche Anpassungsmaßnahmen zur Teilnahme an einer Grünlandextensivierungsmaßnahme mit und ohne Viehbeschränkung durchgeführt und die damit verbundenen Einflüsse auf den betriebswirtschaftlichen Erfolg am Beispiel eines Milchviehbetriebes herausgearbeitet. Im Anschluss werden aus den Ergebnissen Rückschlüsse auf das Anpassungsverhalten der Betriebe an veränderte Viehbesatzbeschränkungen, welche bereits an Grünlandextensivierungsmaßnahmen teilnehmen, abgeleitet. Die Grundlage dieses Kapitels bildet die Arbeit von KLAPP, GÖSER und SCHRÖDER (2010).

Zu diesem Zweck wurde ein fiktiver Beispielbetrieb modelliert, der sich weitgehend an Daten des Testbetriebsnetzes des BMELV (2008) anlehnt. Hierbei handelt es sich um einen Milchviehbetrieb, der über einen Viehbestand von 55 Milchkühen, 36 Färsen und 9 Kälbern verfügt. Das Leistungsniveau der Milchviehherde liegt bei durchschnittlich 7000 kg/Jahr. Die Flächenausstattung beträgt 50 ha, die sich in 30 ha Grünland und 20 ha Ackerland aufteilen. Auf dem Ackerland werden 12 ha Silomais zur Futtergewinnung und 8 ha Winterweizen als Marktfrucht angebaut. In Bezug auf das Ertragsniveau befindet sich der Betrieb auf einem relativ schwachen Standort. Der Viehbesatz beträgt 1,89 RGV/ha HFF. Der Energiebedarf aus dem Grundfutter wird je zur Hälfte aus Grassilage und Silomais bereitgestellt.

Die Datengrundlage besteht vornehmlich aus den Richtwertdeckungsbeiträgen<sup>17</sup> der Jahre 2006 bis 2008 der Landwirtschaftskammer Niedersachsen sowie der KTBL-Datensammlung „BETRIEBSPLANUNG LANDWIRTSCHAFT 2006/2007-2008/2009“. Zur Steigerung der Aussagekraft werden für die Deckungsbeitrags- und Kostenkalkulationen Mittelwerte aus den Jahren 2006, 2007 und 2008 ermittelt. Fixkosten bleiben in den Berechnungen unberücksichtigt, weil davon ausgegangen wird, dass Agrarumweltmaßnahmen z.B. langfristige Investitionsentscheidungen nicht merklich beeinflussen.

## **9.1 Mögliche Anpassungsmaßnahmen und deren ökonomische Auswirkung**

Zunächst wird für den Beispielbetrieb ein Vergleich der Grundfutterkosten zwischen intensiver und extensiver Grünlandnutzung dargestellt. Wie Abbildung 44 zeigt, sind die Grundfutterkosten (€/GJ) auf den extensivierten Grünlandflächen mit Berücksichtigung der Extensivie-

---

<sup>17</sup> Der Deckungsbeitrag ist der Betrag, um den die in monetären Einheiten bewerteten Leistungen die veränderlichen Kosten übersteigen; er dient zur Deckung der Fixkosten (REDELBERGER 2004: 45).

rungsprämie etwa 40 % geringer. Zwar ist der Nettoenergieertrag pro Hektar ca. 24 % niedriger, die eingesparten Kosten sowie die Extensivierungsprämie überkompensieren diesen Nachteil jedoch. Auch ohne Einbeziehung der Prämie sind die Futterkosten geringer als bei intensiver Bewirtschaftung. Die Futterkosten je GJ/NEL des extensiven Grünlandes entsprechen den Kosten des Mais. In der hier gewählten Betrachtungsweise bleibt hingegen unberücksichtigt, dass die absolute Menge an Grundfutter auf dem Betrieb abnimmt und in Folge dessen zusätzliche Kosten durch die alternative Futterbeschaffung entstehen. Diese gesamtbetrieblichen Effekte werden im nachfolgenden Abschnitt beschrieben.

Abbildung 44: Futterkostenvergleich zwischen extensiver und intensiver Grünlandnutzung

		Grünland			Mais
	Einheit	Intensiv	Extensiv (mit Prämie)	Extensiv (ohne Prämie)	
<b>Produktionsdaten</b>					
Nettoenergieertrag	GJ/ NEL ha	42	32	32	78
Nettoenergieertrag	GJ/ ME ha	70,9	54	54	128
<b>Leistungen</b>					
Verkaufsware	€/ ha	0,00	0,00	0,00	0,00
Extensivierungsprämie*	€/ ha	0,00	110,00	0,00	0,00
Summe Leistungen	€/ ha	0,00	110,00	0,00	0,00
<b>Direktkosten</b>					
Saatgut	€/ ha	16,56	22,34	22,34	166,21
Dünger**	€/ ha	116,23	10,71	10,71	95,50
Pflanzenschutz	€/ ha	12,86	0,00	0,00	139,20
Versicherung	€/ ha	0,00	0,00	0,00	14,64
Sonstiges (Folie etc.)	€/ ha	68,13	55,57	55,57	65,43
Summe Direktkosten	€/ ha	213,79	88,62	88,62	480,98
Direktkostenfreie Leistung	€/ ha	-213,79	21,38	-88,62	-480,98
<b>variable Kosten</b>					
var. Maschinenkosten	€/ ha	333,42	264,84	264,84	278,503333
Gasölverbilligung	€/ ha	-17,10	-13,89	-13,89	-22,4166667
Lohnmaschinen	€/ ha	17,80	17,80	17,80	146,023333
Zinsanspruch 6%	€/ ha	16,07	10,53	10,53	13,5633333
Summe variable Kosten	€/ ha	563,97	367,90	367,90	896,65
<b>Kosten</b>	€/ ha	-563,97	-257,90	-367,90	-896,65
<b>Futterkosten</b>	€/ GJ NEL	-13,43	-8,06	-11,50	-11,50
	€/ GJ ME	-7,95	-4,78	-6,81	-7,01
* Höhe der Extensivierungsprämie in Niedersachsen					
** Ohne Wirtschaftsdünger					

Quelle: Eigene Berechnungen in Anlehnung an LANDWIRTSCHAFTSKAMMER NIEDERSACHSEN 2006 – 2008 a, b

Bei intensiver Grünlandnutzung deckt das vorhandene Grundfutterangebot etwa den Bedarf des Viehbestandes. Folglich reichen die Futterflächen bei extensiver Bewirtschaftung des Grünlandes nicht aus, um die gesamte Herde mit Grundfutter zu versorgen. Um dieses Defizit auszugleichen, hat der Betrieb mehrere Möglichkeiten:

- (A) Zupacht zusätzlichen Grünlandes zur Futtergewinnung,
- (B) Zukauf von Futter,
- (C) Erhöhung des Silomaisanteils in der Grundfutterration,
- (D) Abstockung des Viehbestands, um mit dem vorhandenen Futterangebot auszukommen.

**Szenario A: Zupacht von Grünland**

Mit Hilfe der Zielwertsuche in Excel wurde ermittelt, dass der Betrieb zusätzlich 9,4 ha Grünland pachten müsste, um die gleiche Menge Futter zu erzeugen wie vor der Extensivierung. Je Hektar zugepachteten Grünlandes entsteht ein zusätzlicher Pachtaufwand in Höhe von 250 €. Würde der Betrieb an einer Grünlandextensivierungsmaßnahme mit einer Viehbestandshöchstgrenze von 1,4 RGV/ha HFF teilnehmen wollen, wäre eine Zupacht von 14,6 ha Fläche notwendig, um die RGV-Grenze einzuhalten. Die nachstehende Abbildung verdeutlicht die Auswirkungen auf den wirtschaftlichen Erfolg.

**Abbildung 45: Betriebswirtschaftliche Auswirkungen der Alternative „Grünlandzupacht“ für die Teilnahme am Grünlandextensivierungsprogramm**

	ohne Viehbesatzbeschränkung	max. 1,4 RGV/ha HFF
GDB Szenario A	80.217 €	81.722 €
GDB Status Quo	77.834 €	77.834 €
Differenz	2.383 €	3.888 €
Aufwand Flächenzupacht	-2.345 €	-3.658 €
Arbeitsaufwand	-1.590 €	-2.470 €
Extensivierungsprämie	4.332 €	4.910 €
<b>Vor-/Nachteil ohne Arbeitsaufwand</b>	<b>4.370 €</b>	<b>5.140 €</b>
<b>Vor-/Nachteil mit Arbeitsaufwand</b>	<b>2.780 €</b>	<b>2.670 €</b>

Quelle: Eigene Berechnungen

Aus Abbildung 45 wird ersichtlich, dass der Gesamtdeckungsbeitrag<sup>18</sup> (GDB) nach der Umstellung um 2.383 € höher ist, was sich durch eingesparte Dünge- und Pflanzenschutzkosten und demzufolge verringerte Grundfutterkosten erklären lässt. Dieser Wert entspricht etwa dem zusätzlichen Pachtaufwand in Höhe von insgesamt 2.345 €. An dieser Stelle sei erwähnt, dass die Extensivierungsprämie in dieser (und den folgenden) Berechnungen separat aufgeführt ist und nicht wie in Abbildung 44 in der Grundfutterkostenberechnung Berücksichtigung findet. Die separate Darstellung dient der besseren Veranschaulichung des Einflusses der Prämie auf den Vor- bzw. Nachteil. Mit der Teilnahme des Beispielbetriebes an der Grünlandextensivierungsmaßnahme wird ohne Berücksichtigung des Arbeitsaufwandes ein Mehr-

<sup>18</sup> Durch die Multiplikation der Einzeldeckungsbeiträge mit deren Umfängen im Produktionsprogramm erhält man den Gesamtdeckungsbeitrag der einzelnen Produktionsverfahren (REDELBERGER 2004: 45).

erlös in Höhe von 4.370 € und mit Berücksichtigung des Arbeitsaufwandes in Höhe von 2.780 € erwirtschaftet.

Die Reduzierung des Viehbestandes auf 1,4 RGV/ha HFF bewirkt durch den höheren Grasanteil in der Grundfütterration eine Verringerung des Maisanbaus um 2,6 ha und somit eine Erhöhung des Weizenanbaus um ca. 2,5 ha. Daraus resultiert der höhere GDB im Vergleich zu der Variante ohne Viehbesatzbeschränkung<sup>19</sup>. Dennoch würde der Betrieb durch eine Teilnahme mit Berücksichtigung des Arbeitsaufwandes einen geringeren Mehrerlös als in der Variante ohne Viehbeschränkung erzielen. Auf den Effekt einer Veränderung des Pachtpreises wird später näher eingegangen.

**Szenario B: Futterzukauf**

Gleicht der Betrieb den Minderertrag aus der Grundfüttererzeugung durch Futterzukauf aus, wird der Vorteil der Grünlandextensivierung gemindert. Abbildung 46 zeigt die daraus resultierenden Effekte.

**Abbildung 46: Betriebswirtschaftliche Auswirkung der Alternative „Futterzukauf“ für die Teilnahme am Grünlandextensivierungsprogramm**

	<b>ohne Viehbesatzbeschränkung</b>
GDB Szenario B	80.217 €
GDB Status Quo	77.834 €
Differenz	2.383 €
Aufwand Futterzukauf	-4.039 €
Extensivierungsprämie	3.300 €
<b>Vor-/Nachteil</b>	<b>1.644 €</b>

Quelle: Eigene Berechnungen

Stellt man die Einsparungen durch den Verzicht auf mineralische Dünge- sowie chemisch-synthetische Pflanzenschutzmittel den Mehrkosten für den notwendigen Futterzukauf gegenüber, so überwiegen die Kosten des Futterzukaufs. Unter Berücksichtigung der Prämie ist die Teilnahme an der Grünlandextensivierungsmaßnahme dennoch rentabel.

Die Teilnahme an einer Maßnahme mit einer Viehbesatzbeschränkung von 1,4 RGV/ha Hwäre bei dieser Anpassungsmaßnahme nicht möglich, da der Beispielbetrieb die vorgegebene RGV-Grenze nicht einhalten würde.

<sup>19</sup> Es ist zu berücksichtigen, dass eine wesentliche Erhöhung des Grasanteils in der Grundfütterration zu Leistungseinbußen führen kann. Es wird hier vereinfachend angenommen, dass durch eine ausgewogene Fütterration keine Veränderung der Milchleistung zu erwarten ist.

### Szenario C: Veränderung der Futtermittellagerung

Die Tatsache, dass nur das Grünland und nicht die Ackerflächen extensiv bewirtschaftet werden müssen, gibt dem Betrieb die Möglichkeit, die Ertragsrückgänge auf den Grünlandflächen durch zusätzlichen Ackerfutterbau zu kompensieren. Zu diesem Zweck ist eine Anpassung der Grundfütterung notwendig. Angenommen, der Energiebedarf aus dem Grundfutter würde zu 67 % aus Silomais und zu 33 % aus Grassilage gedeckt, so wäre der Bedarf an Grassilage auch bei extensiver Bewirtschaftung der Grünlandflächen ausreichend. Allerdings müsste in diesem Fall die Silomaisanbaufläche um 3,4 ha erweitert werden, was eine Verdrängung des Winterweizenanbaus als Opportunität bedeuten würde. Abbildung 47 stellt die wirtschaftlichen Auswirkungen dieser Maßnahme dar.

**Abbildung 47: Betriebswirtschaftliche Auswirkung der Alternative „Veränderung der Futtermittellagerung“ für die Teilnahme am Grünlandextensivierungsprogramm**

	ohne Viehbesatzbeschränkung	max. 1,4 RGV/ha HFF
GDB Szenario C	78.190 €	74.885 €
GDB Status Quo	77.834 €	77.834 €
Differenz	356 €	-2.949 €
Aufwand Flächenzupacht	0 €	-350 €
Arbeitsaufwand	0 €	-226,8
Extensivierungsprämie	3.300 €	3.454 €
<b>Vor-/Nachteil ohne Arbeitsaufwand</b>	<b>3.656 €</b>	<b>155 €</b>
<b>Vor-/Nachteil mit Arbeitsaufwand</b>	<b>3.656 €</b>	<b>-72 €</b>

Quelle: Eigene Berechnungen

Abbildung 47 zeigt, dass der Gesamtdeckungsbeitrag in Höhe von 78.190 € niedriger ist als in den Szenarien A und B, was vornehmlich durch den entgangenen Deckungsbeitrag des Weizens verursacht wird. Gleichwohl führt die Grünlandextensivierung zu einem positiven Ergebnis. Der Vorteil fällt im Vergleich zur Zupacht-Alternative mit Berücksichtigung des Arbeitsaufwandes höher aus. Ab einem Pachtpreinsniveau von 156 €/ha wäre die Option der Veränderung der Futtermittellagerung vorteilhafter.

Bei Teilnahme an einer Maßnahme mit einer Viehbesatzbeschränkung von 1,4 RGV/ha HFF der Beispielbetrieb die Maisanbaufläche um 9,4 ha vergrößern, um den geforderten Viehbestand einzuhalten. Die Ackerfläche reicht hierfür jedoch nicht aus und es müssten weitere 1,4 ha HFF hinzugepachtet werden. Der Betrieb pachtet wegen der geringeren Flächenkosten des Grünlandes im Gegensatz zum Maisanbau 1,4 ha Grünland hinzu. Es wird unterstellt, dass der Betrieb das überschüssige Grundfutter nicht verkaufen kann. Bei dieser Anpassungsstrategie ergibt sich durch die Grünlandextensivierung kein Vorteil für den Betrieb. Bei einer

geringen notwendigen Erweiterung des Maisanbaus wegen eines niedrigeren Ausgangsviehbesatzes ist die Anpassungsstrategie ebenfalls von Vorteil.

**Szenario D: Viehabstockung**

Eine weitere Möglichkeit zur Anpassung an das geringere Futterangebot ist die Auslagerung des Jungviehs. Bei dem vorgegeben Produktionsniveau ist die Reduzierung des Jungviehs die günstigere Alternative im Gegensatz zur Reduzierung des Milchkuhbestandes. Mit dem vorhandenen Futterangebot kann der Betrieb seinen gesamten Milchkuhbestand und weitere acht Färsen versorgen, während die übrigen – für die Remontierung erforderlichen – Färsen beispielsweise in Form einer kooperativen Aufzucht gehalten werden. Abbildung 48 stellt die Auswirkungen einer Reduzierung des Viehbestandes bei der Grünlandextensivierung dar.

**Abbildung 48: Betriebswirtschaftliche Auswirkung der Alternative „Viehabstockung“ für die Teilnahme an einer Grünlandextensivierungsmaßnahme**

	ohne Viehbesatz- beschränkung	max. 1,4 RGV/ha HFF
GDB Szenario D	71.153 €	70.628 €
GDB Status Quo	77.834 €	77.834 €
Differenz	-6.681 €	-7.206 €
Entgangener Güllewert	-1.662 €	-1.750 €
Arbeitsaufwand	4.410 €	4.725 €
Extensivierungsprämie	3.300 €	3.300 €
<b>Vor-/Nachteil ohne Arbeitsaufwand</b>	<b>-5.042 €</b>	<b>-5.655 €</b>
<b>Vor-/Nachteil mit Arbeitsaufwand</b>	<b>-632 €</b>	<b>-930 €</b>

Quelle: Eigene Berechnungen

Aus Abbildung 48 wird ersichtlich, dass die Viehabstockung einen Rückgang des Gesamtdeckungsbeitrages zur Folge hat. Dies wird durch die höheren Kosten für die Bestandsergänzung auf Grund der kooperativen Jungviehaufzucht bewirkt. Ferner fällt auf dem Betrieb weniger Gülle an, was einen zusätzlichen monetären Verlust von 1.662 € mit sich bringt. Dieser Nachteil wird durch die Extensivierungsprämie nicht kompensiert, auch wenn durch die Reduzierung des Arbeitsaufwandes der Nachteil relativiert wird. Folglich ist die Teilnahme an einer Grünlandextensivierungsmaßnahme im Falle einer Viehabstockung wirtschaftlich nicht opportun. Die Berücksichtigung von Festkosten des Betriebes führt im Falle der Viehabstockung zu steigenden Gebäudekosten je Tierplatz, woraus eine weitere Verschlechterung der Rentabilität resultieren würde. Bei Teilnahme an einer Maßnahme mit höchstens 1,4 RGV/ha HFF könnte der Betrieb nur sechs Färsen selbst aufziehen, was das Ergebnis weiter beeinträchtigen würde.

Die ausgewählten Szenarien haben gezeigt, dass die Veränderung der Futterration den größten Vorteil bei der Grünlandextensivierung ohne Viehbeschränkung erbringt (3.656 €). Die Zu-

pacht von Grünland (2.779 €) sowie der Futterzukauf (1.644 €) wirken sich ebenfalls positiv auf das Ergebnis aus. Einzig die Option Viehabstockung führt zu einem negativen Resultat (-632 €). Bei Reduzierung der Arbeitsentlohnung würde die Flächenzupacht an Vorzüglichkeit gewinnen und die Viehabstockung an Vorzüglichkeit verlieren und vice versa.

Die Viehbesatzbeschränkung von 1,4 RGV/ha HFF reduziert die Vorzüglichkeit der Grünlandextensivierungsmaßnahme für den Betrieb und erschwert zudem die Teilnahme. Die Anpassungsstrategie Futterzukauf ist für den Betrieb ausgeschlossen und die Veränderung der Futterration liefert keinen Mehrgewinn. Weiterhin müsste er mehr Fläche hinzupachten, damit der Viehbesatz eingehalten wird, was bei Flächenknappheit schwer zu realisieren ist. Ebenfalls müsste der Betrieb seinen Viehbestand stärker abstocken und somit eine weitere Reduzierung seines GDB in Kauf nehmen. Die Flächenzupacht stellt für diesen Betrieb trotz der schwierigen Umsetzung die einzige rentable Anpassungsstrategie dar.

## **9.2 Effekte variierender Rahmenbedingungen**

Bislang wurde mit den in den Planannahmen zu Grunde gelegten und der Datengrundlage entnommenen Werten kalkuliert. In diesem Abschnitt werden Variantenrechnungen vorgestellt, in denen einzelne Parameter abgeändert werden. Zudem wird untersucht, wie diese Änderungen das Ergebnis beeinflussen. Als Anpassungsmaßnahme wird in der jeweiligen Variante angenommen, dass der Betrieb auf Grund der im Späteren genauer untersuchten Flächenveränderungen die Zupacht von Grünland wählt. Folgende Variantenrechnungen werden analysiert:

- (1) Minderung des Düngemittelpreises,
- (2) Erhöhung des Pachtsatzes,
- (3) Anhebung der Milchleistung.

### **Variantenrechnung 1: Minderung des Düngemittelpreises**

Die Rentabilität der Umstellung auf extensive Grünlandwirtschaft mit dem damit verbundenen Verzicht auf mineralische Düngemittel wird insbesondere vom Düngemittelpreisniveau beeinflusst. In der folgenden Kalkulation wird der Düngerpreis auf 50 % bzw. 0 % herabgesetzt und untersucht, welchen Einfluss dies für das Ergebnis hat

Abbildung 49 veranschaulicht die Wirkung der Preisminderung. Die Halbierung des Düngemittelpreises verringert den Effekt der eingesparten Düngemittelkosten und lässt die Umstellung weniger rentabel werden. Der Vorteil beträgt noch 1.278 €. Bei kostenlosem Dünger ist die Extensivierungsmaßnahme nicht mehr rentabel. Auffällig ist, dass der Düngerpreis stark fallen muss, bis die Teilnahme an der Extensivierungsmaßnahme nicht mehr rentabel ist. Die

Höhe der Prämie überkompensiert den Aufwand durch den Ertragsrückgang und den damit einhergehenden Kosten für die Flächenzupacht. Ferner lässt sich ableiten, dass bei steigendem Düngemittelpreis die Vorzüglichkeit einer Teilnahme an einer Grünlandextensivierungsmaßnahme steigt.

**Abbildung 49: Betriebswirtschaftliche Auswirkung verminderter Düngemittelpreise bei der Teilnahme an einer Grünlandextensivierungsmaßnahme**

	Düngerpreis 0 %	Düngerpreis 50 %	Düngerpreis 100 %
GDB Extensiv	82.683 €	81.450 €	80.217 €
GDB Status Quo	83.304 €	80.569 €	77.834 €
Differenz	-621 €	881 €	2.383 €
Aufwand Flächenzupacht	-2.345 €	-2.345 €	-2.345 €
Arbeitsaufwand	-1.590 €	-1.590 €	-1.590 €
Extensivierungsprämie	4.332 €	4.332 €	4.332 €
<b>Vor-/Nachteil ohne Arbeitsaufwand</b>	<b>1.366 €</b>	<b>2.868 €</b>	<b>4.370 €</b>
<b>Vor-/Nachteil mit Arbeitsaufwand</b>	<b>-224 €</b>	<b>1.278 €</b>	<b>2.780 €</b>

Quelle: Eigene Berechnungen

### Variantenrechnung 2: Erhöhung des Pachtsatzes

Das Pachtniveau kann einen nicht unerheblichen Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit der Teilnahme am Extensivierungsprogramm haben. In den bisherigen Berechnungen wurde als Grünlandpachtpreis ein verhältnismäßig niedriger Wert von 250 €/ ha angenommen. Im Gegensatz dazu stellt ein Pachtpreis von 400 €/ ha einen hohen Wert dar (ROHDE 2009). An dieser Stelle werden daher die Folgen variierender Pachthöhen untersucht (Abbildung 50).

**Abbildung 50: Betriebswirtschaftliche Auswirkung höherer Pachtpreise bei der Teilnahme an einer Grünlandextensivierungsmaßnahme**

	Pachtpreis 545 €/ ha	Pachtpreis 400 €/ ha	Pachtpreis 250 €/ ha
GDB Extensiv	80.217 €	80.217 €	80.217 €
GDB Status Quo	77.834 €	77.834 €	77.834 €
Differenz	2.383 €	2.383 €	2.383 €
Aufwand Flächenzupacht	-5.125 €	-3.752 €	-2.345 €
Arbeitsaufwand	-1.590 €	-1.590 €	-1.590 €
Extensivierungsprämie	4.332 €	4.332 €	4.332 €
<b>Vor-/Nachteil ohne Arbeitsaufwand</b>	<b>1.590 €</b>	<b>1.373 €</b>	<b>4.370 €</b>
<b>Vor-/Nachteil mit Arbeitsaufwand</b>	<b>0 €</b>	<b>1.373 €</b>	<b>2.780 €</b>

Quelle: Eigene Berechnungen

Bei einem hohen Pachtpreisniveau von 400 €/ ha Grünland wird der Vorteil der Grünlandextensivierungsmaßnahme um etwa 50 % geschmälert. Darüber hinaus wird aus Abbildung 50

ersichtlich, dass der Break-Even-Punkt<sup>20</sup> des Pachtpreinsniveaus für den Beispielbetrieb bei einem Wert von 545 €/ha liegt. Bei einem höherem Pachtpreis als 371 €/ha stellt der Zukauf von Futter die rentablere Anpassungsstrategie dar.

### Variantenrechnung 3: Anhebung der Milchleistung

Liegt das unterstellte Leistungsniveau der Milchkühe bei 9000 statt bei 7000 kg Milch/Jahr, so ist auch der Grundfutterbedarf der Herde höher. In diesem Fall müsste der Beispielbetrieb auch bei intensiver Bewirtschaftung der Grünlandflächen zur Deckung des Grundfutterbedarfes 1,8 ha Grünlandfläche hinzupachten. Des Weiteren müsste er den Maisanbau um 0,5 ha ausweiten und damit einhergehend den Weizenanbau um diese Fläche einschränken. Bei Extensivierung der Grünlandflächen wäre eine Zupacht von 11,7 ha Grünlandfläche notwendig. Abbildung 51 stellt die Auswirkungen der Extensivierung bei erhöhter Milchleistung dar.

**Abbildung 51: Betriebswirtschaftliche Auswirkung veränderter Milchleistung bei der Teilnahme an einer Grünlandextensivierungsmaßnahme**

	9000 kg	7000 kg
GDB	103.437 €	80.217 €
GDB Status Quo	100.915 €	77.834 €
Differenz	2.521 €	2.383 €
zus. Aufwand Flächenzupacht	-2.486 €	-2.345 €
Arbeitsaufwand	-1.874 €	-1.590 €
Extensivierungsprämie	4.592 €	4.332 €
<b>Vor-/Nachteil ohne Arbeitsaufwand</b>	<b>4.628 €</b>	<b>4.370 €</b>
<b>Vor-/Nachteil mit Arbeitsaufwand</b>	<b>2.754 €</b>	<b>2.779 €</b>

Quelle: Eigene Berechnungen

Abbildung 51 zeigt, dass die Differenz der Gesamtdeckungsbeiträge bei erhöhter Milchleistung leicht höher ist. Dies ist auf den insgesamt höheren Grundfutterbedarf bei der gestiegenen Milchleistung zurückzuführen, aus welchem in Relation zur intensiven Grünlandbewirtschaftung größere Einsparungen bei der Grundfütterversorgung resultieren (siehe Abbildung 44). Des Weiteren sind der zusätzliche Pachtaufwand, der Arbeitsaufwand sowie die Extensivierungsprämie wegen des höheren Flächenbedarfes bei erhöhter Milchleistung größer. In der Summe ist der Vorteil des Betriebes bei einer höheren Milchleistung marginal kleiner. Daraus kann geschlossen werden, dass das Leistungsniveau die Entscheidung zur Grünlandextensivierung nicht beeinflusst.

20 Kritische Werte, bei deren Über- bzw. Unterschreitung sich die Rentabilität umkehrt (HEIL und ODENING 1999: 17).

### 9.3 Diskussion

Im vorangegangenen Kapitel wurde festgestellt, dass nahezu alle untersuchten Anpassungsszenarien zur Teilnahme an der Grünlandextensivierungsmaßnahme ohne Viehbesatzbeschränkung für den gewählten Beispielbetrieb zu einem Mehrgewinn führen. Lediglich die Alternative der Viehabstockung wirkt sich negativ auf den wirtschaftlichen Erfolg des Betriebes aus. Als die Option des höchsten Mehrgewinns stellt sich die Veränderung der Futterration heraus. Sind nicht genügend Ackerflächen in der Region vorhanden, um einen höheren Maisanteil in der Grundfutterration zu gewähren bzw. liegt das Pachtpreinsniveau für Grünland unter 156 €/ha, stellt die Grünlandzupacht die rentabelste Anpassungsstrategie dar. In diesem Zusammenhang ist jedoch zu beachten, dass Pachtflächen nicht unbegrenzt verfügbar sind (ROHDE 2009). Daher ist eine Grünlandextensivierung vor allem in Regionen mit ausreichend Grünlandflächen interessant (HAHN 2003: 31). Ferner muss berücksichtigt werden, dass der Vorteil der Umstellung durch Zupacht bei einer Zunahme der insgesamt nötigen Pachtfläche abnimmt, da ein extensiver Bewirtschafter verhältnismäßig mehr Fläche für die gleiche Futtermenge benötigt. Neben der Verfügbarkeit von Grünland spielt auch der regional erheblich variierende Pachtpreis für das Umstellungsszenario der Zupacht eine große Rolle. Mit steigendem Pachtpreis nimmt der Vorteil einer Programmteilnahme ab. In dem gewählten Modell wäre die Teilnahme allerdings erst ab einem sehr hohen Pachtpreis in Höhe von 545 € je Hektar unrentabel.

Stehen keine oder nur vergleichsweise teure ( $> 371$  €/ha) Pachtflächen zur Verfügung, ist für den Beispielbetrieb der Zukauf von Futter die beste Lösung. An dieser Stelle ist die Verfügbarkeit des Futters allerdings ein entscheidendes Kriterium. Überdies besteht bei Zukauf fremden Futters ein Risiko bezüglich der Qualität. Kann das Leistungspotential der Milchkühe durch eine weniger optimale Futterversorgung nicht ausgenutzt werden, wird sich dies negativ auf das Ergebnis auswirken (HAHN 2003: 30). Im Rahmen dieser Arbeit finden jedoch ernährungsphysiologische Aspekte keine weitere Betrachtung.

Wählt der Betrieb trotz des negativen Ergebnisses die Abstockung des Viehbestandes, kommen beispielsweise arbeitszeitökonomische Motive oder schlechte wirtschaftliche Ergebnisse in der Tierproduktion als Gründe in Frage. Zu bedenken ist auch, dass bei der Auslagerung des Jungviehs dessen Herkunft bei der Gesunderhaltung des gesamten Viehbestandes eine wichtige Rolle spielt und deswegen oft in der Praxis schwierig umzusetzen ist (LANDWIRTSCHAFTSKAMMER NIEDERSACHSEN 2008a: 4 ff.).

Die Höhe des Milchpreises bzw. des Fleischpreises hat einzelbetrieblich keinen direkten Einfluss auf den finanziellen Vor- bzw. Nachteile einer Grünlandextensivierung, da die Erlöse aus Milch und Rindfleisch im Falle der Extensivierung unverändert bleiben, sofern der Viehbestand aufrechterhalten wird (HAHN 2003). Eine Veränderung des Milchpreises ruft jedoch indirekte Effekte hervor. Beispielsweise könnte ein Anstieg des Milchpreises eine Ausweitung und Intensivierung der Produktion zur Folge haben, was Futter und Futterflächen knapper und damit einhergehend teurer werden ließe.

Direkten Einfluss auf die Rentabilität der Teilnahme an der Grünlandextensivierungsmaßnahme hat das Preisniveau der Düngemittel. Bei steigenden Düngemittelpreisen nimmt der Vorteil der Programmteilnahme zu.

Von besonderer Bedeutung für den Erfolg oder Misserfolg einer Umstellung auf Grünlandextensivierung ist das Grünlandmanagement. Bei gutem Grünlandmanagement können die Ertragsausfälle auf 10 bis 15 % begrenzt werden, während bei schlechtem Management der Ertragsrückgang über 30 % betragen kann. Bei dem in dieser Arbeit gewählten Modell ist mit einem Ertragsrückgang von etwa 24 % kalkuliert worden. Sollte die Leistung des Grünlands durch die Extensivierung niedriger ausfallen, würde auch der Vorteil der Programmteilnahme geringer ausfallen (ROHDE 2009).

Der Vergleich der Anpassungsstrategien zwischen Grünlandextensivierungsmaßnahmen ohne Viehbesatzbeschränkung und mit Viehbesatzbeschränkung von maximal 1,4 RGV/ha HFF hat ergeben, dass der Aufwand und die damit verbundenen Kosten zur Teilnahme an der Maßnahme mit Viehbesatzbeschränkung größer sind. Die Anpassungsstrategie Futterzukauf fällt für den gewählten Betrieb weg, weil dieser den geforderten Viehbesatz nicht einhalten kann. Durch den höheren Pacht- und Arbeitsaufwand in der Variante Zupacht von Grünland verringert sich die Vorzüglichkeit der Teilnahme. Bei der Variante Veränderung der Futterration ist die Teilnahme nicht mehr rentabel und durch die stärkere Abstockung des Viehbestandes wird der GDB stärker reduziert.

Die Analysen bestätigen die Aussage von OSTERBURG (1999: 2-4), dass Aufwand und Erlös bei Teilnahme an einer Grünlandextensivierungsmaßnahme stark von Standort, Größe und Bewirtschaftungsintensität des Betriebes abhängen. Eine Staffelung der Förderprämie nach Region und Betriebsgröße wäre daher notwendig, um eine Über- bzw. Unterkompensation des Mehraufwandes zu vermeiden. Dies würde jedoch einen erhöhten Verwaltungsaufwand bedeuten (OSTERBURG 1999). Laut der nicht mehr geltenden VO (EG) 1257/1999 war eine Anreizkomponente von maximal 20 % der gezahlten Prämie zulässig (PUFAHL 2009).

Im nächsten Kapitel folgt die Beschreibung der statistischen Verfahren, die für die Schätzungen, die in Kapitel 11 folgen und das Anpassungsverhalten von Betrieben an veränderte Viehbesatzgrenzen identifizieren sollen, angewendet werden. Dabei handelt es sich im Wesentlichen um Panelregressionen, deren Durchführung aus statistischer Sicht an die Überprüfung des Vorliegens verschiedener Voraussetzungen geknüpft ist.

## **10. Beschreibung der angewendeten statistischen Verfahren zur Messung der Anpassungsreaktionen der Betriebe an veränderte Viehbesatzgrenzen in Agrarumweltmaßnahmen**

### **10.1 Modelltests und Verletzungen der Annahmen**

#### **10.1.1 Heteroskedastizität**

Wenn die Störgrößen  $u_t$  für alle Beobachtungen  $t$  konstant sind ( $\text{var}(u_t) = \sigma^2$  für  $t=1, 2, \dots, T$ ), ist bei den Residuen keine Heteroskedastizität festzustellen (AUER 2007: 363). Variiert hingegen die Varianz der Residuen und somit auch die Varianz der erklärten Variablen für unterschiedliche Beobachtungen, liegt Heteroskedastizität in den Daten vor. Ein Beispiel für Heteroskedastizität ist eine zunehmende Störgröße in einer Zeitreihe (z. B. die Betriebe in einer Gruppe tendieren mit ihrem Viehbesatz in gegenläufige Richtungen). Würde man die Heteroskedastizität ignorieren und eine Kleinste-Quadrate-(KQ-)Schätzung des Ausgangsmodells vornehmen, so wären die KQ-Schätzer zwar unverzerrt und konsistent, aber nicht effizient. Dies bedeutet, dass diese Schätzwerte nicht die kleinstmögliche Varianz aufweisen und somit die Standardfehler der Schätzung verzerrt wären. Dies hätte zur Folge, dass auch Intervallschätzer verzerrt wären und Hypothesentests wertlose Resultate lieferten. So würde z. B. die Anwendung des t-Tests zu falschen Ergebnissen führen (BACKHAUS 2008: 85). Es gibt mehrere Testverfahren, um einen Datensatz auf Heteroskedastizität zu prüfen.

##### **10.1.1.1 Breusch-Pagan-Test**

Um den vorliegenden Datensatz auf Heteroskedastizität zu prüfen, kommt der Breusch-Pagan (BP)-Test zum Einsatz<sup>21</sup>. Im Gegensatz zum Goldfeld-Quandt-Test, der hauptsächlich bei Einfachregressionen Anwendung findet, können mit dem BP-Test mehrere Variable gleichzeitig auf Heteroskedastizität überprüft werden. Um diesen Test besser zu verstehen, sind seine wichtigsten Schritte im Folgenden erläutert. Die Idee hinter dem BP-Test wird in der  $H_0$ - und  $H_1$ - Hypothese verdeutlicht. Die Ausgangsgleichung lautet:

---

<sup>21</sup> Die Darstellung orientiert sich stark an GUJARATI (1988: 348).

$$Y_i = \beta_1 + \beta_2 X_{2i} + \dots + \beta_k X_{ki} + u_i$$

Der BP-Test überprüft, ob die Fehlervarianz ( $\sigma_i^2$ ) von den erklärenden Variablen abhängt. Die Fehlervarianz schreibt sich als eine Funktion von (Hier stellen die  $Z_i$  die Teilmenge von  $X_i$  dar, welche auf Heteroskedastizität zu prüfen sind.):

$$\sigma_i^2 = f(\alpha_1 + \alpha_2 Z_{2i} + \dots + \alpha_m Z_{mi})$$

Hier wird getestet, ob  $\sigma_i^2$  eine lineare Funktion der  $Z_i$  darstellt und aus diesem Grunde wird geschrieben:

$$\sigma_i^2 = \alpha_1 + \alpha_2 Z_{2i} + \dots + \alpha_m Z_{mi}$$

Die  $H_0$ -Hypothese lautet: Homoskedastizität liegt vor<sup>22</sup>

$$H_0 : \alpha_2 = \alpha_3 = \dots = \alpha_m = 0$$

$$\Rightarrow \sigma_i^2 = \alpha_1$$

Die  $H_1$ -Hypothese lautet: Heteroskedastizität liegt vor

$H_1$  : Mindestens ein Steigungsparameter ist nicht gleich 0.

Wenn demnach die unabhängigen Variablen signifikant sind, sprich einen Einfluss auf  $\sigma_i^2$  haben, muss die  $H_0$ -Hypothese abgelehnt werden und es liegt in den Daten Heteroskedastizität vor. Kann die  $H_0$ -Hypothese hingegen nicht abgelehnt werden, so ist  $\sigma_i^2$  eine Konstante ( $\sigma_i^2 = \alpha_1$ ).

Der im BP-Test berechnete  $p$ -Wert ist unter Zuhilfenahme der  $F_{k,n-k-1}$ -Verteilung bei der  $F$ -Statistik oder der  $\chi_k^2$ -Verteilung bei der  $LM$ -Statistik berechnet. „Der  $p$ -Wert stellt die Wahrscheinlichkeitsmasse rechterhand von dem aus der Stichprobe ermittelten t-Wert unter der jeweiligen Verteilung bei einem einseitigen Hypothesentest dar. Im zweiseitigen Test bezeichnet der  $p$ -Wert die Wahrscheinlichkeitsmasse, die außerhalb des Intervalls  $[-t; t]$  liegt“ (AUER 2003: 112). Die  $H_0$ -Hypothese kann also erst abgelehnt werden, wenn  $p < \alpha$  (*Signifikanzniveau*) gilt. Der  $p$ -Wert bringt direkt zum Ausdruck, wie deutlich die  $H_0$ -Hypothese abgelehnt oder akzeptiert werden kann.

---

<sup>22</sup> Exkurs: Mit dem Joint-Test werden alle Parameter daraufhin getestet, ob sie außer dem Intercept signifikant verschieden von 0 sind.

### 10.1.1.2 Korrigieren der Heteroskedastizität durch robuste Standardfehler

Um nun trotz vorhandener Heteroskedastizität weiter mit den Ergebnissen aus der Regressionsanalyse rechnen zu können, werden hier die robusten Standardfehler berechnet. Die Herleitung der robusten Standardfehler folgt WOOLDRIDGE (2006: 272 ff.). Es werden aber weiterhin die Schätzer der KQ-Methode beibehalten. Der Unterschied zwischen einer t-Statistik nach der KQ-Methode und einer heteroskedastisch robusten t-Statistik sind nur die Standardfehler  $\left( t = \frac{\hat{\beta} - E(\hat{\beta})}{s\hat{e}(\hat{\beta})} \right)$ . Der Grundgedanke ist, dass die robusten Standardfehler nicht aus allen

Beobachtungen der Regression berechnet werden, sondern die Residuen genutzt werden, um für jede Beobachtung einen eigenen Standardfehler zu berechnen. Probleme bereiten die robusten Standardfehler bei sehr kleinen Stichproben, weil sie sich nur asymptotisch annähern und in solchen Fällen von der t-Statistik stark abweichen. Deswegen können sie nicht allgemeingültig für jede Regression eingesetzt werden. Aufgrund des in dieser Arbeit verarbeiteten großen Datenumfangs stellt dies hier kein Hindernis dar. Ein valider Schätzer für Heteroskedastizität wurde von White berechnet, welcher hier aber nicht hergeleitet wird. Dieser ergibt für die multiple Regression:

$$\text{Var}(\hat{\beta}_j) = \frac{\sum_{i=1}^n \hat{r}_{ij}^2 \hat{u}_i^2}{\left( \sum_{i=1}^n \hat{u}_i^2 \right)^2}$$

wobei  $\hat{r}_{ij}$  das i-te Residuum für die Regression von  $x_j$  auf alle anderen unabhängigen Variablen ist. Man erhält die robusten Standardfehler, indem die Wurzel aus  $\text{Var}(\hat{\beta}_j)$  gezogen wird. Wenn die  $\hat{u}_i^2$  für alle Beobachtungen gleich sind, also Homoskedastizität vorliegt, muss die geschätzte Varianz mit den Freiheitsgraden  $n/(n-k-1)$  multipliziert werden, bevor aus ihr die Wurzel gezogen wird. Mit der hier korrigierten Varianz können wir jetzt auch die Standardfehler der einzelnen Schätzer errechnen. Wie oben schon erwähnt, werden die Schätzer beibehalten. Sollen diese auch durch effizientere Schätzer ersetzt werden, muss die Gewichtete Kleinste-Quadrate-Methode angewandt werden, auf die in dieser Arbeit aus Gründen des Umfangs verzichtet wird.

### 10.1.2 Autokorrelation

Sind die Residuen in der Grundgesamtheit korreliert, ist in den Daten Autokorrelation vorhanden. Dies bedeutet, dass auf positive Störgrößen ( $u_t$ ) häufiger positive als negative Stör-

größen  $u_{t+1}$  folgen und vice versa bei negativen Störgrößen. Die Konsequenzen der Schätzung von Daten mit Autokorrelation ähneln denen der Heteroskedastizität. Autokorrelation tritt nur bei Zeitreihendaten auf; bei Querschnittsdaten stellt sie kein Problem dar. Demzufolge sind die Störgrößen meist über die Zeit korreliert. „Bei dem Vorliegen von positiver Autokorrelation liegen aufeinander folgende Werte der Residuen nahe beieinander, bei negativer Autokorrelation dagegen schwanken sie stark“ (BACKHAUS 2008: 87). Der Durbin-Watson-Test prüft die  $H_0$ -Hypothese, dass die Beobachtungswerte nicht autokorreliert sind. Hierfür ermittelt der Durbin-Watson-Test einen empirischen Wert, der die Differenzen zwischen den Residuen aufeinander folgender Beobachtungswerten aggregiert:

$$d = \frac{\sum_{t=2}^T (\varepsilon_t - \varepsilon_{t-1})^2}{\sum_{t=1}^T \varepsilon_t^2}, \text{ mit } \varepsilon_t = \text{Residualgröße für den Beobachtungswert in der Periode } t \text{ (} t=1,2,\dots,T\text{)}.$$

bachtungswert in der Periode  $t$  ( $t=1,2,\dots,T$ ).

Für Paneldaten verallgemeinert sich die Formel auf:

$$d_{pd} = \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{t=2}^T (\varepsilon_{it} - \varepsilon_{i,t-1})^2}{\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T \varepsilon_{it}^2}, \text{ mit } \varepsilon_{it} = \text{Residuen der}$$

Within-Regression,  $N$ = Zahl der beobachteten Individuen.

Diese Teststatistik wird dann mit den in Abhängigkeit von  $T$  (Länge des balancierten Paneldatensatzes),  $K$  (Zahl der Regressoren) und  $N$  (Zahl der beobachteten Individuen) tabellierten Annahme- und Ablehnungsbereichen verglichen (BHARGAVA et al. 1982: 537). Niedrige Werte von  $d$  deuten auf positive, hohe Werte auf negative Autokorrelation hin (BACKHAUS 2008: 87).

Für den Fall des Vorliegens von Autokorrelation können ähnlich der robusten Standardfehler nach White bei Vorliegen von Heteroskedastizität die robusten Standardfehler nach Newey-West (WOOLDRIDGE 2005: 432 ff.) berechnet werden. Diese Standardfehler werden *heteroskedasticity and autocorrelation consistent* (HAC) Schätzer genannt. Die erwartungstreuen Koeffizienten sind wie bei den White-Schätzern von der Anwendung der HAC-Schätzer nicht berührt. Jedoch werden Standardfehler der Koeffizienten konsistent und die  $t$ -Statistik bleibt interpretierbar.

### 10.1.3 Endogenität

Im Folgenden wird näher auf das Problem endogener Variablen eingegangen. Eine der Grundannahmen der Regressionsanalyse lautet:  $E(u_i|X) = 0$ . Dies impliziert, dass der Störterm  $u$  stochastisch unabhängig von den erklärenden Variablen ist. Das bedeutet weiterhin, dass der

Störterm im Erwartungswert nicht mit den erklärenden Variablen korreliert ist (STOCKER 2010: 318). Diese Annahme setzt voraus, dass die Regressoren eines Modells exogen sind und somit tatsächlich unabhängige Variablen darstellen. Können bestimmte Variablen des Modells als endogen bezeichnet werden, ist die Interpretierbarkeit des Modells in Frage zu stellen. Der Begriff der Endogenität steht im Allgemeinen für eine Korrelation zwischen einem oder mehreren Regressoren und dem Fehlerterm. Endogenität hat im Gegensatz zu Heteroskedastizität oder Autokorrelation verzerrte als auch nicht konsistente OLS-Schätzer zur Folge. Als primäre Gründe für dieses Phänomen nennt WOOLDRIDGE (2002: 50) das Auslassen von signifikanten unabhängigen Variablen, die mit einer oder mehreren im Modell befindlichen unabhängigen Variablen korreliert sind, bzw. die Existenz eines zufälligen Messfehlers bei einer oder mehreren unabhängigen Variablen. Zudem kann Simultaneität als Grund für Endogenität auftreten, d.h. ein oder mehrere vermeintlich unabhängige Variablen werden simultan mit der abhängigen Variable determiniert.

Letzteres wird in der Literatur oft als Endogenität im klassischen Sinne bezeichnet. In dem in dieser Arbeit zu schätzendem Modell wird der Viehbesatz als Funktion des Programmwechsels von Maßnahme 120 zu 121 abgetragen. Ebenso könnte allerdings der Programmwechsel als Funktion des Viehbestandes berechnet werden. Beide Größen wären in diesem Fall voneinander abhängig, also endogen, und werden simultan bestimmt. Demnach wächst mit steigendem Fehlerterm die abhängige Variable Viehbesatz, woraus eine Erhöhung der Wahrscheinlichkeit des Programmwechsels resultiert. Damit sind Fehlerterm und Programmwechsel korreliert. Dies resultiert aus der Endogenität des Programmwechsels und des Viehbesatzes.

Um einzelne Variablen auf Endogenität zu überprüfen, findet die Methode der zweistufigen kleinsten Quadrate (two stage least squares (2SLS)) Anwendung. Die Methode 2SLS verfolgt die Idee, die Streuung von  $x$  in zwei Arten von Streuungen einzuteilen: eine erwünschte, die auf der Korrelation mit  $y$  beruht, und eine unerwünschte, die aus der Korrelation mit  $u$  entsteht. Um diese Methode anzuwenden, sind zusätzliche Variablen (Instrumentvariablen (IV))  $z$  nötig, welche möglichst hoch mit  $x$  korreliert sein sollen, aber nicht mit  $u$  korreliert sind und nicht in der Ausgangsgleichung auftauchen (1. Relevanz:  $\text{Cov}(z, x) \neq 0$ , und 2. Exogenität:  $\text{Cov}(z, u) = 0$ ).

Bevor die 2SLS Methode Anwendung finden kann, müssen mit dem Sargan-Test die Instrumentvariablen auf Exogenität geprüft werden. Die  $H_0$ -Hypothese lautet, dass die Instrumente

nicht mit dem Fehlerterm der Ausgangsregression korreliert sind (STOCKER 2010: 351) Die  $H_0$ -Hypothese kann formal wie folgt dargestellt werden:

$$H_0: \text{plim}(T^{-1}Z'u) = 0$$

$$\text{plim}(T^{-1}Z'X) = Q_{ZX}, \text{rang}(Q_{ZX}) = K,$$

$$\text{plim}(T^{-1}Z'Z) = Q_{ZZ}, \text{rang}(Q_{ZZ}) \geq K.$$

Die Nullhypothese fordert weiterhin grundsätzliche Eigenschaften der IV-Matrix  $Z$ , wie z.B. dass die Instrumente und die  $K$  endogenen Variablen korreliert sein sollen und die Beziehungen gegen feste Grenzwerte konvergieren (HACKL 2005: 261).

Die Teststatistik ist gegeben durch:

$$T^s = \frac{\hat{u}' P_Z \hat{u}}{\hat{\sigma}_u^2} \quad (5.20)$$

mit der Projektionsmatrix  $P_Z = Z(Z'Z)^{-1}Z'$ ; somit werden auf alle exogenen Variablen die Fehler  $u$ , die den Residuen der 2SLS-Schätzung entsprechen, regressiert.  $\hat{\sigma}_u^2 = T^{-1}\hat{u}'\hat{u}$  stellt die Fehlervarianz dar. Unter Annahme der Nullhypothese ist die Teststatistik asymptotisch Chi-Quadrat-verteilt mit  $q$  Freiheitsgraden. Die Anzahl endogener Variablen abzüglich der Anzahl IV stellt  $q$  dar. Wird die  $H_0$ -Hypothese abgelehnt, sind die Instrumente nicht valide (HACKL 2005: 261).

Sind die Instrumente valide, kann mit der 2SLS Methode fortgefahren werden:

1. Stufe: In einer Hilfsregression wird die Variable  $x$  auf die Instrumentvariable  $z$  regressiert

$$x_i = \alpha_0 + \alpha_1 z_i + u_i$$

und daraus werden die gefitteten Werte  $\hat{x}_i$  berechnet. Die gefitteten Werte  $\hat{x}_i$  hängen nur von der exogenen Instrumentvariable  $z$  ab, und die Streuung von  $\hat{x}_i$  ist nicht mit dem Störterm der Strukturgleichung  $u_i$  korreliert.

2. Stufe: Die gefitteten Werte  $\hat{x}_i$  der 1. Stufe werden verwendet, um den Effekt von  $x$  auf  $y$  zu messen

$$y_i = b_0 + b_1 \hat{x}_i + e_i \quad (\text{STOCKER 2010: 337}).$$

„Der Hausman-Test überprüft den Schätzer  $x_i$  in der zuvor genannten 1. und 2. Stufe, wovon einer sowohl unter der  $H_0$ -Hypothese als auch unter der Alternativhypothese konsistent ist, während der zweite nur unter der Nullhypothese konsistente Schätzresultate liefert. Ein großer Unterschied zwischen diesen beiden Schätzungen wird als Evidenz zugunsten der Alternativhypothese gedeutet“ (STOCKER 2010: 344). Die entsprechende Null- und Alternativhypothese lauten

$$H_0 : p \lim \frac{1}{N} \sum (x_i - \bar{x}) u_i = 0 \quad H_1 : p \lim \frac{1}{N} \sum (x_i - \bar{x}) u_i \neq 0$$

wobei „ $p \lim$ “ den Wahrscheinlichkeitsgrenzwert markiert und X eine Matrix von Beobachtungen K potenziell endogener Variablen ist (VON AUER 2007: 453, 477).

Ein weiteres Problem ergibt sich, wenn die Instrumentvariablen nicht relevant sind. Das Gleichungssystem (siehe 1. und 2. Stufe unten) ist zwar weiterhin schätzbar, allerdings sind Parameter und Standardfehler verzerrt. Für die Schätzung der 2. Stufe gilt die Annahme  $a_1 \neq 0$ . Das bedeutet, dass die Instrumente in der 1. Stufe signifikant verschieden von 0 sind. Nach der Faustregel von STOCK und WATSON (2006) sollte die F-Statistik auf gemeinsame Signifikanz aller Instrumentvariablen in der 1. Stufe größer als 10 sein (für einen möglicherweise endogenen Regressor). Ein kleiner Wert der F-Statistik ist ein Indikator für schwache Instrumente, welche nur wenig Streuung erklären (STOCKER 2010: 343).

Zur Diagnose von schwachen Instrumenten kommt der Stock-Yogo-Test zur Anwendung. Die Nullhypothese hierbei lautet, dass die Instrumente schwach sind. Als Teststatistik dient die F-Statistik eines entsprechenden F-Tests in der ersten Stufe. Die exogenen Variablen, die nicht in der Regression berücksichtigt sind, werden auf gemeinsame Signifikanz geprüft (MURRAY 2006: 25).

Es bestehen zwei Gruppen von kritischen Werten, deren Höhe jeweils von der Anzahl der Instrumente abhängt, weil unterschiedliche theoretische F-Werte benötigt werden. Die Nullhypothese der ersten Gruppe lautet, dass das wahre Signifikanzlevel unter 10 %, 15 %, 20 % oder 25 % liegt, wenn das angegebene Level (bzw. der p-Wert) bei 5 % liegt. Die Nullhypothese der zweiten Gruppe setzt voraus, dass die Verzerrung des 2SLS-Schätzers größer ist als 10 %, 15 %, 20 % oder 30 % der Verzerrung des OLS-Schätzers (MURRAY 2006: 25 f.). Der 2SLS-Schätzer ist daher tendenziell in Richtung des OLS-Schätzers verzerrt. Der Erwartungswert des 2SLS Schätzers entspricht dem Wahrscheinlichkeitsgrenzwert des OLS-Schätzers, wenn keine Korrelation zwischen den Instrumenten und dem endogenen Ausgangsregressor existiert (HÜBLER 2003: 6).

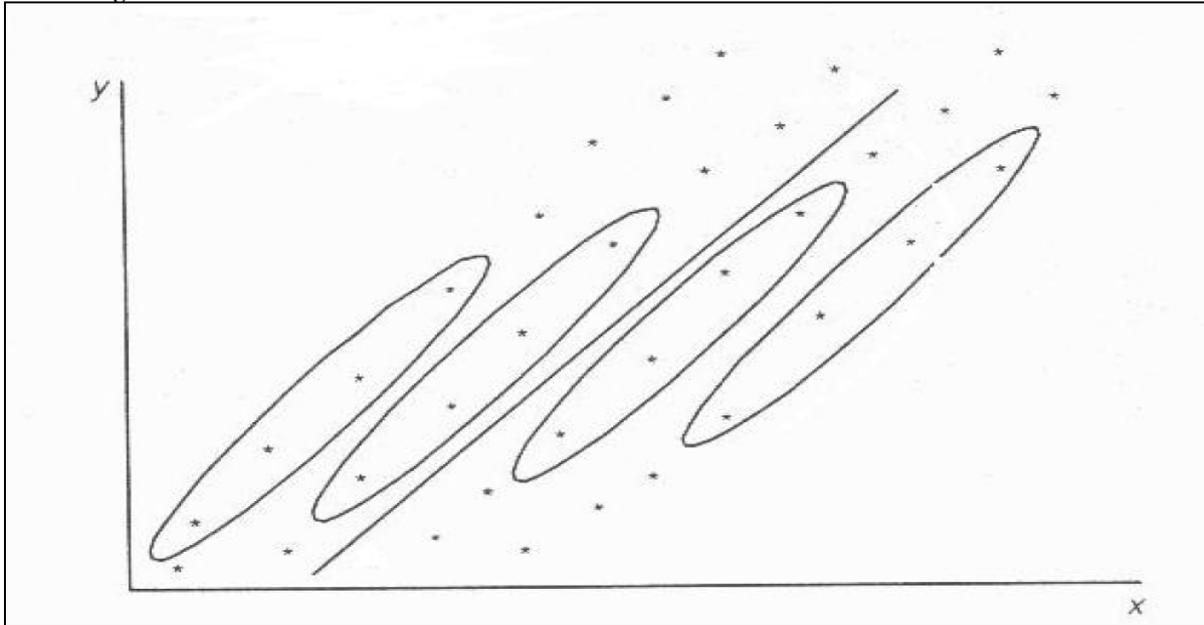
## 10.2 Panel-Modelle

Per Definition enthalten Paneldaten sowohl Zeitreihen als auch Querschnitte und haben die Form  $x_{it}$ ,  $i = 1, \dots, N$ ,  $t = 1, \dots, T$ . Paneldaten lassen sich in einer Matrix darstellen (AUER 2003: 11; KUNST 2005: 1). In einem Panel variieren die erklärenden Variablen über die Zeit und die Individuen. Die Zeitreihen sind in dem vorliegenden Fall durch die Beobachtung der einzelnen Jahre und die Querschnittsdaten durch Beobachtung einzelbetrieblicher Daten gekennzeichnet. Als Beispielregression soll  $y_{it} = \alpha + \beta X_{it} + u_{it}$  dienen.

Es wird zwischen Zeitreihenpanels ( $T > N$ ) und Querschnittpanels ( $N > T$ ) unterschieden. Der Vorteil des Panels gegenüber Zeitreihendaten ist die höhere Anzahl an Beobachtungen  $NT > T$  für  $N > 1$ , welche zu mehr Freiheitsgraden bei der Schätzung der Parameter führen. Stellt  $k$  die Anzahl der zu schätzenden Parameter dar, so sind im Panelmodell  $NT - k - 1$  Freiheitsgrade vorhanden und im Zeitreihenmodell nur  $T - k - 1$  Freiheitsgrade. Soll aber  $\alpha$  individuell verschieden sein, muss man es durch  $\alpha_i$  ersetzen und die Freiheitsgrade nehmen auf den Term  $(T - 1) N - K$  ab. Sollen sich weiterhin die Koeffizienten  $\beta_i$  unterscheiden können, reduzieren sich die Freiheitsgrade auf eine Anzahl von  $(T - k - 1) N$ . Erlaubt man ebenso, dass  $\alpha$  und  $\beta$  sich über die Zeit verändern können oder Korrelation über die Individuen in  $u$  auftritt, so sind die Vorteile des Panels verschwunden (KUNST 2005: 2).

In Paneldaten kann mit Heterogenität in den Einheiten besser umgegangen werden. Zur Veranschaulichung soll Abbildung 52 dienen, welche in den Ellipsen z.B. die Werte der einzelnen Betriebe darstellt. Zu erkennen ist hier, dass die einzelnen Landkreise unterschiedliche Achsenabschnitte haben, welche die Heterogenität der einzelnen Landkreise widerspiegeln.

**Abbildung 52: Paneldaten mit mehreren Achsenabschnitte**



Quelle: KENNEDY 2003: 303

Weil die Achsenabschnitte hier nicht mit der erklärenden Variablen  $x$  korreliert sind, führt auch eine KQ-Schätzung zu unverzerrten Schätzern. Bei der KQ-Schätzung wird allerdings die Heterogenität in den Daten nicht berücksichtigt. Es gibt andere Verfahren, die die Heterogenität in den Daten besser auffassen, indem sie mehrere Achsenabschnitte zulassen. Diese werden unter dem Modellüberbegriff „Feste-Effekte (FE)“ oder „Zufällige-Effekte (ZE)“ geführt. Als erstes soll auf die FE-Schätzung eingegangen werden.

### 10.3 Feste-Effekte-Modell

Als Ausgangsgleichung dient:

$$y_{it} = \beta_1 x_{it1} + \beta_2 x_{it2} + \dots + \beta_k x_{itk} + \alpha_i + u_{it}, \quad t = 1, 2, \dots, T \quad (1.1),$$

wobei der Achsenabschnitt  $\alpha$  nur über die Querschnittsbeobachtungen variiert und die erklärenden Variablen jeweils über die Zeit und die Querschnittsbeobachtungen variieren. Es wird eine Anzahl von  $k$  erklärenden Variablen mit in die Schätzung aufgenommen.

Diese wird nun über die Zeit gemittelt mit  $\bar{y}_i = \frac{\sum_{t=1}^T y_{it}}{T}$  und es resultiert die Gleichung:

$$\bar{y}_i = \beta_1 \bar{x}_{i1} + \beta_2 \bar{x}_{i2} + \dots + \beta_k \bar{x}_{ik} + \alpha_i + \bar{u}_i \quad (1.2).$$

Gleichung 1.1 wird von Gleichung 1.2 wie folgt subtrahiert:

$$(y_{it} - \bar{y}_i) = \beta_1 (x_{it1} - \bar{x}_{i1}) + \beta_2 (x_{it2} - \bar{x}_{i2}) + \dots + \beta_k (x_{itk} - \bar{x}_{ik}) + (\alpha_i - \alpha_i) + (u_{it} - \bar{u}_i), \quad t = 1, 2, \dots, T,$$

Der Vorteil dieses Verfahrens ist, dass  $\alpha_i$  eliminiert werden und vereinfacht geschrieben werden kann:

$$\ddot{y}_{it} = \beta_1 \ddot{x}_{it1} + \beta_2 \ddot{x}_{it2} + \dots + \beta_k \ddot{x}_{itk} + \ddot{u}_{it}, \quad t = 1, 2, \dots, T.$$

(1.3)

Diese Vorgehensweise wird als Feste Effekte- oder „within“-Transformation bezeichnet, weil sie die Variation innerhalb jeder Querschnittseinheit verwendet (KENNEDY 2003: 307). Demnach betrachtet das FE-Modell die Abweichung von Beobachtungen vom Mittelwert der einzelnen Querschnittsdaten und nicht die Abweichung vom Mittelwert der Querschnittsdaten untereinander.

Von Gleichung 1.3 können nun mittels OLS die FE-Schätzer unverzerrt geschätzt werden, wenn  $E(u_{it}|x_i, \alpha_i) = 0$  gilt. Dies bedeutet, dass der Erwartungswert der Residuen über die erklärenden Variablen in allen Zeitperioden und über alle Achsenabschnitte 0 ist. Da die  $\alpha_i$  durch die FE-Transformation wegfallen, kann Korrelation zwischen diesen und den erklärenden Variablen zugelassen werden, ohne damit eine Verzerrung der FE-Schätzer in Kauf nehmen zu müssen. Darum werden Variablen, die über die gesamte Zeitperiode für alle  $i$  konstant sind, nicht in der FE-Transformation berücksichtigt, weil sie genauso wie die Achsenabschnitte aus der Schätzgleichung gekürzt werden.

Die Schätzung der Gleichung 1.3 ergibt dieselben Ergebnisse wie die der Dummy-Variablen-Regression, in der jedes  $\alpha_i$  als Achsenabschnitt für die einzelnen Querschnittsbeobachtungen mitgeschätzt wird. Das DV-Modell nimmt für jede Querschnittsbeobachtung abzüglich einer Querschnittsbeobachtung (hier also  $i-1$ ) eine DV mit zu den erklärenden Variablen auf. Dies bedeutet in dem untersuchten Fall, dass für jeden Betrieb ein Achsenabschnitt zugelassen wird (WOOLDRIDGE 2006: 485). Wegen der großen Menge an Querschnittsdaten ist dieses Verfahren für diesen Datensatz allerdings unpraktikabel.

#### 10.4 Zufällige-Effekte-Modell

„Bei dem ZE-Modell wird dieselbe Ausgangsgleichung (1.1) wie bei dem FE-Modell gewählt. Im Gegensatz zum FE-Modell werden hier nicht die  $\alpha_i$  eliminiert sondern unter der Annahme

$$Cov(x_{ijt}, \alpha_i) = 0, \quad t = 1, 2, \dots, T; \quad j = 1, 2, \dots, k$$

in den Fehlerterm  $v_{it} = \alpha_i + u_{it}$  aufgenommen. Gleichung 1.1 kann jetzt geschrieben werden als:

$$y_{it} = \beta_1 x_{it1} + \beta_2 x_{it2} + \dots + \beta_k x_{itk} + v_{it} \quad (2.1)$$

Der Fehlerterm ist mit der Zeit korreliert, da die  $\alpha_i$  in jeder Zeitperiode in  $v_{it}$  vorkommen. Daraus folgt die Annahme:

$$\text{Corr}(v_{it}, v_{is}) = \sigma_\alpha^2 / (\sigma_\alpha^2 + \sigma_u^2), \quad t \neq s \quad \text{mit} \quad \sigma_\alpha^2 = \text{Var}(\alpha_i) \quad \text{und} \quad \sigma_u^2 = \text{Var}(u_{it}),$$

welche von der KQ-Methode geschätzten Standardfehlern nicht erfasst werden und somit zu falschen Ergebnissen führen. Um unter Zuhilfenahme der „Verallgemeinerten Kleinsten Quadrat Transformation“ das ZE-Modell zu schätzen, das die Korrelation in den Reihen behebt, wird definiert:

$$\lambda = 1 - \left[ \sigma_u^2 / (\sigma_u^2 + T\sigma_\alpha^2) \right]^{1/2} \quad \text{mit} \quad 0 \leq \lambda \leq 1$$

und es wird wie im FE-Modell von den Variablen der Ausgangsgleichung die über die Zeit gemittelten Variablen der Ausgangsgleichung subtrahiert, die im ZE-Modell von  $\sigma_u^2, \sigma_\alpha^2$  und der Anzahl der Zeitperioden abhängt. Es resultiert:

$$y_{it} - \lambda \bar{y}_i = \beta_1 (x_{it1} - \lambda \bar{x}_{i1}) + \dots + \beta_k (x_{itk} - \lambda \bar{x}_{ik}) + (v_{it} - \lambda \bar{v}_i) \quad (2.2)$$

Mit dieser Gleichung können auch die Variablen mitgeschätzt werden, die nicht über die Zeit variieren. Eine Möglichkeit, um  $\lambda$  zu schätzen ist:

$$\hat{\lambda} = 1 - \left\{ \frac{1}{1 + T(\hat{\sigma}_\alpha^2 / \hat{\sigma}_u^2)} \right\}^{1/2} \quad \text{wobei} \quad \hat{\sigma}_\alpha^2 = \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^{T-1} \sum_{s=t+1}^T \hat{v}_{it} \hat{v}_{is}}{[NT(T-1)/2 - (k+1)]}$$

$\hat{v}_{it}$  ist die Schätzung des zusammengesetzten Fehlerterms aus Gleichung (2.1). Mit dem geschätzten  $\hat{\sigma}_\alpha^2$  kann jetzt noch  $\hat{\sigma}_u^2$  wie folgt berechnet werden:  $\hat{\sigma}_u^2 = \hat{\sigma}_v^2 - \hat{\sigma}_\alpha^2$ .

$\hat{\sigma}_v^2$  stellt den quadrierten Standardfehler der zusammengefassten (gepoolten) Gleichung dar. Aus Gleichung (2.2) erkennt man, dass das RE-Modell der Ausgangsgleichung (1.1) ähnelt, wenn  $\hat{\lambda}$  gegen 0 tendiert, und dem FE-Modell gleicht, wenn  $\hat{\lambda}$  gegen 1 tendiert.  $\hat{\lambda}$  tendiert gegen 1, wenn die Anzahl der Zeitperioden sehr groß ist.  $\hat{\lambda}$  tendiert gegen 0, wenn  $\hat{\sigma}_\alpha^2$  im

Vergleich zu  $\hat{\sigma}_u^2$  sehr klein ist, die individuellen Achsenabschnitte also nicht stark voneinander abweichen“ (WOOLDRIDGE 2003: 493).

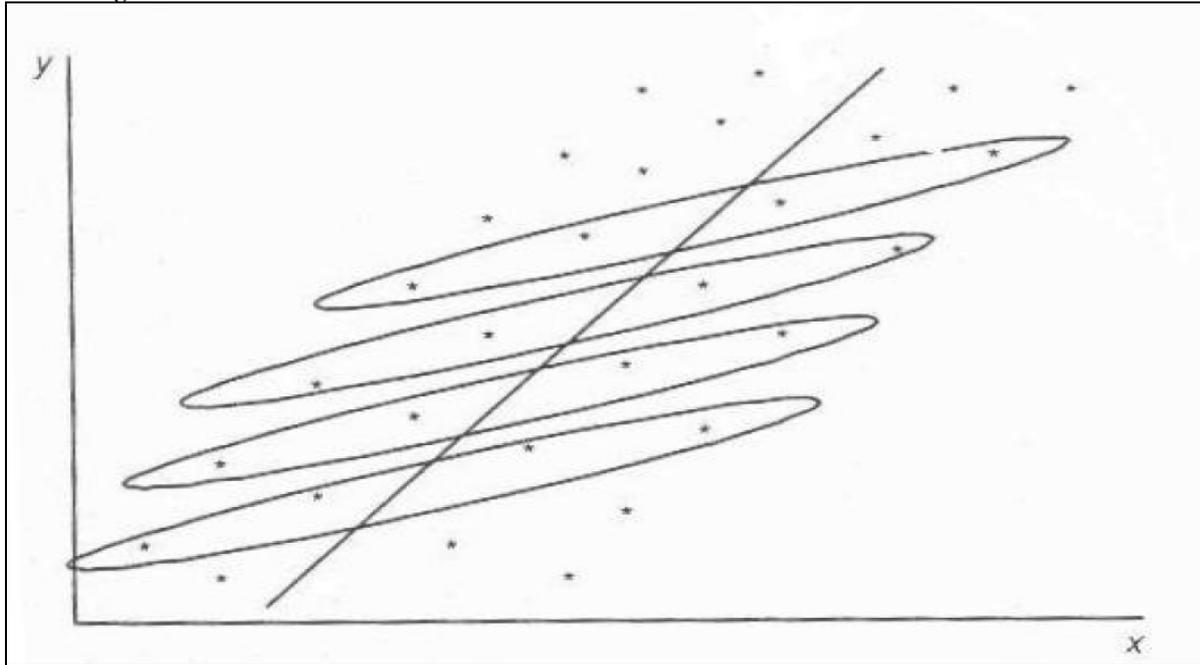
Abschließend soll noch hinzugefügt werden, dass bei allen beschriebenen Varianten angenommen wird, dass die Steigungen aller Querschnittsdaten gleich sind. Nach ROBERTSON und SYMONS (1992: 175-189) ist dies aber schwer zu erkennen und schon kleine Abweichungen der Steigungen können zu Verzerrungen führen. Andere Experten argumentieren hingegen, dass die Effizienzsteigerung durch Anwendung dieser Verfahren die daraus resultierenden Verzerrungen mehr als ausgleicht (KENNEDY 2003: 311).

## 10.5 Präferenzkriterium

Um nun zu entscheiden, ob die FE- und die ZE-Schätzung oder die Schätzung nach der KQ-Methode das am besten geeignete Verfahren ist, müssen die fixen oder zufälligen Effekte auf ihren signifikanten Beitrag zur Erklärung der Varianz der abhängigen Variable geprüft werden. Dies wird anhand eines Breusch-Pagan-Tests (vgl. Kapitel 10.1.1.1) überprüft. Wenn sie verschieden von 0 sind, ist die FE- und die ZE-Schätzung effizienter als die Schätzung nach der KQ-Methode (BECKMANN 2009: 17).

Mit dem ZE-Modell können effizientere Schätzer als mit dem FE-Modell geschätzt werden, weil hier die Freiheitsgrade nicht um die Anzahl der DV gekürzt werden. Weiterhin werden Variablen, die nicht über die Zeit variieren, in dem ZE-Modell berücksichtigt. Jedoch sind die Schätzer nur unverzerrt, wenn die erklärenden Variablen nicht mit den  $\alpha_i$  korreliert sind. Abbildung 53 soll dieses Problem verdeutlichen.

**Abbildung 53: Korrelation verschiedener Achsenabschnitte mit den x-Variablen**



Quelle: KENNEDY 2006: 306

Dieses Problem tritt bei folgendem Szenario auf. Wie in dem vorliegenden Fall soll die Veränderung des Viehbestandes erklärt werden, wobei die Variable Bildungsgrad bzw. Informationsstand des Betriebsleiters nicht vorliegt. Diese Variable ist aber abhängig von dem Wechsel in die Maßnahme 121, welcher in die Regression mit aufgenommen ist. In so einem Fall kommt es zu einer Verzerrung der ZE-Schätzer, falls der Bildungsgrad bzw. Informationsstand einen Einfluss auf die Höhe der individuellen Achsenabschnitte hat. Dies ist auf die Tatsache zurückzuführen, dass mit steigenden x-Werten die Achsenabschnitte der einzelnen Individuen ebenfalls ansteigen (KENNEDY 2003: 305).

Die y-Werte steigen also aus zwei Gründen: Sie steigen einerseits mit wachsenden x-Werten und andererseits aufgrund der Tatsache, dass die Individuen mit größeren x-Werten höhere Achsenabschnitte besitzen. Die KQ-Methode basiert auf beiden Wachstumseinflüssen und ist somit verzerrt. Da die Achsenabschnitte bei dem ZE-Modell als Teil des Fehlerterms betrachtet werden, wird dieser umso größer, je höher der Wert der x-Variablen ist. Somit kommt es auch hier zu einer Überkompensation und damit einhergehend zu einer Verzerrung. Mit dem FE-Modell können allerdings unter diesen Annahmen weiterhin unverzerrte Schätzer geschätzt werden, weil für die Achsenabschnitte Dummies gesetzt werden, die die individuellen Achsenabschnitte berücksichtigen (KENNEDY 2003: 306). Die Annahme, dass andere Variablen den Maßnahmenwechsel nicht beeinflussen, wurde jedoch bereits im Kapitel 10.1.3 theoretisch begründet.

Trotzdem soll mit dem Hausman-Test überprüft werden, ob das FE- oder das ZE-Modell effizientere Schätzer liefert. Der Test basiert auf der  $H_0$ -Hypothese, dass keine Korrelation zwischen den unabhängigen Variablen und den individuellen Achsenabschnitten ( $\alpha_i$ ), die über individuelle Dummies erfasst werden, vorliegt. Beide Verfahren schätzen dann konsistente Koeffizienten und der Unterschied zwischen den jeweiligen Koeffizienten geht mit zunehmendem Stichprobenumfang gegen 0. Wenn die  $H_0$ -Hypothese nicht abgelehnt werden kann, sind die Schätzer des ZE-Modells zusätzlich effizient und daher zu bevorzugen. Wenn sie abgelehnt wird, sind die Schätzer des FE-Modells konsistent, die des ZE-Modells dagegen nicht (KENNEDY 2003: 306).

Dies bedeutet, dass mit steigendem Stichprobenumfang der Unterschied der jeweiligen Schätzwerte nicht gegen 0 geht. In diesem Fall sind die Schätzer des FE-Modells effizienter als die des ZE-Modells. Die Idee des Hausman-Tests beruht demzufolge auf der Überprüfung, ob die Differenz der Schätzwerte der beiden Verfahren signifikant von 0 verschieden ist. Dieser Test wird wie ein  $F$ -Test berechnet, der die systematischen Differenzen gegen 0 testet (KENNEDY 2003: 312).

Aus Vereinfachungsgründen soll hier der Test an einer linearen Einfachregression beispielhaft beschrieben werden. Die Darstellung folgt GREENE (1990: 494-496), der auf die Matrizenrechnung zurückgreift. „Es gilt:

$$Var(\alpha - \hat{\beta}) = Var(\alpha) + Var(\hat{\beta}) - Cov(\alpha, \hat{\beta}) - Cov(\alpha, \hat{\beta})'$$

Nach Hausman ist die Kovarianz eines effizienten Schätzers und der Differenz aus dem effizienten Schätzer und einem nicht effizienten Schätzer gleich 0. Daraus folgt:

$$Cov[(\alpha - \hat{\beta}), \hat{\beta}] = Cov[\alpha, \hat{\beta}] - Var[\hat{\beta}] = 0 \quad \text{oder} \quad Cov[\alpha, \hat{\beta}] = Var[\hat{\beta}]$$

Setzt man dieses Ergebnis in die vorherige Gleichung ein, so erhält man die Matrix, die für den Test benötigt wird:

$$Cov[\alpha - \hat{\beta}] = Var[\alpha] - Var[\hat{\beta}] = \Sigma$$

Der Chi-Quadrat Test basiert auf dem Wald-Kriterium, welches wie folgt lautet:

$$W = \chi^2(k) = [\alpha - \hat{\beta}]' \Sigma^{-1} [\alpha - \hat{\beta}] \quad \text{wobei } k \text{ die Anzahl der Freiheitsgrade darstellt.}$$

Für  $\Sigma$  wird die geschätzte Varianz-Matrix des Steigungsparameters des FE-Modells benutzt und die geschätzte Varianz des ZE-Modells ohne den konstanten Term.  $W$  ist wie oben aus

der Gleichung mit  $k$ -Freiheitsgraden verteilt. Wir erhalten für unsere Einfachregression die Gleichung

$$W = \frac{(\alpha - \hat{\beta})^2}{\text{Var}[\alpha] - \text{Var}[\hat{\beta}]}$$

Nun kann  $W$  mit der  $\chi^2_{(k)}$ -Verteilung verglichen werden. Die  $H_0$ -Hypothese wird entsprechend abgelehnt, wenn der errechnete  $W$ -Wert höher als der  $\chi^2_{(k)}$ -Wert ist, oder angenommen werden, wenn er kleiner ist“ (GREENE 1990: 494-496).

## **11. Konsequenzen der Anwendung alternativer Kennziffern für landwirtschaftliche Nutztiere in der Grünlandextensivierung auf die Förderstruktur in Niedersachsen, Bayern und Sachsen**

In diesem Kapitel wird auf die Frage eingegangen, welche Auswirkungen eine Veränderung der Viehbewertung auf die Förderstruktur der Grünlandextensivierungsmaßnahmen in den ausgewählten Ländern Niedersachsen, Bayern und Sachsen hat. Die Auswahl beruht auf der Vergleichbarkeit der Veränderungen der Viehbesatzvorgaben in den Grünlandextensivierungsmaßnahmen und den vorgeschlagenen alternativen Bezugsgrößen zur Festlegung von Viehbesatzvorgaben in Kapitel 8.3. Analog können hieraus Konsequenzen einer möglichen Anwendung veränderter Viehbewertungen in anderen Ländermaßnahmen gezogen werden. Dazu folgt zunächst eine Übersicht über die Entwicklung des Umfanges der Grünlandextensivierung in diesen Ländern. Danach sollen Betriebsdaten von Betrieben, die jeweils an einer Extensivierungsmaßnahme mit und ohne Viehbesatzbeschränkung in Niedersachsen teilnehmen, verglichen werden<sup>23</sup>. Im Anschluss werden Anpassungsreaktionen von Betrieben über einen Beobachtungszeitraum nach Wechsel in ein Programm mit veränderten Viehgrenzen untersucht. Dies geschieht in gleicher Weise für Niedersachsen und Bayern. In Sachsen fehlen aufgrund einer lückenhaften Datenbasis diese Berechnungen. Daraufhin werden in Bayern und Sachsen aktuelle Flächenanteile von Grünlandextensivierungsmaßnahmen gezeigt, um die zu erwartenden Flächenanteile bei Anwendung alternativer Viehbewertungen darzustellen.

---

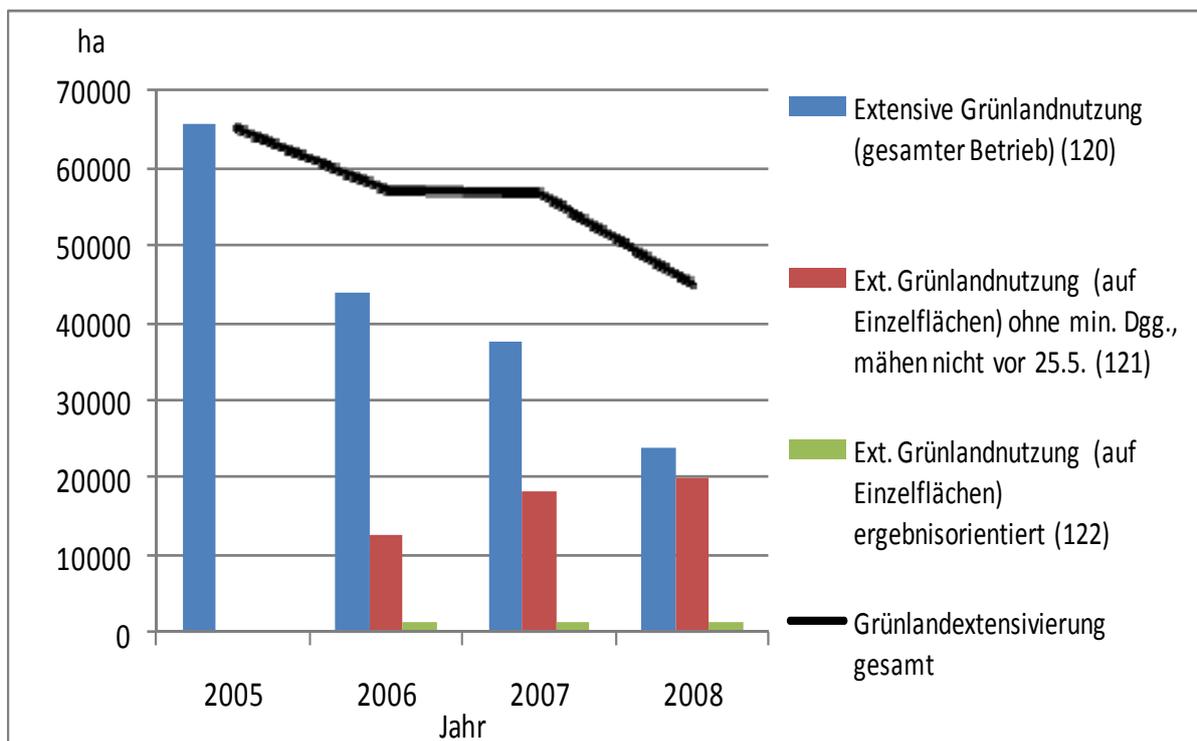
<sup>23</sup> Bei den zur Verfügung stehenden InVeKoS-Daten handelt es sich um beantragte und nicht um bewilligte Maßnahmen. Aus diesem Grund können leichte Verzerrungen zwischen den vorliegenden und den zur Auszahlung der Prämien herangezogenen Daten vorliegen. Der Unterschied zwischen beantragten und bewilligten Maßnahmen liegt bei maximal 5 % (ZELT 2010; MALCHARECK 2010). In den folgenden Berechnungen werden keine Betriebe berücksichtigt, die die Teilnahme an einem Programm mit GVE-Grenze beantragt haben, aber diese Grenze über- bzw. unterschreiten.

## 11.1 Niedersachsen

### 11.1.1 Entwicklung der Grünlandextensivierung in Niedersachsen

Abbildung 54 veranschaulicht die Entwicklung des Flächenumfangs der Grünlandextensivierungsmaßnahmen in Niedersachsen. Die „Grünlandextensivierungsmaßnahme für den gesamten Betrieb“ (Maßnahmecode 120) gibt vergleichbar mit den Maßnahmen der übrigen Bundesländer eine Viehbestandsobergrenze von 1,4 RGV/ha HFF und eine Viehbestandsuntergrenze von 0,3 RGV/ha HFF vor. Es darf nur so viel Wirtschaftsdünger ausbracht werden, wie dem Dunganfall eines Gesamtviehbesatzes von 1,4 GVE/ha LF pro Jahr entspricht (NIEDERSÄCHSISCHES MINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN 2000: 331). Das ML bietet die „Extensive Grünlandnutzung (auf Einzelflächen) ohne mineralische Düngung (Maßnahmecode 121)“ und die „Extensive Grünlandnutzung nach der ergebnisorientierten Honorierung (Maßnahmecode 122)“ seit dem Jahr 2006 an.

**Abbildung 54: Entwicklung des Flächenumfangs der Grünlandextensivierung in Niedersachsen**



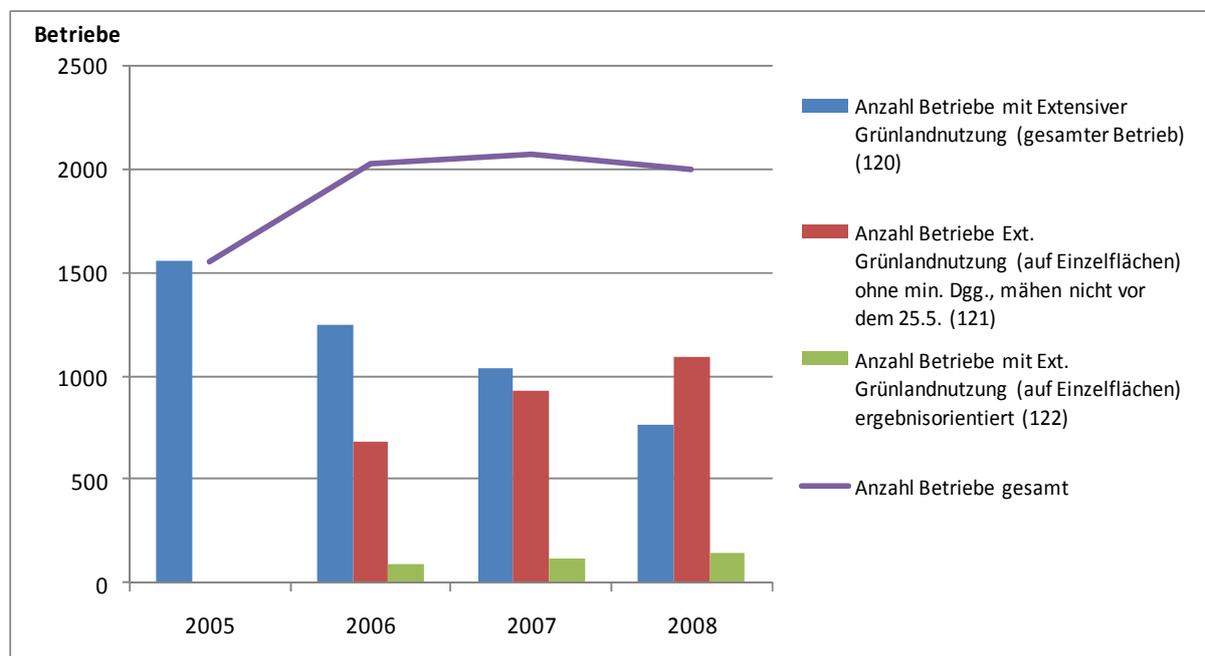
Quelle: Eigene Berechnungen nach InVeKoS-Daten des ML

Die Maßnahme 120 konnte letztmalig im Jahr 2005 für 5 Jahre beantragt werden. Im Jahr 2010 laufen die Verträge der Maßnahme 120 des Jahres 2005 aus. Daraus erklärt sich der sinkende Flächenumfang dieser Maßnahme in dem Betrachtungszeitraum. Die Maßnahmen 121 und 122 kompensieren den abnehmenden Flächenumfang der Maßnahme 120 trotz der bei diesen Maßnahmen entfallenen Viehbestandsgrenzen nicht. Ursächlich hierfür ist zum einen, dass beide Maßnahmen auf Einzelflächen beantragt werden können und nicht die gesamte

betriebliche Grünlandfläche mit in die Maßnahme aufzunehmen ist. Zum anderen gibt Maßnahme 121 vor, dass der erste Grassilageschnitt nicht vor dem phänologischen Termin des 25. Mai erfolgen darf, und die Maßnahme 122 verlangt einen Nachweis von mindestens vier Kennarten aus dem niedersächsischen Katalog von 20 bis höchstens 40 krautigen Pflanzen (ML 2009). Diese Auflagen führen zu einer tendenziell geringeren Teilnahmebereitschaft der Landwirte an den Maßnahmen 121 und 122 im Gegensatz zur Maßnahme 120.

Abbildung 55 zeigt eine der Entwicklung des Flächenumfangs gegenläufige Entwicklung bei der Anzahl der Betriebe, die an Grünlandextensivierungsmaßnahmen teilnehmen. Die Anzahl der teilnehmenden Betriebe erhöht sich in den Jahren 2006 und 2007 und geht im Jahr 2008 leicht zurück, wogegen sich der Flächenumfang in diesem Zeitraum um 31 % verringerte. Der Grund ist darin zu suchen, dass die einzelflächenbezogenen Maßnahmen Betrieben den Zugang zu Extensivierungsmaßnahmen erleichtern, weil nur geringe Flächenanteile eingebracht werden müssen. Somit nehmen z.B. Betriebe mit einem geringen Anteil an marginalen Flächen nur mit diesem Anteil an einer Extensivierungsmaßnahme teil und bewirtschaften die anderen Flächen weiterhin intensiv.

**Abbildung 55: Entwicklung der Teilnehmerzahlen an Grünlandextensivierungsmaßnahmen in Niedersachsen**



Quelle: Eigene Berechnungen nach InVeKoS-Daten des ML

Im Jahr 2008 hielten von den 1.092 Betrieben, welche an der Maßnahme 121 teilnahmen, lediglich 570 Betriebe die in der Maßnahme 120 vorgegebenen Viehbeschränkungen ein. Es überschritten 305 Betriebe die 1,4 RGV/ha HFF-Grenze. Weitere 23 Betriebe überschritten die 1,4 GVE/ha LF-Grenze und 194 Betriebe unterschritten die 0,3 RGV/ha HFF-Grenze. Die

Betriebe mit Überschreitung der 1,4 RGV/ha HFF-Grenze nahmen 5.257 ha Grünland in das Programm auf, Betriebe mit Überschreitung der 1,4 GVE/ha LF-Grenze nahmen 460 ha mit auf, und Betriebe mit Unterschreitung der 0,3 RGV-Grenze nahmen 2.234 ha auf. Unter den Betrieben mit weniger als 0,3 RGV/ha HFF existieren 122 Betriebe ohne Viehhaltung. Betriebe ohne jeglichen Raufutterfresserbesatz nutzen die Maßnahme 121, um Grünlandflächen zu extensivieren, ohne diese landwirtschaftlich zu nutzen. Von den 152 im Jahr 2008 an Maßnahme 122 partizipierenden Betrieben hielten 46 Betriebe mehr als 1,4 RGV/ha HFF und 21 Betriebe weniger als 0,3 RGV/ha HFF. Kein Betrieb überschritt die 1,4 GVE/ha HFF-Grenze, ohne zeitgleich die 1,4 RGV/ha HFF-Grenze zu überschreiten.

Aus den genannten Zahlen lässt sich ableiten, dass die Tierbestandsbeschränkungen in Extensivierungsmaßnahmen für landwirtschaftliche Betriebe eine starke Teilnahmeeinschränkung bedeuten und eine andere Bewertung der Tiere bzw. die Aufhebung der Anforderungen an den Tierbestand zu erheblichen Veränderungen in der Teilnahmestruktur der Betriebe führt. Eine genauere Betrachtung der Veränderung der Teilnahmestruktur soll ein Mittelwertvergleich für einzelne Betriebsdaten bei Betrieben mit Teilnahme an Maßnahme 120 und 121 gewährleisten.

#### **11.1.2 Vergleich der Betriebsdaten von Betrieben mit Teilnahme an Maßnahmen 120 und 121**

Mittelwertvergleiche von Stichproben setzen normalverteilt vorliegende Daten voraus. Sind die vorliegenden Daten nicht normalverteilt, so kommen nicht parametrische Tests zur Anwendung. Mit dem Kolmogorov-Smirnov-Test lässt sich die Verteilung der Variablen auf Normalverteilung überprüfen (BÜHL 2008: 303 und 337). Die Ergebnisse sind in Tabelle 44 im Anhang veranschaulicht. Nur bei den Tierkategorien Mastkälber, Damwild bis 1 Jahr und Sonstiges ist ein P-Wert von über 0,05 zu verzeichnen und die Daten sind somit hinreichend normalverteilt. Bei den übrigen Variablen besteht eine signifikante Abweichung von der Normalverteilung. Aus diesem Grund wird der gebräuchlichste nicht parametrische Test, der Mann-Whitney-Wilcoxon-Test, auf die vorliegenden Daten angewendet. Dieser Test überprüft, ob in dem vorliegenden Fall die Betriebsdaten der Betriebsgruppen mit Teilnahme an den Maßnahmen 120 bzw. 121 aus einer identischen Verteilung stammen. Er setzt zwar keine Gauß-Normalverteilung voraus, allerdings müssen die Daten stetig verteilt sein (FU BERLIN 2010).

In Maßnahme 121 entfällt im Gegensatz zu Maßnahme 120 sowohl die minimale als auch die maximale Viehbesatzgrenze (NIEDERSÄCHSISCHES MINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN 2000: 331; NIEDERSÄCHSISCHES MINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG,

LANDWIRTSCHAFT, VERBRAUCHERSCHUTZ UND LANDESENTWICKLUNG 2009). Daher gilt die Annahme, dass an der Maßnahme 121 tendenziell Betriebe mit höheren als auch mit niedrigeren Viehbeständen im Vergleich zur Maßnahme 120 teilnehmen. Es bilden sich somit zwei Gruppen von Betrieben heraus, eine mit abnehmendem Viehbestand und eine mit steigendem Viehbestand. Die Gruppen werden bei 0,8 RGV/ha HFF geteilt. Diese Grenze wurde gewählt, weil sie in der Mitte (eigentlich 0,85) zwischen dem minimalen Viehbesatz von 0,3 und dem maximalen Viehbesatz von 1,4 RGV/ha HFF liegt. Abbildung 104 im Anhang unterstützt die Festlegung dieser Grenze. In Abbildung 104 sind die Summen der Residuenquadrate bei einer Teilung der Betriebe in 2 Gruppen dargestellt. Die Teilung der Gruppen bei 0,8 RGV/ha HFF ergibt die am besten angepasste Schätzung für das Panelmodell. Auf diesen Sachverhalt wird in Kapitel 11.1.3.2 detaillierter eingegangen.

Der im Folgenden durchgeführte Mittelwertvergleich stellt eine Momentanaufnahme der Unterschiede in den Betriebsdaten im Jahr 2008 dar. Die Ergebnisse für die Gruppe über 0,8 RGV/ha HFF sind in Tabelle 25 veranschaulicht. Die durchschnittliche Betriebs-, Grünland- wie auch Hauptfutterfläche ist bei den Betrieben mit Teilnahme an der Maßnahme 120 größer als bei den Betrieben mit Teilnahme an dem Maßnahme 121. Der Umfang der Betriebsfläche unterscheidet sich im Gegensatz zum Umfang der Grünlandfläche und der Hauptfutterfläche nicht signifikant zwischen beiden Gruppen. Bereits OSTERBURG und STRATMANN (2002) sowie PUFAHL (2010: 21) haben aufgezeigt, dass positive Effekte der Teilnahme an Agrarumweltmaßnahmen auf das Flächenwachstum der Betriebe bestehen (ZEDDIES 1996). Eine Ausweitung der förderfähigen Fläche scheint eine profitable Unternehmensstrategie zu sein. Die Maßnahme 121 ist im Gegensatz zur Maßnahme 120 eine einzelflächenbezogene Maßnahme; die Flächen der Maßnahme 121 müssen einzeln genehmigt werden. Daher ist die Zahlungsbereitschaft bei Betrieben der Maßnahme 121 im Vergleich zu Maßnahme 120 niedriger.

Speziell die Viehbesatzvorgabe in Maßnahme 120 bewirkt eine höhere Zahlungsbereitschaft für landwirtschaftliche Flächen. Betriebe mit zu hohem Viehbesatz und Teilnahme an der Maßnahme 120 pachten eher Flächen zu als ihren Viehbestand zu verringern. Insbesondere die Grünlandfläche wird profitabler gegenüber Ackerfutter und somit der Anreiz stärker, Grünland hinzupachten. Diese Erkenntnisse spiegeln sich in den höheren Flächenumfängen der an Maßnahme 120 teilnehmenden Betriebe wieder. Durch die Aufhebung der Viehbegrenzung ist der Anreiz, Flächen hinzupachten, nicht mehr im selben Umfang gegeben. Das führt dazu, dass Betriebe mit Teilnahme an Maßnahme 121 einen tendenziell kleineren Flächenumfang aufweisen als Betriebe mit Teilnahme an Maßnahme 120. Zudem können Betriebe-

be auch Einzelflächen extensivieren und weiterhin die übrigen Flächen intensiv bewirtschaften.

Betriebe mit Teilnahme an Maßnahme 121 halten signifikant mehr RGV als Betriebe der Maßnahme 120. Die Frage, ob dieser Unterschied durch eine Erhöhung der Tierzahlen der Betriebe nach dem Maßnahmewechsel von 120 zu 121 oder durch die Teilnahme an Maßnahme 121 von Betrieben mit hohen Viehbeständen ohne vorherige Teilnahme an Maßnahme 120 zu erklären ist, wird erst in Kapitel 11.1.3.2 und 11.4 geklärt. Der Viehbesatz ist, gemessen in RGV/HFF und GVE/LF, bei den Betrieben mit Teilnahme an Maßnahme 121 hoch signifikant höher als bei Betrieben mit Teilnahme an Maßnahme 120. Es ist anzunehmen, dass Betriebe mit höherem Viehbestand als 1,4 RGV/ha HFF an Extensivierungsmaßnahmen interessiert sind, die Viehbeschränkung aber eine erhebliche Teilnahmeeinschränkung darstellt. Es ist zu berücksichtigen, dass durch die einzelflächenbezogene Maßnahme 121 die Futtergrundlage leichter bereitgestellt werden kann und damit Betriebe mit höheren Viehbeständen veranlasst, an Extensivierungsmaßnahmen teilzunehmen. Bei gleichzeitiger Erhöhung des Höchstviehbesatzes und einer Beibehaltung der betriebszweigbezogenen Förderung bleibt offen, ob mit einer vergleichsweise großen Erhöhung der Viehbesätze zu rechnen ist.

Die zur Milchproduktion gehörenden Tierbesätze der an Maßnahme 121 teilnehmenden Betriebe sind alle signifikant höher als die der Betriebe mit Teilnahme an Maßnahme 120. Berechnungen von HAHN (2003: 28-32) wie auch eigene Analysen (Kapitel 9.1) ergeben, dass die Grünlandextensivierung für Milchviehbetriebe mit gutem Futterbaumanagement von Vorteil sein kann. Für Milchviehbetriebe, die an einer Grünlandextensivierungsmaßnahme teilnehmen möchten und ihren Viehbestand auf unter 1,4 RGV/ha HFF reduzieren müssen, verspricht die Grünlandzupacht bei durchschnittlichen Produktionskennzahlen im Gegensatz zur Viehabstockung den höheren Gewinnzuwachs. Wenn wie bei der Maßnahme 121 keine Viehbeschränkung vorgegeben ist, können durchaus höhere Viehbestände als 1,4 RGV/ha HFF gehalten werden, ohne Futterknappheit befürchten zu müssen. Es ist daher nachvollziehbar, dass tendenziell auch Betriebe mit höheren Viehbesätzen an Grünlandextensivierungsmaßnahmen teilnehmen, wenn keine Viehbeschränkung besteht. Die Bullenmast ist unter der Tierkategorie Rinder von sechs Monaten bis zwei Jahre subsumiert. Der Tierbestand dieser Tierkategorie ist bei Betrieben mit Teilnahme an Maßnahme 121 ebenfalls hoch signifikant größer als bei Teilnehmern an Maßnahme 120. Die erörterte 140 kg N-Grenze (vgl. Kapitel 8.3) ermöglicht im Gegensatz zur 1,4 GVE-Grenze, mehr Mastbullen pro ha zu halten. Der signifikant höhere Viehbestand unterstützt die Hypothese, dass dieser Spielraum von den Betrieben genutzt wird.

Die Kälbermast ist als separates Verfahren getrennt von der Milchproduktion zu betrachten. Die sehr geringe Anzahl an teilnehmenden Kälbermastbetrieben an den Grünlandextensivierungsmaßnahmen lässt keine hinreichende Aussage über das Verhalten von Kälbermastbetrieben zu. Dass die Gewinnung von Heu das hauptsächliche Futtergewinnungsverfahren auf dem Grünland bei der Kälbermast darstellt (GRÄFE 2008: 2) und die Heugewinnung auf extensiven Grünlandflächen oft das gängige Verfahren ist, spricht für eine lohnende Grünlandextensivierung bei Kälbermastbetrieben. Beim Mutterkuhbesatz ist kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Maßnahmen vorhanden. Die Anzahl der Mutterkuh haltenden Betriebe, die an den zwei Maßnahmen teilnehmen, ist vergleichsweise hoch. Insbesondere die meist extensiv betriebene Mutterkuhhaltung spricht für die Teilnahme an einer Grünlandextensivierungsmaßnahme. Der Mutterkuhbesatz ist bei Betrieben mit Teilnahme an Maßnahme 120 allerdings nicht signifikant höher als bei Maßnahme 120. Dies zeigt, dass der hohe mögliche Flächenzuwachs in Sachsen (siehe Kapitel 11.3), der zu großen Teilen aus dem großen Umfang an Mutterkühen resultiert, in Niedersachsen nicht erreicht wird.

Bei den übrigen Raufutterfressern bestehen ausschließlich für die Tierkategorien Equiden bis 6 Monate und Schafe, Ziegen (Muttertiere) signifikante Unterschiede. Bei den Pferde haltenden Betrieben, die an der Maßnahme 121 teilnehmen, ist der Tierbestand signifikant höher als bei Maßnahme 120. Schaf bzw. Ziegen haltende Betriebe mit Teilnahme an der Maßnahme 121 wirtschaften mit tendenziell kleineren Viehbeständen als Betriebe mit Teilnahme an Maßnahme 120. Dieser Sachverhalt überrascht zuerst. Allein der stark abnehmende Schafbestand in Niedersachsen (wie auch in Deutschland), der auf die Umlegung der Kopfpauschale auf die Fläche seit dem Jahr 2005 zurückzuführen ist, erklärt diesen Unterschied nicht. Vielmehr ist die Abnahme des Schafbestandes in den einzelnen Bestandsgrößenklassen zu nennen. Die Anzahl der Betriebe mit Bestandsgrößen über 500 Schafe bleibt relativ konstant. Die Betriebsanzahl in geringeren Bestandsgrößenklassen nimmt dagegen ab. Nur die Betriebszahlen mit sehr geringen Schafbeständen, welche oft mit geringeren Viehbesätzen wirtschaften, nehmen zu. Diese neu gegründeten Betriebe, die erstmalig an der Maßnahme 121 teilnehmen, sind eine Erklärung für den geringeren Schafbesatz bei Betrieben mit Teilnahme an Maßnahme 121 (FABHAUER 2010).

Die übrigen Tierbestände der Betriebe der Maßnahme 121 sind im Durchschnitt kleiner als die der Betriebe mit Teilnahme an 120. Signifikant niedriger ist ausschließlich der Mastschweinebestand. Im Gegensatz zur RGV-Grenze hat die GVE-Grenze jedoch nur bei wenigen Betrieben zum Ausschluss von der Maßnahmenteilnahme geführt (siehe S. 173). Daher

ist bei einer veränderten Viehbewertung der Monogastrier mit keinen starken Veränderungen hinsichtlich der Maßnahmenteilnahme zu rechnen.

**Tabelle 25: Mittelwertvergleich zwischen Betriebsdaten von Betrieben mit Teilnahme an den Maßnahmen 120 und 121 und mehr als 0,8 RGV/ha HFF**

	Teilnahme an Programm 121 und über 0,8 RGV/ha HFF			Teilnahme an Programm 120 und über 0,8 RGV/ha HFF			Signifikanz	
	N	Median	Standardabweichung	N	Median	Standardabweichung		
LF	636	41,710	76,018	468	45,500	106,100	0,2242	
GL	635	23,670	47,654	468	28,990	63,635	0,0095	**
HFF	636	25,295	48,624	468	30,110	63,952	0,0212	*
RGV	636	37,55	89,626	468	32	75,499	0,001	**
RGV/HFF	636	1,385	1,174	468	1,050	0,158	0,0000	***
GVE/BF	636	1,185	1,210	468	0,913	0,303	0,0000	***
Kälber bis 6 Mon/HFF	419	0,370	0,588	298	0,260	0,177	0,0000	***
Rinder 6 mon-2Jahre/HFF	468	0,660	1,541	335	0,400	0,355	0,0000	***
Milchkühe/HFF	189	0,930	0,578	97	0,620	0,219	0,0000	***
Rinder über 2 Jahre/HFF	365	0,230	0,359	262	0,135	0,192	0,0000	***
<b>∑ GVE Milch/HFF</b>	<b>499</b>	<b>1,0172</b>	<b>1,217</b>	<b>363</b>	<b>0,5233</b>	<b>0,386</b>	<b>0,000</b>	<b>***</b>
Mastkälber/HFF	10	0,215	0,153	8	0,190	0,208	0,5726	
Mutterkühe/HFF	258	0,610	0,480	219	0,560	0,210	0,0623	
Equiden bis 6 Mon/HFF	90	0,110	0,384	47	0,070	0,119	0,0187	*
Equiden ab 6 Mon/HFF	296	0,350	0,699	195	0,320	0,418	0,0627	
<b>∑ GVE Pferd/HFF</b>	<b>301</b>	<b>0,3527</b>	<b>0,713</b>	<b>196</b>	<b>0,315</b>	<b>0,429</b>	<b>0,050</b>	<b>*</b>
Schafe bis 1 Jahr/HFF	70	1,350	4,352	60	2,150	2,916	0,2141	
Schafe über 1Jahr/HFF	72	0,115	2,380	62	0,145	0,702	0,3325	
Schafe Ziegen/HFF	99	1,180	4,911	78	3,380	2,831	0,0106	*
<b>∑ GVE Schafe/HFF</b>	<b>113</b>	<b>0,137</b>	<b>0,734</b>	<b>86</b>	<b>0,368</b>	<b>0,457</b>	<b>0,016</b>	<b>*</b>
Damwild bis 1 Jahr/BFF	1	0,013	.	3	0,178	0,150	0,5000	
Damwild über 1Jahr/BFF	2	0,074	0,029	4	0,233	0,194	0,1333	
<b>∑ GVE Geflügel/BF</b>	<b>84</b>	<b>0,638</b>	<b>228,412</b>	<b>73</b>	<b>0,481</b>	<b>2,901</b>	<b>0,1582</b>	
Ferkel/BFF	22	1,251	7,227	7	0,609	1,835	0,3036	
Läufer/BFF	25	0,335	3,143	10	0,509	0,918	0,7060	
Mastschwein über 50kg/BFF	24	0,394	1,624	16	0,323	1,286	0,8807	
Mastschwein/BFF	56	2,282	8,637	20	0,722	2,689	0,0235	
Zuchtschwein/BFF	23	0,163	0,563	7	0,069	1,078	0,4131	*
<b>∑ GVE Schwein/BF</b>	<b>89</b>	<b>0,141</b>	<b>1,004</b>	<b>42</b>	<b>0,061</b>	<b>0,325</b>	<b>0,011</b>	<b>*</b>
Sonstiges/BFF	4	0,265		2	0,331	0,408	0,8000	

Quelle: Eigene Berechnungen nach InVeKoS-Daten des ML

Die zweite Berechnung fasst die Betriebe mit weniger als 0,8 RGV/ha HFF zusammen (Tabelle 26). Ebenso wie in Tabelle 25 haben die Betriebe mit Teilnahme an Maßnahme 120 signifikant mehr Grünland- und Hauptfutterfläche als die Betriebe mit Teilnahme an Maßnahme 121. Die fehlende Viehbesatzforderung der Maßnahme 121 im Vergleich zu Maßnahme 120 kann diesen Unterschied nicht erklären. Betriebe der Maßnahme 121 können im Vergleich zu Maßnahme 120 einen geringeren Viehbesatz haben und müssen den Ausschluss aus der Maßnahme nicht fürchten. Die für die über 0,8 RGV/ha HFF haltende Betriebsgruppe angenommene Hypothese, dass Betriebe mit geringeren HFF- und GL (Grünland)-Umfängen

an Maßnahme 121 teilnehmen, weil sie die Maßnahme nur auf Einzelflächen beantragen müssen und nicht beantragte Flächen weiterhin intensiv bewirtschaften können, ist zumindest bei der Gruppe mit weniger als 0,8 RGV/ha HFF nicht plausibel. In diesen Betrieben stellt aufgrund des geringen Viehbesatzes die Hauptfutterfläche keinen limitierenden Faktor hinsichtlich der Futtergrundlage dar. Allerdings kann hier ebenfalls die einzelflächenbezogene Förderung der Maßnahme 121 zur Erklärung herangezogen werden. Nach der Maßnahme 121 können gegebenenfalls nicht alle Flächen eines Betriebes gefördert werden. Dadurch ist die Zahlungsbereitschaft für Pachtflächen gegenüber der betriebszweigbezogenen Maßnahme 120 eingeschränkt.

Der RGV-Bestand ist bei den Betrieben von Maßnahme 121 hoch signifikant kleiner als bei Betrieben mit Teilnahme an Maßnahme 120. Der RGV/ha HFF wie auch der GVE/ha LF Besatz sind ebenfalls bei der Maßnahme 121 höchst signifikant kleiner als bei Maßnahme 120. Dieser Sachverhalt zeigt, dass die minimale Viehbesatzgrenze ebenso wie die maximale Viehbesatzgrenze eine wesentliche Teilnahmeeinschränkung für die Betriebe darstellt. Werden die Unterschiede zwischen den Tierbeständen im Einzelnen betrachtet, weisen diese im Gegensatz zu den Unterschieden im gesamten Viehbestand gemessen in RGV/ha HFF bzw. GVE/ha LF keine vergleichsweise starken Signifikanzen auf. Bei den Raufutterfressern sind nur der Rinderbesatz von 6 Monaten bis 2 Jahre sowie der Besatz an Equiden ab 6 Monate signifikant kleiner bei Maßnahme 121. Der Viehbesatz an Kälbern bis 6 Monate, Mutterkühen, Rindern über 2 Jahre, Schafe bis 1 Jahr und über 1 Jahr ist bei Maßnahme 120 kleiner.

Die Besätze an nicht raufutterfressenden Tieren, ausgenommen Geflügel, der Maßnahme 120 weisen einen geringeren Median auf als die Tierbestände der Maßnahme 121. Allein der Bestand an Zuchtschweinen ist signifikant kleiner bei Maßnahme 120. Die geringeren Besätze an nicht Raufutterfressern in Maßnahme 120 im Vergleich zu Maßnahme 121 stehen im Gegensatz zu den höheren Besätzen an Raufutterfressern in Maßnahme 120. Der geringere GVE/ha LF Besatz in Maßnahme 121 zeigt jedoch, dass der geringere Besatz an Raufutterfressern den höheren Besatz an nicht Raufutterfressern in Maßnahme 121 kompensiert.

**Tabelle 26: Mittelwertvergleich zwischen Betriebsdaten von Betrieben mit Teilnahme an den Programmen 120 und 121 und weniger als 0,8 RGV/ha HFF**

	Teilnahme an Programm 121 und unter 0,8 RGV/ha HFF			Teilnahme an Programm 120 und unter 0,8 RGV/ha HFF			Signifikanz	
	N	Median	Standardabweichung	N	Median	Standardabweichung		
LF	448	29,1350	84,4238	282	29,66	62,2325	0,6370	
GL	448	15,0750	40,7728	282	18,485	28,6745	0,0030	**
HFF	448	15,5900	41,4260	282	19,4	28,8730	0,0030	**
RGV	448	4,55	22,1241	282	10,47	19,4868	0,0000	***
RGV/HFF	448	0,3777	0,2834	282	0,60056	0,1430	0,0000	***
GVE/BF	448	0,3327	1,1317	282	0,48852	0,2592	0,0000	***
Kälberbis6m_HFF	92	0,1950	0,1225	100	0,185	0,1682	0,9492	
Rinder_ue2j_HFF	67	0,1200	0,1310	90	0,11	0,1624	0,6102	
Rinder6m_2jHFF	110	0,2200	0,2459	127	0,29	0,2694	0,0489	*
Milchkühe_HFF	13	0,2200	0,1017	11	0,38	0,1853	0,0721	
<b>∑ GVE Milch/HFF</b>	<b>137</b>	<b>0,246</b>	<b>0,190</b>	<b>160</b>	<b>0,3087</b>	<b>0,199</b>	<b>0,034</b>	<b>*</b>
MastkaelberHFF	3	0,0400	0,1159	2	0,165	0,0636	0,8000	
Mutterkühe_HFF	83	0,3400	0,1344	97	0,32	0,1433	0,5924	
Equidenbis6m_HFF	45	0,0900	0,2074	29	0,11	0,2398	0,1178	
Equidenab6m_HFF	184	0,3000	0,2249	151	0,42	0,2311	0,0201	*
<b>∑ GVE Pferd/HFF</b>	<b>192</b>	<b>0,294</b>	<b>0,229</b>	<b>157</b>	<b>0,428</b>	<b>0,235</b>	<b>0,023</b>	<b>*</b>
Schafebis1j_HFF	51	1,8400	2,6687	29	0,96	1,6320	0,1149	
Schafeue1j_HFF	46	0,1800	0,6780	35	0,12	0,3881	0,1268	
SchafeZiegen_HFF	65	1,7800	1,5587	44	2,505	1,7032	0,6700	
<b>∑ GVE Schafe/HFF</b>	<b>79</b>	<b>0,214</b>	<b>0,244</b>	<b>54</b>	<b>0,190</b>	<b>0,262</b>	<b>0,963</b>	
Damwildbis1j	5	0,1709	1,8044	1	0,02996	.	0,3333	
Damwildgt1j	7	0,5128	2,4381	1	0,04994	.	0,2500	
<b>∑ GVE Gefluegel/BF</b>	<b>51</b>	<b>0,6409</b>	<b>662,7921</b>	<b>33</b>	<b>0,73529</b>	<b>2,5050</b>	<b>0,8618</b>	
Ferkel	27	4,4153	19,6789	11	4,20856	19,6622	0,8492	
Laeufer	30	0,8389	7,1773	12	0,49478	1,0275	0,1887	
Maschtschweingt50kg	27	0,6290	2,6075	12	0,62172	1,3163	0,7527	
Mastschwein	38	2,7298	8,4631	14	2,14943	3,0022	0,4211	
Zuchtschwein	28	1,8290	4,7995	9	0,75	0,8326	0,0149	*
<b>∑ GVE Schwein/BF</b>	<b>83</b>	<b>0,387</b>	<b>1,436</b>	<b>32</b>	<b>0,201</b>	<b>0,456</b>	<b>0,082</b>	
Sonstiges								

Quelle: Eigene Berechnungen nach InVeKoS-Daten des ML

In diesem Kapitel wurde die Frage beantwortet, wie sich die an der aktuellen Förderung teilnehmenden Betriebe hinsichtlich ihres Viehbestandes von den Betrieben, welche an der alten Förderung teilnehmen, unterscheiden. Resümierend kann festgehalten werden, dass Betriebe mit höheren Viehbeständen bereit sind, an Agrarumweltmaßnahmen teilzunehmen und dementsprechend die Restriktionen wie z.B. Düngerverzicht, die mit der Teilnahme an einer solchen Maßnahme verbunden sind, einzuhalten. Der angewendete Mittelwertvergleich kann jedoch nur die Unterschiede zwischen Betrieben mit Teilnahme an den Maßnahmen 120 und 121 in einem Jahr aufzeigen. Es kann demnach sein, dass Betriebe, die vorher kein Grünland extensiviert haben, hinzugekommen sind bzw. Betriebe nicht mehr an der Grünlandextensivierung teilnehmen. Ob bzw. wie sich Betriebe in einem Beobachtungszeitraum an veränderte

Viehbesatzgrenzen anpassen, vermag diese Methode nicht zu klären. Um diese Frage zu beantworten, finden im nächsten Kapitel Panelregressionen Anwendung.

### **11.1.3 Panelregressionen zur Messung der Anpassungsfähigkeit der Betriebe an veränderte Viehbesatzvorgaben in Niedersachsen**

In empirischen Untersuchungen zu den Wirkungen von Politikmaßnahmen auf landwirtschaftliche Betriebe haben sich Panelmodelle wiederholt als geeignete Verfahren herausgestellt (AHITUV et al. 2006: 49; BRÜMMER et al. 2000: 408; GIRANTE et al. 2008: 16; KEY 2006: 382; LAMBERT et al. 2004: 5; PUFAHL 2009: 78). Um das dynamische Anpassungsverhalten der Landwirte an eine veränderte Viehbewertung in Agrarumweltmaßnahmen zu untersuchen, erscheinen Panelmodelle ebenfalls als geeignet. Aus diesem Grund erfolgte eine Darstellung der für die vorgesehene Analyse wichtigsten Paneldaten-Modelle in Kapitel 10.2. Die Untersuchung der Reaktionen konzentriert sich darauf, ob Betriebe mehr oder weniger Tiere pro ha halten, wenn in Agrarumweltmaßnahmen eine andere Viehbewertung implementiert wird. Die Daten müssen auf bestimmte Annahmen, welche in Kapitel 10.1 erläutert wurden, überprüft werden. Zuvor folgt die Bildung von Betriebsgruppen, welche durch die Viehbesatzvorgaben in unterschiedlichem Maße beeinflusst werden.

#### **11.1.3.1 Identifizierung durch veränderte Viehbesatzgrenzen beeinflusste Betriebsgruppen in Niedersachsen**

Da bei der Maßnahme 121 sowohl die minimale als auch die maximale Viehbesatzvorgabe entfallen, wird die Hypothese aufgestellt, dass Betriebe sich unterschiedlich an die veränderten Bedingungen anpassen. Dazu werden die Betriebe in zwei bzw. drei Gruppen nach ihrem RGV/ha HFF-Besatz aufgeteilt. Die erste Gruppe soll eher zu niedrigeren und die zweite Gruppe eher zu höheren Viehdichten tendieren, während die dritte Gruppe nicht durch eine veränderte Viehbewertung in Agrarumweltmaßnahmen beeinflusst wird. Um diese Gruppen zu identifizieren, wird das Modell iterativ für die einzelnen Gruppen geschätzt. Die Gruppeneinteilung findet letztlich in der Iteration statt, in der sich die zu schätzenden Modelle am besten an die Datenstruktur anpassen: An der Summe der Residuenquadrate (RSS) lässt sich die Anpassungsfähigkeit des Modells ablesen. Die RSS der einzeln geschätzten Gruppen werden dazu summiert. Die Festlegung der Gruppen findet statt, wenn die Schätzung der einzelnen Gruppen die geringste Summe der RSS ergibt. Die Summen der RSS für zwei bzw. drei Gruppen sind in der Abbildung 104 und Abbildung 105 im Anhang dargestellt. Die geringste Summe der RSS für zwei Gruppen resultiert, wenn im Ausgangsjahr 2005 die Betriebe in Betriebe mit weniger bzw. mehr als 0,8 RGV/ha HFF eingeteilt werden. Die am besten angepasste Schätzung für drei Gruppen resultiert, wenn die erste Gruppe weniger als 0,6 RGV/ha

HFF hält, die zweite Gruppe zwischen 0,6 und 1 RGV/ha HFF und die dritte Gruppe mehr als 1 RGV/ha HFF. Die geringste Summe der RSS für die Einteilung der Betriebe in zwei Gruppen liegt bei 941,25 und für die Einteilung in drei Gruppen bei 894,24. Die RSS ist bei einer größeren Anzahl an Gruppen immer geringer. Die auffallend kleinere Summe der RSS bei drei Gruppen lässt jedoch darauf schließen, dass die Einteilung der Betriebe in drei Gruppen besser als die Einteilung in zwei Gruppen die jeweiligen Betriebsanpassungen wiedergibt.

### **11.1.3.2 Empirische Ergebnisse der Panelregressionen in Niedersachsen: Effekte des Programmwechsels von Maßnahme 120 zu 121**

Die Datenbasis besteht aus 866 Betrieben, welche im Zeitraum 2005 bis 2008 an der Maßnahme 120 teilgenommen haben bzw. in diesem Zeitraum von Maßnahme 120 in Maßnahme 121 gewechselt sind. Es ist zu berücksichtigen, dass Betriebe, die nicht in allen Jahren in der InVEKOS-Datenbank geführt wurden, nicht in die Regressionsanalyse aufgenommen wurden. In die Regressionsmodelle wurden Jahresdummies einbezogen, um über die Zeit veränderliche, aber über alle Betriebe konstante Einflüsse auf die abhängige Variable zu kontrollieren. Zudem werden individuelle Dummies beim Feste-Effekte-Modell genutzt, um alle über die Zeit konstanten, aber über die Betriebe veränderlichen Einflüsse zu kontrollieren. Insbesondere die geringe Anzahl an abhängigen Variablen (es dient nur der Maßnahmenwechsel als abhängige Variable) macht diese Vorgehensweise notwendig.

Zunächst ist der Datensatz, der die abhängige Variable Viehbesatz aufweist, auf Heteroskedastizität zu prüfen (siehe Kapitel 10.1.1.). Dazu wird der gesamte Datensatz (= Überprüfung der drei identifizierten Gruppen) mit dem BP-Test auf die  $H_0$ -Hypothese „Homoskedastizität liegt vor“ überprüft (siehe Kapitel 10.1.1.1). Der BP-Test liefert für das gesamte Modell mit RGV/HFF als abhängige Variable das Ergebnis:

$$\chi^2 = 0.7536, \text{ P-Wert} = 0.9446$$

Somit kann die  $H_0$ -Hypothese, dass Homoskedastizität vorliegt, nicht abgelehnt werden. Auf die Anwendung von robusten Standardfehlern kann daher in dem Modell verzichtet werden.

Im Anschluss wird der Datensatz auf Autokorrelation getestet (siehe Kapitel 10.1.2). Der Durbin-Watson Test auf Autokorrelation ergibt bei der Schätzung des Panel-Modells einen Wert von 1,554595 (P-Wert =  $3,49925 \cdot 10^{-6}$ ). Damit ist eine moderate Autokorrelation in den Daten vorhanden. In dem Programm Gretl sind für das ZE-Modell keine *heteroskedasticity and autocorrelation consistent* Schätzer der Standardfehler implementiert. In dem Programm R können nur *heteroskedasticity consistent* Schätzer der Standardfehler für das ZE-Modell berechnet werden. Aufgrund der geringen Zeitreihendaten (4 Jahre) werden keine merklichen

Veränderungen der Ergebnisse erwartet und demzufolge keine weiteren Schritte verfolgt, um ein robusteres Modell zu schätzen (BRÜMMER 2010).

Nun wird überprüft, ob die FE- und die ZE-Schätzung oder die Schätzung nach der KQ-Methode das am besten geeignete Verfahren darstellt (siehe Kapitel 10.3.2). Der BP-Test mit der  $H_0$ -Hypothese, dass alle zusätzlich aufgenommenen über die Zeit gemittelten Variablen gleich 0 sind, ergibt:

$$\chi^2 = 137,309 \text{ mit P-Wert} = 1,0319 \cdot 10^{-31}$$

Die  $H_0$ -Hypothese kann mit einer 1 % -Irrtumswahrscheinlichkeit abgelehnt werden. Die ZE- und die FE-Schätzung sind somit effizienter als die Schätzung nach der KQ-Methode.

Im Anschluss findet die Überprüfung des Modells mit der abhängigen Variable RGV/HFF auf Endogenität statt. Wie in Kapitel 10.1.3 ersichtlich ist, sind dazu Instrumentvariablen nötig. Die Schwierigkeit hierbei stellt das Finden von Instrumenten dar, welche die zu instrumentierende Variable (hier: Programmwechsel) erklären. Die Einstellung von Betriebsleitern z.B. hinsichtlich einer nachhaltigen Produktion stellt ein geeignetes Instrument dar. Diese Variable liegt jedoch nicht vor. Als Alternative sollen in dem vorliegenden Fall als Instrumente die Betriebsfläche und die Grünlandfläche der Betriebe dienen. Eine mögliche Begründung für die Erklärungskraft des Programmwechsels durch den Flächenumfang ist, dass Betriebe mit größerer Flächenausstattung eher bereit sind, an Grünlandextensivierungsmaßnahmen teilzunehmen, und deswegen nach Auslaufen der Maßnahme 120 in die Maßnahme 121 wechseln.

Der erste Schritt ist die Durchführung des Sargans-Test, der die Instrumente auf Exogenität überprüft (siehe Kapitel 10.1.3). Der Sargans-Überidentifikationstest mit der  $H_0$ -Hypothese, dass alle Instrumente valide sind, ergibt:

$$LM = 2,58033 \text{ mit P-Wert} = 0,108199$$

Somit kann die  $H_0$ -Hypothese nicht abgelehnt werden. Allerdings beträgt die Irrtumswahrscheinlichkeit nur 10,8 %. Die Instrumente sind zwar noch als valide einzustufen, aber die Instrumente erscheinen nicht sehr geeignet zu sein.

Der Stock-Yogo-Test für schwache Instrumente ergibt für die  $F_{(2, 2593)}$ -Statistik der ersten Stufe = 2,08417. Die kritischen Werte für die maximal gewünschte TSLS-Größe bei einem Test mit nominalem 5 %-Signifikanzniveau ergibt:

Größe	10 %	15 %	20 %	25 %
Wert	19,93	11,59	8,75	7,25

Die maximale Größe kann 25 % übersteigen. Die Instrumente sind daher als schwach einzustufen. Das 2SLS-Verfahren kann demnach nicht eindeutig die Endogenität der Daten widerlegen. Der Hausman-Test soll dennoch zur Anwendung kommen. Nach der 2SLS-Methode ergibt der Hausman-Test auf Endogenität mit der  $H_0$ -Hypothese, dass die KQ-Schätzungen konsistent sind:

$$\chi^2 = 37,9947 \text{ mit P-Wert} = 7,09387\text{e-}010$$

Somit sind die Schätzer nach dem Ergebnis des Hausman-Tests nicht konsistent. Allerdings ist dieses Ergebnis aufgrund der schwachen Instrumente nicht belastbar.

Die verwendeten Daten lassen dennoch darauf schließen, dass der Maßnahmenwechsel keine Endogenität aufweist. Der Grund hierfür ist, dass ausschließlich Betriebe in die Analyse einbezogen werden, welche zuvor an der Maßnahme 120 teilgenommen hatten. Die Entscheidung des Betriebes zu extensivieren ist schon bei Teilnahme an der Maßnahme 120 gefallen, der Maßnahmenwechsel stellt demnach nur eine Verlängerung der Extensivierung dar. Der frühzeitige Wechsel von Maßnahme 120 zu 121 innerhalb des geltenden Verpflichtungszeitraumes von 5 Jahren ist nicht möglich. Die Möglichkeit, dass ein Betrieb vorher wechselt, weil er seinen Viehbesatz verändern will, ist ausgeschlossen. Folglich wird eine Gruppe untersucht, die sich bereits durch die Teilnahme an Maßnahme 121 selbst selektiert hat. Das Problem der Selbstselektion und damit der Kausalität und Endogenität tritt beim Wechsel in Maßnahme 121 nicht mehr auf, d.h. alle Betriebe, deren vertragliche Verpflichtung von Maßnahme 120 ausgelaufen ist, wechseln in die Maßnahme 121<sup>24</sup>. Der Viehbesatz beeinflusst demnach nicht den Wechsel, sondern der Wechsel den Viehbesatz. Das Problem des Fehlens von der Theorie her wichtiger Variablen wird durch die Aufnahme der individuellen Dummies und Zeitdummies umgangen.

Der letzte Test soll zwischen dem FE- und dem ZE-Modell das effizientere Modell identifizieren (siehe Kapitel 10.2.3). Der Hausman-Test liefert das Ergebnis:

$$\chi^2_{(0,95, 4)} = 0,110716 \text{ mit p-Wert} = 0,998523$$

Somit kann die  $H_0$ -Hypothese, dass keine Korrelation zwischen den individuellen Achsenabschnitten und den unabhängigen Variablen vorliegt, nicht abgelehnt werden. Das ZE-Modell hat somit effizientere Schätzer als das FE-Modell.

---

<sup>24</sup>Ein Wechsel in das Programm 122 ist nicht aufgenommen worden, weil über die normale extensive Grünlandbewirtschaftung hinaus weitere Anforderungen wie der Nachweis von Kräutern für den Betrieb existieren. Die Maßnahme 122 sieht jedoch ebenfalls keine Beschränkung des Viehbesatzes vor.

Die Ergebnisse für die ZE-Schätzung für die Gruppe mit weniger als 0,6 RGV/ha HFF und RGV/ha HFF als abhängige Variable sind in Abbildung 56 veranschaulicht. Der Gruppenumfang beträgt 163 Betriebe und der Beobachtungszeitraum 4 Jahre. Die Variable *const* gibt wieder, wie groß der Viehbesatz der betrachteten Betriebsgruppe im Durchschnitt ist. Die Variable *D120\_121* stellt den Programmwechsel von Maßnahme 120 zu 121 dar. Die Variablen *dt\_2*, *dt\_3* und *dt\_4* bilden die Jahresdummies ab. Die Jahresdummies haben die Aufgabe, die über die Zeit zu variierenden Einflüsse, die für alle Betriebe gleich sind, zu kontrollieren. Dies sind z.B. Preise. Der erste Jahresdummi entfällt, weil die Variable *const* seine Funktion übernimmt.

Der Programmwechsel ermöglicht den Betrieben, welche während der Teilnahme an Maßnahme 120 schon zu den sehr extensiven Betrieben gehörten, ihren Viehbesatz weiter zu senken. Der Programmwechsel bewirkt eine Verringerung des Viehbesatzes um 0,108 RGV/ha HFF. Demzufolge hat die Maßnahme 120 für stark extensiv wirtschaftende Betriebe eine Viehbesatz erhaltende Wirkung. Betriebe ohne eindeutigen Produktionsschwerpunkt in der Tierhaltung für Raufutterfresser, die z.B. auf dem Grünland eine Subventionsabschöpfungsstrategie verfolgen, halten den Viehbesatz während der Teilnahme an Maßnahme 120 wegen der Programmzuschüsse aufrecht. Nach dem Wechsel in die Maßnahme 121 verringern diese Betriebe den Betriebszweig Tierhaltung bzw. geben ihn auf.

Auffällig ist, dass die in den Panelregressionen verwendeten Zeitdummies alle einen hochsignifikant positiven Einfluss auf den Viehbesatz haben. Die Zeitdummies geben wieder, wie sich die unbeobachteten Variablen in der Summe auf den Viehbestand zum Referenzjahr 2005 auswirken. Demzufolge erhöhen die Betriebe mit Teilnahme an einer extensiven Grünlandmaßnahme und geringen Viehbesätzen im Durchschnitt ihren Viehbesatz in dem betrachteten Zeitraum. Ein Grund können die steigenden Preise für landwirtschaftliche Erzeugnisse in dem betrachteten Zeitraum sein.

**Abbildung 56: Zufällige-Effekte-Modell für die Gruppe mit weniger als 0,6 RGV/ha HFF und RGV/ha HFF als abhängige Variable in Niedersachsen**

RGV/ha HFF	Koeffizient	Std. Fehler	t-Quotient	P-Wert	
const	0,402307	0,0187201	21,4906	<0,00001	***
D120_121	-0,108934	0,0305049	-3,5710	0,00038	***
dt_2	0,12665	0,0211807	5,9795	<0,00001	***
dt_3	0,146161	0,021701	6,7352	<0,00001	***
dt_4	0,173025	0,0219696	7,8756	<0,00001	***
Mittel d. abh. Var.	0,499564	Stdabw. d. abh. Var.		0,247854	
Summe d. quad. Res.	36,91902	Stdfehler d. Regress.		0,238692	
Log-Likelihood	10,90165	Akaike-Kriterium		-11,80331	
Schwarz-Kriterium	10,59691	Hannan-Quinn-Kriterium		-3,116036	
Querschnittsdaten	163				
Zeitreihenlänge	4				

Quelle: Eigene Berechnungen

Analog zu der Vorgehensweise bei dem Datensatz zur Erklärung des Viehbesatzes folgt zuerst bei den Datensätzen zur Erklärung des Viehbestandes, der Hauptfutterfläche und der Grünlandfläche die Durchführung des BP-Tests auf Heteroskedastizität (siehe Kapitel 10.1.1.1). Der BP-Test für die gesamten Modelle mit RGV, HFF und GL als abhängige Variablen liefert die Ergebnisse:

RGV:  $\chi^2 = 1.1556$  mit P-Wert = 0.8854

HFF:  $\chi^2 = 0.687$  mit P-Wert = 0.953

GL:  $\chi^2 = 0.602$  mit P-Wert = 0.9628

Wie in dem vorherigen Modell kann die  $H_0$ -Hypothese, dass keine Heteroskedastizität vorliegt, für die drei Modelle nicht abgelehnt werden.

Die Modelle werden entsprechend Kapitel 10.1.2 auf Autokorrelation getestet. Der Durbin-Watson-Test ergibt folgende Werte für die Regressionen mit den abhängigen Variablen:

RGV: 1,337381

HFF: 1,404526

GL: 1,339550

In den Daten ist moderate Autokorrelation vorhanden, die in den folgenden Berechnungen nicht weiter berücksichtigt wird.

Der BP-Test mit der  $H_0$ -Hypothese, dass alle zusätzlich aufgenommenen über die Zeit gemittelten Variablen gleich 0 sind, ergibt für die einzelnen Regressionen mit den abhängigen Variablen (siehe Kapitel 10.2.3):

RGV:  $\chi^2_{(1)} = 4971,51$  mit P-Wert = 0

HFF:  $\chi^2_{(1)} = 5058,69$  mit P-Wert = 0

GL:  $\chi^2_{(1)} = 5100,14$  mit P-Wert = 0

Somit hat ebenfalls für alle drei Regressionen die Panelschätzung eine höhere Erklärungskraft als die Schätzung nach der KQ-Methode.

Die Regressionen mit den abhängigen Variablen RGV, HFF und GL bringen für die SLS-Methode ähnliche Ergebnisse wie die Regression mit RGV/HFF als abhängiger Variable. Die Instrumente sind ebenfalls als schwach einzustufen und die Endogenität der Daten kann nicht eindeutig widerlegt werden. Daher werden die Ergebnisse im Einzelnen nicht näher aufgeführt, sondern es gilt dieselbe Begründung wie oben bei der Regression mit dem Viehbesatz als abhängiger Variable.

Der Hausman-Test liefert für die Regressionen mit den abhängigen Variablen (siehe Kapitel 10.2.3):

RGV:  $\chi^2_{(4)} = 0,154854$  mit P-Wert = 0,997153

HFF:  $\chi^2_{(4)} = 0,549678$  mit P-Wert = 0,968488

GL:  $\chi^2_{(4)} = 0,847947$  mit p-Wert = 0,931907

In allen Regressionen ist somit dass ZE-Modell gegenüber dem FE-Modell das effizientere Modell.

Abbildung 57 zeigt, welche Auswirkung der Programmwechsel auf den RGV-Bestand der Betriebe mit weniger als 0,6 RGV/ha HFF hat. Die Betriebe halten durchschnittlich 13,17 RGV. Nach dem Wechsel von Maßnahme 120 zu 121 reduzieren die Betriebe ihren Viehbestand um 2,6 RGV<sup>25</sup>. Die unbeobachteten Variablen führen dazu, dass die Betriebe den Viehbestand in dem Beobachtungszeitraum um 4,8 RGV vergrößern. Dieser Sachverhalt lässt sich wie oben bereits erwähnt, mit großer Wahrscheinlichkeit durch die steigenden Agrarpreise im Beobachtungszeitraum erklären. Zudem zeigt der allgemeine Strukturwandel in dem über die Zeit steigenden Viehbestand seine Wirkung. Weiterhin könnte ein „Wachsen oder

---

<sup>25</sup> Der Effekt des Programmwechsels bei den einzelnen Tierarten hat keinen signifikanten Einfluss, jedoch ist der Einfluss des Programmwechsels bei allen Tierarten ebenfalls negativ. Begründet liegt dies in der Summation der einzelnen Tierarten zu RGV. Die RGV ist demnach eine Funktion der einzelnen Tierkategorien. Es werden immer die Veränderungen des Viehbesatzes in der Gesamtheit betrachtet, welche eher zu signifikanten Veränderungen führen als die ausschließliche Betrachtung einzelner Tierkategorien. Die Ergebnisse für ausgewählte Tierkategorien der Betriebe unter 0,6 RGV/ha HFF sind im Anhang in den Abbildung 106 bis 109 dargestellt.

Weichen“-Effekt bei den zunehmenden RGV-Zahlen in dem Sinne eine Rolle spielen, dass Betriebe mit sehr geringem Viehbestand im Vergleich zu Betrieben mit höheren Viehbestandszahlen nicht wettbewerbsfähig sind.

**Abbildung 57: Zufällige-Effekte-Modell für die Gruppe mit weniger als 0,6 RGV/ha HFF und RGV als abhängiger Variable in Niedersachsen**

<b>RGV</b>	<i>Koeffizient</i>	<i>Std. Fehler</i>	<i>t-Quotient</i>	<i>P-Wert</i>	
const	13,1767	1,7399	7,5732	<0,00001	***
D120_121	-2,5989	1,13081	-2,2983	0,02186	**
dt_2	3,08699	0,654164	4,7190	<0,00001	***
dt_3	4,26574	0,677191	6,2992	<0,00001	***
dt_4	4,88503	0,688993	7,0901	<0,00001	***
Mittel d. abh. Var.	15,89732	Stdabw. d. abh. Var.		22,17835	
Summe d. quad. Res.	318731,1	Stdfehler d. Regress.		22,17812	
Log-Likelihood	-2943,759	Akaike-Kriterium		5897,518	
Schwarz-Kriterium	5919,918	Hannan-Quinn-Kriterium		5906,205	
Querschnittsdaten	163				
Zeitreihenlänge	4				

Quelle: Eigene Berechnungen

Die Betriebe verändern weder signifikant die Hauptfutterfläche noch das Grünland (Abbildung 58 und 59). Der Einfluss des Programmwechsels auf die Hauptfutterfläche und das Grünland ist allerdings in beiden Fällen negativ. Die Betriebe haben die Hauptfutterfläche bereits während der Teilnahme an Maßnahme 120 zu minimieren versucht. Der Ackerfutterbau wurde soweit wie möglich eingeschränkt, da die Futtergrundlage vom Grünland ausreichend war. Durch das in der Grünlandextensivierung implementierte Grünlandumbruchverbot konnte der Grünlandanteil nicht weiter verringert werden. Für die Betriebe bestand nur die Möglichkeit, das Grünland teilweise umzubrechen bzw. Grünland abzugeben, bevor sie an der Grünlandextensivierungsmaßnahme teilnahmen, um den geforderten Viehbesatz einzuhalten. Heute dürfen Grünlandflächen in Niedersachsen nur noch mit Sondergenehmigung umgebrochen werden.

Die hohen Flächenkosten stellen bei sehr niedrigen Viehbesätzen ein Problem dar. Die Zupacht von Flächen ist nur bei sehr geringen Produktionskosten wirtschaftlich. Da die Betriebe ihren Flächenumfang nicht erhöhen, kann die Annahme gelten, dass die Kosten der zusätzlichen Flächenbewirtschaftung die Einnahmen (Erlöse aus Tierproduktion zuzüglich Prämien) der in die Betrachtung aufgenommenen Betriebe überkompensieren.

**Abbildung 58: Zufällige-Effekte-Modell für die Gruppe mit weniger als 0,6 RGV/ha HFF und HFF als abhängiger Variable in Niedersachsen**

HFF	Koeffizient	Std. Fehler	t-Quotient	P-Wert	
const	31,5558	3,10943	10,1484	<0,00001	***
D120_121	-0,291391	1,56372	-0,1863	0,85223	
dt_2	-0,213343	0,899107	-0,2373	0,81251	
dt_3	-0,258815	0,931138	-0,2780	0,78114	
dt_4	2,26558	0,947549	2,3910	0,01709	**
Mittel d. abh. Var.	31,96620	Stdabw. d. abh. Var.		39,61542	
Summe d. quad. Res.	1021257	Stdfehler d. Regress.		39,69905	
Log-Likelihood	-3323,367	Akaike-Kriterium		6656,734	
Schwarz-Kriterium	6679,134	Hannan-Quinn-Kriterium		6665,421	

Quelle. Eigene Berechnungen

**Abbildung 59: Zufällige-Effekte-Modell für die Gruppe mit weniger als 0,6 RGV/ha HFF und GL als abhängiger Variable in Niedersachsen**

GL	Koeffizient	Std. Fehler	t-Quotient	P-Wert	
const	29,0529	2,9742	9,7683	<0,00001	***
D120_121	-0,268379	1,56293	-0,1717	0,86372	
dt_2	-0,512572	0,899385	-0,5699	0,56893	
dt_3	-0,820492	0,931375	-0,8809	0,37867	
dt_4	4,76338	0,947765	5,0259	<0,00001	***
Mittel d. abh. Var.	29,87554	Stdabw. d. abh. Var.		37,95556	
Summe d. quad. Res.	934782,5	Stdfehler d. Regress.		37,98112	
Log-Likelihood	-3294,524	Akaike-Kriterium		6599,048	
Schwarz-Kriterium	6621,448	Hannan-Quinn-Kriterium		6607,735	

Quelle. Eigene Berechnungen

Der in dem Vergleich der Betriebsdaten von Betrieben mit Teilnahme an Maßnahme 120 und 121 (Kapitel 11.1.2) aufgezeigte größere Hauptfutterflächenumfang der Betriebsgruppe unter 0,8 RGV/ha HFF mit Teilnahme an Maßnahme 120 ist demnach teilweise auf eine Anpassungsreaktion der Betriebsgruppe mit einem Viehbesatz zwischen 0,6 und 1 RGV/ha HFF, die bereits an Maßnahme 120 teilnahm, zurückzuführen. Die Reduzierung der Hauptfutterfläche um 1,95 ha dieser Betriebsgruppe reicht jedoch nicht aus, um den Unterschied von 3,81 ha des HFF-Umfanges zwischen Maßnahme 120 und 121 in Gänze zu erklären. Folglich ist der Effekt des größeren Flächenumfanges der Betriebe in Maßnahme 120 zudem auf die Teilnahme von Betrieben mit geringen Flächenumfängen an Maßnahme 121 zurückzuführen, die vorher nicht an Maßnahme 120 teilgenommen haben. Der in dem Vergleich aufgezeigte geringere Viehbestand der unter 0,8 RGV/ha HFF haltenden Betriebe mit Teilnahme an Maßnahme 121 beruht indessen auf der Reduzierung des Viehbestandes in der Gruppe unter 0,6 RGV/ha HFF nach dem Maßnahmenwechsel von 120 zu 121.

Aus den Abbildung 56, 57, 58 und 59 wird ersichtlich, dass der sinkende Viehbesatz in Betrieben mit einem geringeren Viehbesatz als 0,6 RGV/ha HFF nach Wechsel in Maßnahme 121 nicht durch die Erhöhung der Fläche zu erklären ist, sondern durch die Verringerung der

RGV-Zahlen. Die Dummy-Variable des letzten Beobachtungsjahres ist signifikant positiv. Die übrigen Dummy-Variablen sind nicht signifikant. Daran lässt sich erkennen, dass im Durchschnitt aller Betriebe die Hauptfutterfläche und das Grünland nur im letzten Beobachtungsjahr signifikant verändert wurden. Als eine mögliche Begründung ist ebenfalls der in den letzten Jahren anhaltende Strukturwandel zu nennen.

Die Ergebnisse für die Gruppe zwischen 0,6 und 1 RGV/ha HFF veranschaulichen die Abbildung 60, 61, 62 und 63. Die Gruppe umfasst 385 Betriebe. Die Ergebnisse für die ZESchätzung mit RGV/ha HFF als abhängiger Variable sind in Abbildung 60 veranschaulicht. An der Variable *const* ist zu erkennen, dass die Betriebe im Durchschnitt 0,8 RGV/ha HFF halten. Der Programmwechsel (*D120\_121*) hat keine signifikante Auswirkung auf den Viehbesatz. Die Betriebe dieser Gruppe sind bei einem Wegfall der Viehbeschränkung nicht direkt betroffen. Die Betriebe haben sich auf ein Produktionsniveau eingestellt, welches nicht von einem Programmwechsel beeinflusst wird, sondern mehr den innerbetrieblichen Umständen angepasst ist. Die unbeobachteten Variablen haben nur im zweiten und dritten Jahr (*dt\_2* und *dt\_3*) einen signifikant positiven Einfluss auf den Viehbesatz. Die Veränderung des Viehbesatzes im dritten Beobachtungsjahr um 0,029 RGV/ha HFF ist marginal. Die Tendenz ist jedoch ähnlich wie bei den Betrieben mit weniger als 0,6 RGV/ha HFF.

**Abbildung 60: Zufällige-Effekte-Modell für die Gruppe zwischen 0,6 und 1 RGV/ha HFF und RGV/HFF als abhängiger Variable in Niedersachsen**

<b>RGV/HFF</b>	<i>Koeffizient</i>	<i>Std. Fehler</i>	<i>t-Quotient</i>	<i>P-Wert</i>	
const	0,814017	0,0113121	71,9600	<0,00001	***
D120_121	0,021565	0,0189952	1,1353	0,25643	
dt_2	0,0289075	0,0120894	2,3911	0,01692	**
dt_3	0,029734	0,0124238	2,3933	0,01682	**
dt_4	0,015456	0,0125873	1,2279	0,21967	
Mittel d. abh. Var.	0,834880		Stdabw. d. abh. Var.	0,222069	
Summe d. quad. Res.	75,58116		Stdfehler d. Regress.	0,221825	
Log-Likelihood	135,8693		Akaike-Kriterium	-261,7386	
Schwarz-Kriterium	-235,0409		Hannan-Quinn-Kriterium	-251,8058	

Quelle: Eigene Berechnungen

Die Regression mit der abhängigen Variable RGV ist in Abbildung 61 dargestellt. Die Variable *const* gibt den durchschnittlichen Viehbestand dieser Betriebsgruppe von 33,8 RGV wieder. Der Viehbestand in RGV wird ebenfalls wie der Viehbesatz nicht von dem Programmwechsel beeinflusst. Allerdings erhöhen die Betriebe im Durchschnitt weiterhin ihren Viehbestand unabhängig von dem Programmwechsel, was an den signifikant positiven Dummyvariablen *dt\_2*, *dt\_3* und *dt\_4* abzulesen ist. Als Begründung kann wiederum auf den Strukturwandel in der Landwirtschaft bzw. auf die geringere Wettbewerbsfähigkeit von Betrieben mit kleinen Viehbeständen verwiesen werden.

**Abbildung 61: Zufällige-Effekte-Modell für die Gruppe zwischen 0,6 und 1 RGV/ha HFF und RGV als abhängiger Variable in Niedersachsen**

<b>RGV</b>	<i>Koeffizient</i>	<i>Std. Fehler</i>	<i>t-Quotient</i>	<i>P-Wert</i>	
const	33,8335	2,75709	12,2715	<0,00001	***
D120_121	1,60635	1,15185	1,3946	0,16334	
dt_2	1,45683	0,633997	2,2978	0,02170	**
dt_3	1,71752	0,657336	2,6128	0,00907	***
dt_4	2,31069	0,668676	3,4556	0,00056	***
Mittel d. abh. Var.	35,37896		Stdabw. d. abh. Var.	54,05131	
Summe d. quad. Res.	4491985		Stdfehler d. Regress.	54,07837	
Log-Likelihood	-8328,431		Akaike-Kriterium	16666,86	
Schwarz-Kriterium	16693,56		Hannan-Quinn-Kriterium	16676,80	

Quelle: Eigene Berechnungen

Die Regression der Betriebe aus der Gruppe zwischen 0,6 und 1 RGV/ha HFF mit der abhängigen Variable HFF gibt Abbildung 62 wieder. Die Variable *const* zeigt, dass die Betriebe im Durchschnitt 40,8 ha HFF bewirtschaften. Der Programmwechsel (*D120\_121*) hat eine signifikant senkende Wirkung auf den HFF-Umfang; die Betriebe senken die Hauptfutterfläche um 1,9 ha. Dieser Zusammenhang ist auf den ersten Blick überraschend, weil durch die Nichtimplementierung der Viehbesatzforderungen kein Einfluss auf die Betriebe in dieser Gruppe zu erwarten ist. Wird jedoch berücksichtigt, dass die Maßnahme 121 eine einzelflächenbezogene Maßnahme darstellt, erscheint diese Wirkung nachvollziehbar. Grünlandflächen mit „geringer Ertragskraft, in extremen Hanglagen oder in weiter Entfernung zum Hof“ (HAHN 2003: 31), können durch diese Option Prämienerlöse generieren, ohne dass auf den übrigen Flächen Restriktionen beachtet werden müssen. Demzufolge können Teilflächen intensiver bewirtschaftet und somit die Hauptfutterfläche verringert werden. Es sei jedoch erwähnt, dass der festgelegte relativ späte Termin für die erste Mahd schlechtere Futterqualitäten zur Folge haben kann (HAHN 2003: 29). Die unbeobachteten Variablen (*dt\_2*, *dt\_3* und *dt\_4*) haben in allen Jahren auf die HFF einen signifikant positiven Einfluss. Dieser Sachverhalt ist in Zusammenhang mit dem Strukturwandel und der Erhöhung des Viehbestandes im Beobachtungszeitraum zu sehen, welcher eine größere Futtergrundlage erfordert. Es ist anzunehmen, dass die Extensivierungsmaßnahmen tendenziell auf marginalen Standorten betrieben werden und daher die Futtergrundlage bei einigen Betrieben knapp ist.

**Abbildung 62: Zufällige-Effekte-Modell für die Gruppe zwischen 0,6 und 1 RGV/ha HFF und HFF als abhängiger Variable in Niedersachsen**

HFF	Koeffizient	Std. Fehler	t-Quotient	P-Wert	
const	40,834	2,94802	13,8513	<0,00001	***
D120_121	-1,95587	0,741966	-2,6361	0,00847	***
dt_2	0,942126	0,407153	2,3139	0,02080	**
dt_3	0,906534	0,422231	2,1470	0,03195	**
dt_4	2,10209	0,429556	4,8936	<0,00001	***
Mittel d. abh. Var.	41,60956	Stdabw. d. abh. Var.		57,76610	
Summe d. quad. Res.	5138263	Stdfehler d. Regress.		57,83791	
Log-Likelihood	-8431,935	Akaike-Kriterium		16873,87	
Schwarz-Kriterium	16900,57	Hannan-Quinn-Kriterium		16883,80	

Quelle: Eigene Berechnungen

Abbildung 63 zeigt die Regression mit der abhängigen Variable GL (Grünland). Der Einfluss der Variable Programmwechsel auf die Grünlandfläche ist nicht signifikant. Die Betriebe der Gruppe mit einem Viehbesatz zwischen 0,6 und 1 RGV/ha HFF verändern ihre Grünlandfläche nicht nach dem Programmwechsel von 120 zu 121. Im Gegensatz zur HFF kann das GL nicht anderweitig genutzt werden, da ein Umbruchverbot besteht und die meisten Grünlandflächen aus absolutem Grünland bestehen. Nur die Dummyvariable *dt\_4* ist signifikant positiv. Die Betriebe erhöhen unabhängig von dem Programmwechsel den GL-Umfang nur im letzten Betrachtungsjahr signifikant. Kontinuierlich können die Betriebe, veranlasst durch den steigenden Viehbestand, die HFF nur innerbetrieblich erhöhen. Das GL ist – außer durch die Einsaat von Ackerland – nur durch Zupacht zu erhöhen. Daher kann der GL-Umfang nicht kontinuierlich von Jahr zu Jahr gesteigert werden. Die Betriebe säen, wie die Ergebnisse zeigen, aber alternativ kein Ackerland ein, um dieses als GL zu nutzen.

**Abbildung 63: Zufällige-Effekte-Modell für die Gruppe zwischen 0,6 und 1 RGV/ha HFF und GL als abhängiger Variable in Niedersachsen**

GL	Koeffizient	Std. Fehler	t-Quotient	P-Wert	
const	38,5149	2,86104	13,4619	<0,00001	***
D120_121	-0,535964	0,86746	-0,6179	0,53676	
dt_2	0,31034	0,476385	0,6514	0,51485	
dt_3	0,143615	0,493999	0,2907	0,77131	
dt_4	4,14084	0,502558	8,2395	<0,00001	***
Mittel d. abh. Var.	39,60551	Stdabw. d. abh. Var.		56,08238	
Summe d. quad. Res.	4836851	Stdfehler d. Regress.		56,11587	
Log-Likelihood	-8385,388	Akaike-Kriterium		16780,78	
Schwarz-Kriterium	16807,47	Hannan-Quinn-Kriterium		16790,71	

Quelle: Eigene Berechnungen

Die dritte Gruppe mit mehr als 1 RGV/ha HFF besteht aus 318 Betrieben. Die Ergebnisse der Regression mit dem RGV/HFF-Besatz als abhängiger Variable sind in Abbildung 64 dargestellt. Die Variable *const* gibt den durchschnittlichen Viehbesatz von 1,25 RGV/ha HFF wieder. Der Programmwechsel (*D120\_121*) hat eine signifikant erhöhende Wirkung auf den

Viehbesatz, wenn auch nur moderat um 0,07 RGV/ha HFF. Demzufolge bedeutet die bestehende Viehbesatzgrenze in Maßnahme 120 eine partielle Beschränkung hinsichtlich der Betriebsentwicklung. Allerdings ist davon auszugehen, dass die Agrarumweltmaßnahme eine Investitionsentscheidung z.B. in einen Stall aufgrund der relativ geringen Förderung von 110 €/ha in Niedersachsen nicht maßgeblich beeinflussen. Betriebe, die investieren wollen, nehmen folglich nicht an der Maßnahme 120 teil, wenn sie die Viehbesatzgrenzen nach der Investition nicht einhalten können. Daher sind derartige Betriebe in dem vorliegenden Datensatz nicht enthalten.

Die unbeobachteten Variablen haben einen negativen Einfluss auf den Viehbesatz. Dies resultiert aus der in zwei aufeinander folgenden Jahren zu beobachtenden Viehreduzierung der Betriebe (Abbildung 65) und der in allen Jahren zu beobachtenden Vergrößerung der HFF (Abbildung 66). Bereits PUF AHL (2010: 21) macht auf das schnellere Wachstum von Betrieben mit Teilnahme an Extensivierungsmaßnahmen aufmerksam. Eigene Berechnungen zeigen ebenfalls, dass das Wachstum in der Fläche für diese Betriebe sehr profitabel ist (siehe Kapitel 9.1). Somit kommt es zu einem stärkeren Flächenwachstum bei gleichzeitiger Verringerung des Viehbestandes.

**Abbildung 64: Zufällige-Effekte-Modell für die Gruppe über 1 RGV/ha HFF und RGV/HFF als abhängiger Variable in Niedersachsen**

RGV/HFF	Koeffizient	Std. Fehler	t-Quotient	P-Wert	
const	1,24752	0,0440524	28,3191	<0,00001	***
D120_121	0,0667034	0,0308524	2,1620	0,03080	**
dt_2	-0,0562909	0,0183419	-3,0690	0,00219	***
dt_3	-0,115211	0,0190666	-6,0425	<0,00001	***
dt_4	-0,142531	0,019435	-7,3337	<0,00001	***
Mittel d. abh. Var.	1,177931	Stdabw. d. abh. Var.		0,785369	
Summe d. quad. Res.	781,5558	Stdfehler d. Regress.		0,785092	
Log-Likelihood	-1495,120	Akaike-Kriterium		3000,240	
Schwarz-Kriterium	3025,982	Hannan-Quinn-Kriterium		3009,909	

Quelle: Eigene Berechnungen

Abbildung 65 zeigt die Regression mit der abhängigen Variable RGV. Die Variable *const* gibt an, dass die Betriebe mit einem Viehbestand von über 1 RGV/ha HFF durchschnittlich 55,6 RGV halten. Der Wechsel von Maßnahme 120 zu 121 (*D120\_121*) besitzt keinen signifikanten Einfluss auf den RGV-Bestand. Die Betriebe erhöhen ihren Viehbestand nicht nach dem Wechsel, obwohl sie die Möglichkeit dazu haben. Bereits in der einzelbetrieblichen Analyse in Kapitel 9.1 konnte gezeigt werden, dass die Einkommensverluste durch Reduzierung des Viehbestandes die Einnahmen durch die Extensivierungsmaßnahmen übersteigen. Den Produktionsumfang wählen die Betriebe daher unabhängig von Extensivierungsmaßnahmen. Die nicht signifikante Beziehung zwischen Programmwechsel und RGV-Bestand spiegelt

diese Annahme indirekt wider. Es sind folglich keine Betriebe im Datensatz vorhanden, die sofort nach dem Wechsel ihren Produktionsumfang erhöhten. Die Betriebe haben vielmehr bereits vorher den Produktionsumfang innerbetrieblich optimiert. So sind z.B. ihre Stallkapazitäten bereits ausgeschöpft und sie müssen erst in Gebäude investieren, bevor sie die Viehhaltung ausdehnen können.

**Abbildung 65: Zufällige-Effekte-Modell für die Gruppe über 1 RGV/ha HFF und RGV als abhängiger Variable in Niedersachsen**

<b>RGV</b>	<i>Koeffizient</i>	<i>Std. Fehler</i>	<i>t-Quotient</i>	<i>P-Wert</i>	
const	55,6162	3,80581	14,6135	<0,00001	***
D120_121	0,396345	1,2421	0,3191	0,74971	
dt_2	-1,09773	0,728438	-1,5070	0,13207	
dt_3	-1,59959	0,757998	-2,1103	0,03503	**
dt_4	-1,82415	0,773015	-2,3598	0,01844	**
Mittel d. abh. Var.	54,53880	Stdabw. d. abh. Var.		67,72031	
Summe d. quad. Res.	5828636	Stdfehler d. Regress.		67,79908	
Log-Likelihood	-7166,337	Akaike-Kriterium		14342,67	
Schwarz-Kriterium	14368,41	Hannan-Quinn-Kriterium		14352,34	

Quelle: Eigene Berechnungen

Der in dem Vergleich der Betriebsdaten von Betrieben mit Teilnahme an Maßnahme 120 und 121 (Kapitel 11.1.2) ersichtliche höhere Viehbestand der Betriebe, die an Maßnahme 121 teilnehmen, ist demzufolge nicht auf eine Anpassungsreaktion der bereits extensivierenden Betriebe zurückzuführen. Vielmehr ist der höhere Viehbestand mit Betrieben zu erklären, die noch nicht an Extensivierungsmaßnahmen teilgenommen haben und mit dem Wegfall der Höchstviehbesatzgrenze ihre Flächen nach den Vorgaben der Maßnahme 121 bewirtschaften.

Die Regression mit der abhängigen Variablen HFF ist in Abbildung 66 dargestellt. Die Variable *const* zeigt, dass die Betriebe mit einem Viehbesatz über 1 RGV/ha HFF 46,12 ha HFF bewirtschaften. Die Variable *D120\_121* besitzt eine signifikant senkende Wirkung auf die HFF. Betriebe, die in Maßnahme 120 den HFF-Umfang auf hohem Niveau hielten, können nach dem Wechsel ihre HFF reduzieren, ohne Sanktionen wegen Verletzung der Viehbestandsvorgaben befürchten zu müssen. Allerdings ist hinzuzufügen, dass die Maßnahme 121 nur auf Einzelflächen gefördert wird und daher manche Grünlandschläge intensiver bewirtschaftet werden können, wenn diese Flächen nicht mit in die Maßnahme 121 aufgenommen werden. Auch dieser Sachverhalt spielt bei der Reduzierung der HFF eine Rolle.

**Abbildung 66: Zufällige-Effekte Modell für die Gruppe über 1 RGV/ha HFF und HFF als abhängiger Variable in Niedersachsen**

HFF	Koeffizient	Std. Fehler	t-Quotient	P-Wert	
const	46,127	3,24871	14,1985	<0,00001	***
D120_121	-1,76946	0,843803	-2,0970	0,03619	**
dt_2	1,05057	0,494218	2,1257	0,03372	**
dt_3	2,14904	0,514324	4,1784	0,00003	***
dt_4	3,83516	0,524538	7,3115	<0,00001	***
Mittel d. abh. Var.	47,64919	Stdabw. d. abh. Var.		57,83105	
Summe d. quad. Res.	4246958	Stdfehler d. Regress.		57,87345	
Log-Likelihood	-6964,992	Akaike-Kriterium		13939,98	
Schwarz-Kriterium	13965,73	Hannan-Quinn-Kriterium		13949,65	

Quelle: Eigene Berechnungen

Die Regression mit der abhängigen Variable GL veranschaulicht Abbildung 67. Die Variable *const* zeigt, dass die Betriebe 3,3 ha weniger Grünland als Hauptfutterfläche bewirtschaften. Die signifikant negative Variable *D120\_121* veranschaulicht, dass es sich bei der oben erwähnten Reduzierung der Hauptfutterfläche (Abbildung 66) nicht nur um die Reduzierung des Ackerfutterbaus, sondern auch des Grünlandes handelt. Eine Verringerung der Grünlandfläche ist nur durch Abgabe des GL an Dritte möglich, da die Grünlandextensivierung ein Umbruchverbot für Grünlandflächen vorsieht. Dieser Sachverhalt ist folgendermaßen zu erklären. Die einzelbetriebliche Analyse (siehe Kapitel 9.1 und 9.2) hat gezeigt, dass die Grünlandextensivierung eine Pachtpreis treibende Funktion haben kann. Landwirte sind demzufolge bereit, höhere Pachtpreise zu zahlen, wenn ihnen wegen der Überschreitung der vorgegebenen Viehbegrenzung ein Ausschluss von der Maßnahme droht. Nach dem Wechsel haben sie nicht mehr diese hohe Zahlungsbereitschaft, weil ihnen der Ausschluss mangels Viehbeschränkung nicht mehr droht. Daher geben sie Flächen, die für sie aufgrund des Pachtpreisniveaus oder der Lage (vor allem weite Hof-Feld-Entfernung) ungünstig sind, wieder ab. Diese Anpassungsstrategie erklärt teilweise den größeren Hauptfutterflächenumfang der Betriebe in Maßnahme 120 im Vergleich zu denen in Maßnahme 121 (Kapitel 11.1.2).

Die unbeobachteten Variablen (*dt\_4*) haben nur im letzten Beobachtungsjahr einen signifikant positiven Einfluss auf den Grünlandbestand. Dieses letzte Jahr stellt eine Ausnahme dar. Die Betriebe erhöhen ihr GL um 7,27 ha, was im Vergleich zu den anderen Jahren sehr viel ist. Der stark wachsende Umfang von HFF und GL bei den betrachteten Betrieben lässt sich mit der sehr profitablen Flächenerhöhung erklären. Die einzelbetriebliche Analyse in Kapitel 9 verdeutlicht diesen Zusammenhang. Zudem vergrößern Betriebe mit einem höheren Viehbesatz als 1 RGV/ha HFF ihre HFF stärker als Betriebe mit niedrigerem Viehbesatz, um die Versorgung mit Grundfutter sicherzustellen.

**Abbildung 67: Zufällig-Effekte Modell für die Gruppe über 1 RGV/ha HFF und GL als abhängiger Variable in Niedersachsen**

GL	Koeffizient	Std. Fehler	t-Quotient	P-Wert	
const	42,84	2,99646	14,2969	<0,00001	***
D120_121	-2,49408	1,25481	-1,9876	0,04707	**
dt_2	0,528474	0,737596	0,7165	0,47383	
dt_3	1,2532	0,767392	1,6331	0,10270	
dt_4	7,29073	0,782531	9,3169	<0,00001	***
Mittel d. abh. Var.	44,77480	Stdabw. d. abh. Var.		53,39280	
Summe d. quad. Res.	3612168	Stdfehler d. Regress.		53,37334	
Log-Likelihood	-6862,027	Akaike-Kriterium		13734,05	
Schwarz-Kriterium	13759,80	Hannan-Quinn-Kriterium		13743,72	

Quelle: Eigene Berechnungen

## 11.2 Bayern

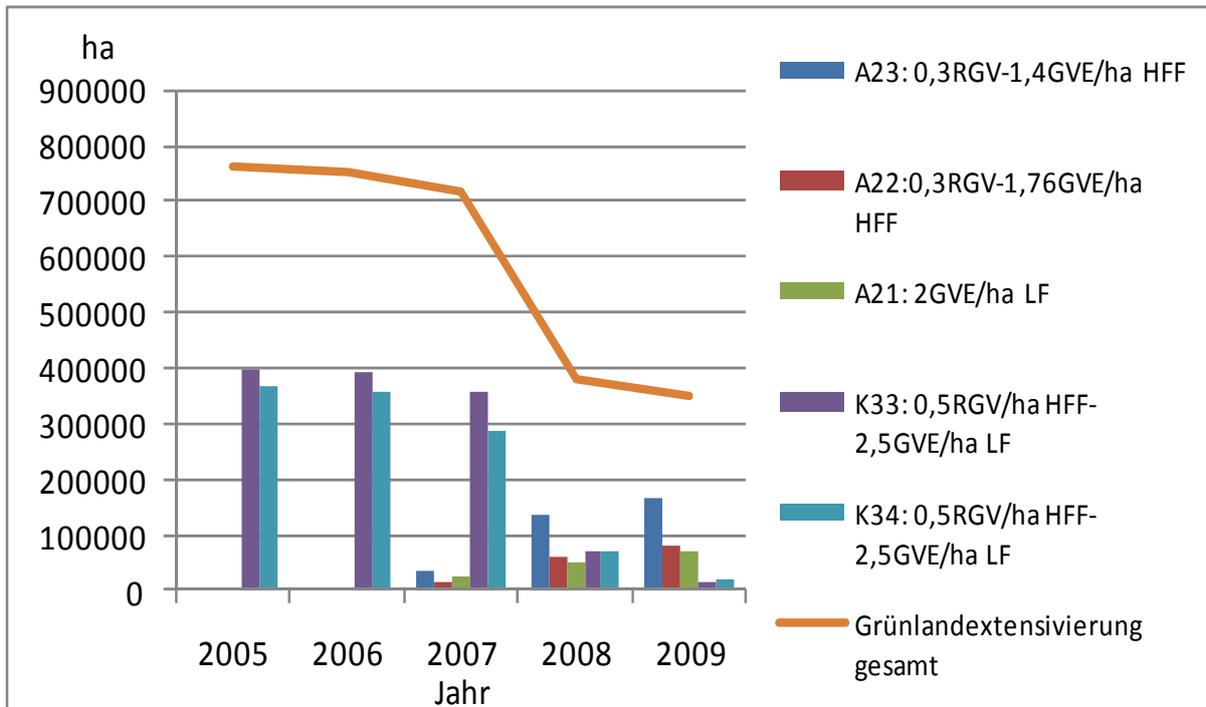
In diesem Kapitel wird analog zum vorherigen Abschnitt zuerst die Entwicklung der Grünlandextensivierung in Bayern von Jahr 2005 bis 2009 aufgezeigt. Danach werden die Anpassungsreaktionen der bayerischen Betriebe an veränderte Viehbesatzgrenzen in Grünlandextensivierungsmaßnahmen identifiziert. Im Anschluss folgt eine graphische Darstellung der Flächenanteile von Grünlandextensivierungsmaßnahmen sowie vom ökologischen Landbau aus der Förderperiode 2007 bis 2013, um anschließend die Veränderung der Flächenanteile einer ausgewählten Grünlandextensivierungsmaßnahme und des ökologischen Landbaus bei Anwendung alternativer Viehbesatzgrenzen abzubilden.

### 11.2.1 Entwicklung der Grünlandextensivierung in Bayern

Abbildung 68 gibt die Flächenentwicklung der bayerischen Grünlandextensivierungsmaßnahmen im Beobachtungszeitraum 2005 bis 2009 wieder. Bis auf die Maßnahme „Umweltorientierte Dauergrünlandnutzung (A 21)“ handelt es sich bei den in Abbildung 68 betrachteten Maßnahmen um GAK-kofinanzierte Maßnahmen, welche ausschließlich betriebszweigbezogen sind. In Bayern haben die GAK-kofinanzierten Grünlandextensivierungsmaßnahmen in den letzten Jahren insgesamt an Flächenumfang verloren. Diese Tendenz dürfte im Gegensatz zu Niedersachsen nicht in der Förderperiode 2007 bis 2013 eingeführten einzelflächenbezogenen Förderung von Grünland begründet liegen, obwohl Bayern seit 2007 auch einzelflächenbezogene Maßnahmen anbietet. Diese Maßnahmen stellen sehr spezielle Anforderungen an die Flächennutzung. So existiert z.B. eine Förderung extensiver Weidenutzung durch Schafe und Ziegen (A 27) und der Mahd von Steilhangwiesen (A 25-26) (StMELF 2008). Wegen der speziellen Anforderungen werden diese Maßnahmen nicht großflächig in Anspruch ge-

nommen.<sup>26</sup> Weiterhin sind sie nicht GAK-kofinanziert und deshalb von einer weiteren Betrachtung ausgeschlossen.

**Abbildung 68: Flächenentwicklung der GAK-kofinanzierten Grünlandextensivierungsmaßnahmen (und Maßnahme A 21) in Bayern**



Quelle: Eigene Berechnung nach InVeKoS-Daten des StMELF

Insbesondere die verschärften Auflagen an den Höchstviehbesatz sind als Grund für den verringerten Flächenumfang in Bayern zu nennen. Für die Maßnahmen „Extensive Dauergrünlandnutzung“ (Maßnahme K 33 = kein Mineraldüngerverzicht und Maßnahme K 34 = Mineraldüngerverzicht), welche letztmalig im Jahr 2006 für weitere fünf Jahre angeboten wurden, existierten Varianten mit einem zulässigen Höchstbesatz von 2 GVE/ha LF (Stufe a) bzw. 2,5 GVE/ha LF (Stufe b) (StMELF 2004). Betriebe mit einem höheren Viehbesatz als 2 GVE/ha LF sind verpflichtet, eine ausgeglichene Nährstoffbilanz vorzuweisen. Die ab dem Jahr 2007 angebotene Maßnahme „Grünlandextensivierung durch Mineraldüngerverzicht (A 22 und A 23)“ sieht bezüglich des Viehhöchstbesatzes wesentlich stärkere Beschränkungen vor. Es werden nun statt der 2 bzw. 2,5 GVE/ha LF in der Maßnahme A22 1,76 GVE/ha HFF bzw. 1,4 GVE/ha HFF in der Maßnahme A 23 gefordert (StMELF 2008). Die neue Flächenbezugsgröße HFF anstelle der LF hat bei der neuen Viehbestandshöchstgrenze ebenfalls große Einschränkungen zur Folge. Zudem werden in Bayern im Vergleich zu anderen Bun-

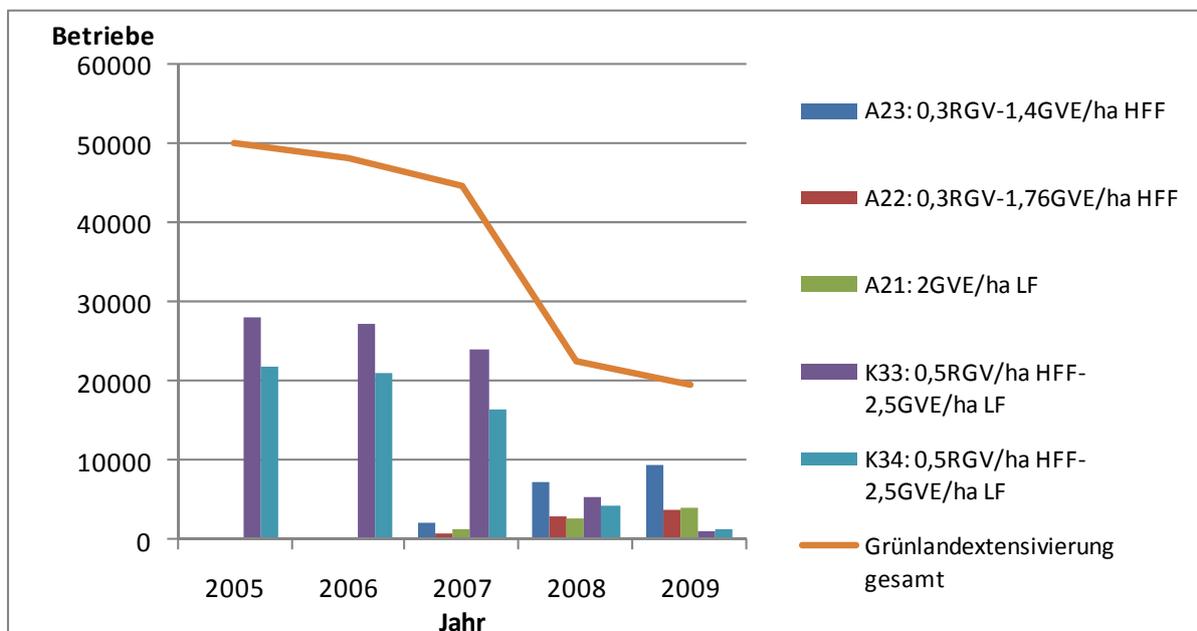
<sup>26</sup> Als Begründung für die Förderung von Flächen in Bayern, die Schafe und Ziegen extensiv beweidet, wird die vielfältige Artenausstattung dieser Flächen angeführt. Zu den schützenswerten Pflanzengesellschaften zählen Kalk-, Silikat- und Halbtrockenrasen, Heiden, Säume und lichte Wälder. Die Maßnahme ist auf extensiven Sommerweiden für Wanderschafe/-ziegen sowie ausgewiesenen Sonderflächen (z.B. Truppenübungsplätzen, Flugplätzen, Kanal- und Hochwasserschutzdämmen und anderen vergleichbare Flächen) zulässig.

desländern alle Tiere in GVE mit in den Viehbesatz aufgenommen und nicht nur die Raufutterfresser in RGV. Die Veränderung des Mindestbesatzes von 0,5 RGV/ha HFF in den Maßnahmen K 33 und K 34 auf 0,3 RGV/ha HFF in den Maßnahmen A 21, A 22 und A 23 gleicht den Verlust an Fläche für Extensivierungsmaßnahmen durch die Veränderung des Viehhöchstbesatzes nicht aus.

Die Maßnahme „Umweltorientierte Dauergrünlandnutzung (A 21)“, welche einen Viehbesatz von 2 GVE/ha LF und die Ausbringung von Mineraldünger zulässt, bietet den Landwirten bei weitem nicht so hohe finanzielle Anreize wie die Maßnahmen K 33 und K 34 aus der Förderperiode 2000 bis 2006. Für die Teilnahme an der Maßnahme A 23 werden den Landwirten 180 €/ha GL gewährt, für A 22 130 €/ha GL, für A 21 50 €/ha GL, während für K 33 100 €/ha GL und für K 34 205 €/ha GL gewährt wurden. Dies führt dazu, dass die Maßnahme A 21 keine so hohen Flächenanteile wie die Maßnahmen K 33 und K 34 erlangt.

Abbildung 69 zeigt die Entwicklung der Anzahl der Betriebe, die an Grünlandextensivierungsmaßnahmen teilnehmen. Analog zum schrumpfenden Flächenumfang ist eine Abnahme der Zahl der Betriebe, welche an GAK-kofinanzierten Maßnahmen teilnehmen, zu verzeichnen. In Niedersachsen war im Gegensatz zu Bayern dank der Förderung von Einzelflächen eine leichte Erhöhung der Zahl der teilnehmenden Betriebe zu erkennen.

**Abbildung 69: Anzahl der an GAK-kofinanzierten Grünlandextensivierungsmaßnahmen (und Maßnahme A 21) teilnehmenden Betriebe in Bayern**



Quelle: Eigene Berechnungen nach InVeKoS-Daten des StMELF

### **11.2.2 Panelregressionen zur Messung der Anpassungsfähigkeit der Betriebe an veränderte Viehbesatzvorgaben in Bayern**

Im Folgenden wird untersucht, wie sich Betriebe in Bayern an sinkende Mindest- und Höchstviehbesatzvorgaben anpassen<sup>27</sup>. Dazu folgt eine Betrachtung der Betriebe, die von Maßnahme K 34 in die Maßnahme A 23 wechseln. Der Anforderungskatalog ist hinsichtlich Mineraldüngerverzicht, Pflanzenschutzmittelverzicht und GL-Umbruchverbot bei beiden Maßnahmen identisch. Ausgenommen sind hiervon die Viehbesatzvorgaben. Die Maßnahme K 34 gibt einen Mindestbesatz von 0,5 RGV/ha HFF und einen Höchstbesatz von 2,5 GVE/ha LF vor. Die Maßnahme A 23 verlangt demgegenüber nur einen Mindestbesatz von 0,3 RGV/ha HFF und einen Höchstbesatz von 1,4 GVE/ha HFF. Bevor die Ergebnisse der jeweiligen Panelregressionen aufgezeigt werden, folgt im nächsten Kapitel zunächst die Identifizierung der von den veränderten Viehbesatzvorgaben beeinflussten Betriebsgruppen.

#### **11.2.2.1 Identifizierung von Betriebsgruppen in Bayern**

Um die Betriebsgruppen zu identifizieren, welche von den veränderten Viehbesatzvorgaben betroffen bzw. nicht betroffen sind, findet dieselbe Vorgehensweise wie im Beispiel Niedersachsens statt (siehe Kapitel 11.1.3.1). Die Gruppeneinteilung erfolgt ebenfalls anhand des Viehbesatzes der Betriebe. Durch die Verschiebung des Mindest- sowie des Höchstviehbesatzes wird wiederum die Hypothese überprüft, dass drei Gruppen bestehen. Für diese Gruppen gelten folgende Annahmen: Die erste Betriebsgruppe hält während der Teilnahme an K 34 mehr als 1,4 GVE/ha HFF. Von dieser Gruppe wird erwartet, dass sie den Viehbesatz nach dem Programmwechsel reduziert, da gemäß Maßnahme A 23 maximal 1,4 GVE/ha HFF gehalten werden dürfen. Betriebe mit einem höheren Viehbesatz versuchen, diesen unter 1,4 GVE/ha HFF zu reduzieren, um die höhere Prämie der Maßnahme A 23 zu erhalten. Die zweite Betriebsgruppe wird von den veränderten Viehbesatzgrenzen in ihrer Betriebsentwicklung nicht beeinflusst. Die dritte Gruppe hält während der Teilnahme an K 34 einen höheren Viehbesatz als bei der Teilnahme an Maßnahme A 23. Der geringere geforderte Mindestviehbesatz von 0,3 RGV/ha HFF in Maßnahme A 23 im Vergleich zu 0,5 RGV/ha HFF in Maßnahme K 34 veranlasst Betriebe mit geringem Viehbesatz, ihren Viehbestand weiter abzustocken.

---

<sup>27</sup> Der für die weiteren Berechnungen vorliegende Datensatz betrachtet den Zeitraum von 2005 bis 2009. Der Datensatz beruht im Jahr 2009 auf 119.930 Betrieben. Diese Betriebe bewirtschafteten 2.107.796 Einzelflächen. Davon bewirtschafteten 103.713 Betriebe Grünland. Für die Regressionen wurden 8.410 Betriebe aus dem Datensatz herausgefiltert, welche in dem gesamten Beobachtungszeitraum an Maßnahme K 34 teilnehmen bzw. von K 34 in Programm A 23 wechselten. 1.156 Betriebe verblieben bis ins Jahr 2009 in der Maßnahme K 34.

Um die Betriebsgruppen zu identifizieren, wurde der Datensatz in zwei Teile aufgeteilt und die Modelle wurden separat geschätzt. Die RSS der beiden Modelle werden jeweils addiert. Abbildung 110 im Anhang gibt die Summen der RSS wieder. Die niedrigste Summe der RSS ergibt sich bei der Teilung des Datensatzes zwischen 1,4 und 1,5 GVE/ha HFF. Dieses Ergebnis deckt sich weitgehend mit den zuvor geschilderten Überlegungen zur ersten Gruppe. Die geringe Abweichung ist auf die vorliegende Datenbasis zurückzuführen, welche ausschließlich aus beantragten und nicht aus genehmigten Anträgen besteht. Betriebe, welche einen höheren Viehbesatz als 1,4 GVE/ha HFF halten, haben auch die Maßnahme A 23 beantragt. Aufgrund der als vernachlässigbar einzuschätzenden Abweichung werden die beiden Gruppen bei einem Viehbesatz von 1,4 GVE/ha HFF geteilt.

Im Anschluss folgt die Festlegung der Gruppen mit weniger als 1,4 GVE/ha HFF. Dazu wird der Datensatz unter 1,4 GVE/ha HFF in zwei Teile geteilt und die einzelnen Modelle werden iterativ geschätzt. Abbildung 111 im Anhang zeigt die Summen der RSS der jeweils getrennt voneinander geschätzten Modelle. Die Unterschiede zwischen den Summen der RSS sind sehr gering. Die größte Differenz liegt unter 5. In Relation zu den RSS des gesamten Modells von 1228,152 sind diese Werte zu klein, um weitere Gruppen zu identifizieren. Die Hypothese, dass drei Gruppen bestehen, kann folglich nicht aufrechterhalten werden. Der für Bayern vorliegende Datensatz wird daher in eine Betriebsgruppe mit höherem Viehbesatz als 1,4 GVE/ha HFF und in eine Betriebsgruppe mit geringerem Viehbesatz geteilt.

#### **11.2.2.2 Empirische Ergebnisse der Panelregressionen: Effekte des Programmwechsels von Maßnahme K 34 zu A 23 in Bayern**

Um die Anpassungsreaktionen der Grünland extensivierenden Betriebe in Bayern an veränderte Viehbesatzvorgaben zu beleuchten, werden dieselben statistischen Verfahren wie in Kapitel 11.1.3.2 angewendet. Im Gegensatz zur Anwendung der in Kapitel 10.1 beschriebenen Modelltests auf den gesamten niedersächsischen Datensatz, müssen die bayerischen Daten gruppenweise geprüft werden. Die Modelltests ergeben teilweise für die einzelnen Gruppen abweichende Ergebnisse. Hiervon ausgenommen ist die Überprüfung ob die ZE-Schätzung und die FE-Schätzung effizienter sind als die Schätzung nach der KQ-Methode.

Zu Beginn der Analyse erfolgt die Überprüfung, ob die fixen oder zufällige Effekte einen signifikanten Beitrag zur Erklärung der Varianz der abhängigen Variable Viehbesatz leisten. Die folgenden Regressionen zur Identifizierung der Anpassungsreaktionen werden mit dem BP-Test für die gesamten Datensätze auf die  $H_0$ -Hypothese getestet, die besagt, dass alle zusätzlich aufgenommenen, über die Zeit gemittelten Variablen gleich 0 sind. Der BP-Test ergibt für die einzelnen Regressionen mit den abhängigen Variablen:

GVE/HFF:  $\chi^2(1) = 35796,1$  mit P-Wert = 0

RGV/HFF:  $\chi^2(1) = 42326,1$  mit P-Wert = 0

GVE:  $\chi^2(1) = 75585,5$  mit P-Wert = 0

RGV:  $\chi^2(1) = 75713,5$  mit P-Wert = 0

HFF:  $\chi^2(1) = 76095,9$  mit P-Wert = 0

GL:  $\chi^2(1) = 76620,1$  mit P-Wert = 0

Die  $H_0$ -Hypothese kann bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit gegen 0 bei jeder der betrachteten Regressionen abgelehnt werden. Die ZE-Schätzung und die FE-Schätzung sind somit effizienter als die Schätzung nach der KQ-Methode.

Im nächsten Schritt wird unter Zuhilfenahme des BP-Tests die Gruppe über 1,4 GVE/ha HFF mit folgenden abhängigen Variablen auf Heteroskedastizität geprüft (siehe Kapitel 10.1.1.1):

GVE/HFF:  $\chi^2(5) = 44,5356$ , df = 5, P-Wert =  $1,803 \cdot 10^8$

GVE:  $\chi^2(5) = 87,3372$ , df = 5, P-Wert  $< 2,2e \cdot 10^{16}$

HFF:  $\chi^2(5) = 30,6855$ , df = 5, P-Wert =  $1,081 \cdot 10^5$

GL:  $\chi^2(5) = 13,8344$ , df = 5, P-Wert = 0,01670

Die  $H_0$ -Hypothese, dass keine Heteroskedastizität vorliegt, kann bei den vorliegenden Regressionen abgelehnt werden. Die Daten weisen folglich Heteroskedastizität auf. Diese werden durch HAC-Schätzer der Standardfehler berücksichtigt (siehe unten).

Es folgt die Überprüfung des Datensatzes der Betriebsgruppe mit mehr als 1,4 GVE/ha HFF entsprechend der Vorgehensweise in Kapitel 10.1.2 auf Autokorrelation. Der Durbin-Watson-Test ergibt folgende Werte für die Regressionen mit den abhängigen Variablen:

GVE/HFF: 1,476841

GVE: 0,899565

HFF: 0,836156

GL: 0,844255

Die Regressionsmodelle weisen alle Autokorrelation auf. Nur das Modell mit der abhängigen Variable GVE/HFF weist moderate Autokorrelation auf. Die Regressionen werden daher mit robusten Standardfehlern berechnet. Es kommen *heteroskedasticity and autocorrelation consistent* Schätzer der Standardfehler (HAC-Schätzer) zur Anwendung. Diese berücksichtigen neben der Autokorrelation auch eine mögliche Heteroskedastizität der Fehler. Aus der Klasse der HAC-Schätzer ist in dem Programm Gretl der von ARELLANO (1987: 431 ff.) für Festeffekte-Panelmodelle vorgeschlagene Schätzer implementiert. Für eine kleine Anzahl an N und eine große Anzahl an T ist dieser Schätzer inkonsistent. Für den vorliegenden Fall kann dieser Hinweis allerdings vernachlässigt werden (ARELLANO 2003: 18).

Das Problem der Endogenität ist bereits bei den Berechnungen zu Niedersachsen geschildert worden (vgl. S.182-183). Da die Datengrundlage in Bayern der in Niedersachsen ähnelt und ebenfalls nur schwache Instrumente zur Verfügung stehen, soll auf die Anwendung der Methode der zweistufigen kleinsten Quadrate verzichtet werden. Die Ausführungen in Kapitel 11.1.3.2 lassen sich insoweit auf Bayern übertragen, als das Problem des Fehlens aus theoretischer Sicht wichtiger Variablen durch die Aufnahme von individuellen Dummies und Zeitdummies umgangen wird. Die Entscheidung zu extensivieren ist seitens der betrachteten Betriebe bereits vor dem Programmwechsel gefallen; deshalb stellt der Programmwechsel wie in Niedersachsen nur eine Verlängerung der Extensivierung dar. Die Frage der Richtung der Ursache-Wirkungsbeziehung, d.h. ob der Programmwechsel den Viehbesatz beeinflusst oder der Viehbesatz den Programmwechsel, klärt sich im Weiteren bei genauerer Betrachtung der Ergebnisse.

Als letzter Schritt zur Spezifizierung der Modelle für die Betriebsgruppe mit mehr als 1,4 GVE/ha HFF folgt der Hausman-Test zur Überprüfung, ob das FE- oder ZE-Modell die effizienteren Schätzer liefert. Der Hausman-Test führt für die Modelle mit den abhängigen Variablen GVE/HFF, GVE; HFF und GL zu folgenden Werten:

$$\text{GVE/HFF:} \quad \chi^2_{(5)} = 511,133 \text{ mit P-Wert} = 3,1552 \cdot 10^{108}$$

$$\text{GVE:} \quad \chi^2_{(5)} = 169,062 \text{ mit P-Wert} = 1,1565 \cdot 10^{34}$$

$$\text{HFF:} \quad \chi^2_{(5)} = 60,1311 \text{ mit P-Wert} = 1,14197 \cdot 10^{11}$$

$$\text{GL:} \quad \chi^2_{(5)} = 22,3992 \text{ mit P-Wert} = 0,00043956$$

Somit kann die  $H_0$ -Hypothese, dass keine Korrelation zwischen den individuellen Achsenabschnitten und den unabhängigen Variablen vorliegt, abgelehnt werden. Die Schätzer des FE-Modells sind somit effizienter als die des ZE-Modells.

Abbildung 70 gibt das FE-Modell für die Betriebsgruppe mit mehr als 1,4 GVE/ha HFF im Jahr 2006 zur Erklärung des GVE/ha HFF-Besatzes wieder. Die Variable *const* zeigt, dass die Betriebe im Ausgangsjahr 2005 im Durchschnitt 1,756 GVE/ha HFF haben. An der Variable *D\_K 34\_A 23* lässt sich ablesen, dass die Betriebe nach dem Programmwechsel von K 34 zu A 23 ihren Viehbesatz um 0,16 GVE/ha HFF reduzieren<sup>28</sup>. An dieser sehr starken Abnahme ist zu erkennen, dass viele Betriebe bereit sind, ihren Viehbesatz abzustocken, um an der Maßnahme A 23 teilzunehmen. Die Dummyvariablen *dt\_3*, *dt\_4* und *dt\_5* haben ebenfalls eine signifikant reduzierende Wirkung auf den Viehbesatz. Nur der Einfluss der Dummyvariable *dt\_2* des Jahres 2006 ist nicht signifikant.

**Abbildung 70: Feste-Effekte-Modell für die Gruppe über 1,4 GVE/ha HFF und GVE/HFF als abhängiger Variable in Bayern**

GVE/HFF	Koeffizient	Std. Fehler	t-Quotient	P-Wert	
const	1,756	0,00933873	188,0344	<0,00001	***
D_K 34_A 23	-0,16017	0,0158224	-10,1230	<0,00001	***
dt_2	-0,00146012	0,0102613	-0,1423	0,88685	
dt_3	-0,104793	0,0142328	-7,3628	<0,00001	***
dt_4	-0,161004	0,016411	-9,8107	<0,00001	***
dt_5	-0,197553	0,0184354	-10,7159	<0,00001	***
Mittel d. abh. Var.	1,628705	Stdabw. d. abh. Var.		0,500539	
Summe d. quad. Res.	482,7124	Stdfehler d. Regress.		0,302162	
R-Quadrat	0,708694	Korrigiertes R-Quadrat		0,635579	
F(1327, 5287)	9,692784	P-Wert(F)		0,000000	
Log-Likelihood	-728,3215	Akaike-Kriterium		4112,643	
Schwarz-Kriterium	13139,19	Hannan-Quinn-Kriterium		7231,907	
rho	-0,006843	Durbin-Watson-Stat		1,476841	

Quelle. Eigene Berechnungen

Die Regression zur Erklärung des Viehbestandes in GVE enthält Abbildung 71. Die durchschnittliche Bestandsgröße beträgt 34,3 GVE. Die Variable *D\_K 34\_A 23* hat einen signifikant negativen Einfluss auf den Viehbestand. Um an der Maßnahme A 23 teilnehmen zu können, reduzieren die Landwirte ihren Viehbestand um 2,6 GVE. Die unbeobachteten Variablen haben abgesehen von der Dummyvariablen *dt\_3* keine signifikanten Wirkungen auf den Viehbestand. Nur im dritten Beobachtungsjahr *dt\_3* ist der Viehbestand signifikant gesunken, allerdings nur um 0,7 GVE.

<sup>28</sup> Von den 1.414 Betrieben, welche im Jahr 2006 mehr als 1,4 GVE/ha HFF gehalten haben, reduzieren 687 Betriebe ihren Viehbesatz und nehmen an dem Programm A 23 teil. Weitere 120 Betriebe nehmen an der Maßnahme A 23 teil, die auch nach dem Programmwechsel mehr als 1,4 GVE/ha HFF halten. Der vorliegende Datensatz besteht ausschließlich aus beantragten Anträgen; deshalb sind auch Betriebe, welche die Viehbesatzgrenzen nicht einhalten, vorzufinden.

**Abbildung 71: Feste-Effekte-Modell für die Gruppe über 1,4 GVE/ha HFF und GVE als abhängiger Variable in Bayern**

<b>GVE</b>	<i>Koeffizient</i>	<i>Std. Fehler</i>	<i>t-Quotient</i>	<i>P-Wert</i>	
const	34,3094	0,144425	237,5595	<0,00001	***
D_K 34_A 23	-2,59033	0,278406	-9,3042	<0,00001	***
dt_2	0,0159758	0,122172	0,1308	0,89597	
dt_3	-0,716606	0,186946	-3,8332	0,00013	***
dt_4	-0,488223	0,268723	-1,8168	0,06930	*
dt_5	-0,380785	0,328493	-1,1592	0,24643	
Mittel d. abh. Var.	33,44024	Stdabw. d. abh. Var.		30,64336	
Summe d. quad. Res.	107737,7	Stdfehler d. Regress.		4,514184	
R-Quadrat	0,982653	Korrigiertes R-Quadrat		0,978299	
F(1327, 5287)	225,6876	P-Wert(F)		0,000000	
Log-Likelihood	-18615,39	Akaike-Kriterium		39886,79	
Schwarz-Kriterium	48913,33	Hannan-Quinn-Kriterium		43006,05	
rho	0,326024	Durbin-Watson-Stat		0,899565	

Quelle: Eigene Berechnungen

Abbildung 72 gibt die Regression zur Erklärung der Variable HFF wieder. Die Betriebe bewirtschaften 19,35 ha HFF (*const*). Die Beziehung zwischen Programmwechsel und HFF ist – allerdings nicht signifikant – negativ. Die unbeobachteten Variablen haben in allen Jahren eine HFF-erhöhende Wirkung. Im Gegensatz zu dem über den Beobachtungszeitraum gleichbleibenden bzw. im Jahr 2007 signifikant sinkenden Viehbestand ist die Erhöhung der HFF auf das Flächenwachstum der Betriebe zurückzuführen. Verstärkt wird dieser Effekt durch die Erkenntnis, dass Betriebe mit Teilnahme an Agrarumweltmaßnahmen ein schnelleres Flächenwachstum vollziehen als Betriebe ohne Teilnahme (PUFAHL 2009).

**Abbildung 72: Feste-Effekte-Modell für die Gruppe über 1,4 GVE/ha HFF und HFF als abhängiger Variable in Bayern**

<b>HFF</b>	<i>Koeffizient</i>	<i>Std. Fehler</i>	<i>t-Quotient</i>	<i>P-Wert</i>	
const	19,3559	0,102297	189,2123	<0,00001	***
D_K 34_A 23	-0,109635	0,22784	-0,4812	0,63040	
dt_2	0,157339	0,0694221	2,2664	0,02347	**
dt_3	0,764616	0,126795	6,0303	<0,00001	***
dt_4	1,57266	0,204929	7,6742	<0,00001	***
dt_5	2,09772	0,256207	8,1876	<0,00001	***
Mittel d. abh. Var.	20,25089	Stdabw. d. abh. Var.		18,12279	
Summe d. quad. Res.	63587,12	Stdfehler d. Regress.		3,468007	
R-Quadrat	0,970728	Korrigiertes R-Quadrat		0,963381	
F(1327, 5287)	132,1237	P-Wert(F)		0,000000	
Log-Likelihood	-16871,39	Akaike-Kriterium		36398,77	
Schwarz-Kriterium	45425,31	Hannan-Quinn-Kriterium		39518,04	
rho	0,410407	Durbin-Watson-Stat		0,836156	

Quelle: Eigene Berechnungen

Die Abbildung 73 zeigt die Regression mit der abhängigen Variable GL. Es ist kein signifikanter Zusammenhang zwischen Programmwechsel (*D\_K 34\_A 23*) und GL zu erkennen, wengleich das Vorzeichen negativ ist. Die unbeobachteten Variablen *dt\_3*, *dt\_4* und *dt\_5*

haben eine GL-erhöhende Wirkung. Der signifikant wachsende GL-Umfang der betrachteten Betriebe untermauert ebenfalls die Aussagen von PUFAHL (2009) zum Zusammenhang von Teilnahme an Extensivierungsmaßnahmen und Flächenwachstum.

**Abbildung 73: Feste-Effekte-Modell für die Gruppe über 1,4 GVE/ha HFF und GL als abhängiger Variable in Bayern**

GL	Koeffizient	Std. Fehler	t-Quotient	P-Wert	
const	16,3111	0,0814063	200,3661	<0,00001	***
D_K 34_A 23	-0,0356524	0,182021	-0,1959	0,84472	
dt_2	0,0454649	0,0526372	0,8637	0,38777	
dt_3	0,522058	0,11175	4,6717	<0,00001	***
dt_4	0,954227	0,157209	6,0698	<0,00001	***
dt_5	1,27618	0,187563	6,8040	<0,00001	***
Mittel d. abh. Var.	16,86301	Stdabw. d. abh. Var.		15,04546	
Summe d. quad. Res.	38799,96	Stdfehler d. Regress.		2,709012	
R-Quadrat	0,974085	Korrigiertes R-Quadrat		0,967580	
F(1327, 5287)	149,7542	P-Wert(F)		0,000000	
Log-Likelihood	-15237,51	Akaike-Kriterium		33131,02	
Schwarz-Kriterium	42157,56	Hannan-Quinn-Kriterium		36250,28	
rho	0,403451	Durbin-Watson-Stat		0,844255	

Quelle: Eigene Berechnungen

Aus den Erkenntnissen der Regressionen in den Abbildung 70 bis 73 folgt zusammenfassend, dass die Betriebe keine Fläche hinzupachten bzw. nicht mehr Ackerfutter anbauen, um die HFF zu erhöhen und somit den Viehbesatz zu reduzieren. Die Betriebe verringern lediglich den Viehbestand. Die einzelbetriebliche Analyse (Kapitel 9.1) identifizierte allerdings bei moderaten Pachtpreisen die Zupacht und die innerbetriebliche Erhöhung der Hauptfutterfläche als die wirtschaftlichsten Alternativen, um den Viehbesatz zu reduzieren und so an der Agrarumweltmaßnahme teilnehmen zu können. Die Verminderung des Viehbestandes erwies sich in den meisten Fällen als unrentabel, weil der Verlust an Deckungsbeitrag durch die Extensivierungsprämien selten kompensiert wird. Demnach handelt es sich bei den Viehbestand reduzierenden Betrieben um Betriebe, die aus verschiedenen Gründen früher als andere Betriebe bereit sind, die Tierproduktion zu reduzieren. Die Viehabstockung ist demzufolge nicht in erster Linie von dem Programmwechsel beeinflusst; die Maßnahme A 23 stellt lediglich einen zusätzlichen Anreiz dar. Eine mögliche Erklärung ist, dass es sich um Betriebe mit einer sehr geringen Wirtschaftlichkeit in der Tierproduktion handelt. Auch das Alter des Betriebsleiters kann eine Rolle spielen. Folgendes Beispiel veranschaulicht dies: Die Prämien Differenz zwischen A 22 und A 23 beträgt 50 €. Bei einem durchschnittlichen Grünlandumfang der betrachteten Betriebsgruppe von 16,3 ha beträgt der Prämienunterschied 815 €. Die Bestandsabstockung um 2,6 GVE soll durch Reduzierung des Jungviehbestandes vollzogen werden; der Gewinnverlust beträgt bei Annahme eines mittleren Produktionsniveaus 1.210 €. Unter

der Annahme, dass der Betrieb über ein unterdurchschnittliches Produktionsmanagement verfügt (Milchleistungsniveau ca. 6.500 kg, Arbeitszeitbedarf pro Tier ca. 50 AKh/Jahr und alternative Vergütung der Arbeitskraft von 15 €/h), kann der Verlustrückgang auf bis zu 603 € zurückgehen. Entsprechende Betriebe mit mehr als 1,4 GVE/ha HFF zeigen u.U. eine sehr große Bereitschaft, den Viehbestand zu reduzieren. Eventuell wäre eine Viehabstockung auch ohne Prämiendifferenzierung vollzogen worden. Der Programmwechsel ist somit in dieser Betriebsgruppe stärker von der Reduzierung des Viehbestandes beeinflusst als anders herum. Die Kausalität ist in dieser Gruppe im Vergleich zu den in Niedersachsen betrachteten Gruppen nicht eindeutig.

Das STMELF (2009b: 416) berücksichtigt für die Prämienkalkulation in Bayern unterschiedliche Futtererzeugungs- bzw. Futterzusatzkosten aufgrund des mineralischen Düngerverzichts. Die Kalkulation berücksichtigt den Ertragsrückgang, variable Maschinen- und Arbeitskosten und die Nährstofflieferung vom Ackerfutter bzw. Grünland. Die Produktionskosteneinsparung bei der 1,76 GVE/ha HFF-Variante ergibt sich aus wegfallenden Mechanisierungskosten für die vierte Schnittnutzung auf der Hälfte der Fläche und die eingesparte mineralische Düngung. Für die Prämienkalkulation bis 1,4 GVE/ha HFF nimmt das STMELF (2009b: 418) an, dass der erste Schnitt zu zwei Dritteln als Heu erfolgt. Dadurch ist ein Abfall der Futterqualität (Energiedichte und Eiweißgehalt) einzuplanen und mit einer geringeren Grundfutterleistung zu rechnen. Der ermittelte Einkommensverlust beträgt 132 €/ha bis 1,76 GVE/ha HFF und knapp mehr als 180 €/ha bis 1,4 GVE/ha HFF (STMELF 2009b: 418). Die gestaffelten Prämien gleichen somit die erhöhten Kosten bei Extensivierung aus. Die Differenz der Prämien zwischen den Maßnahmen K 34 und A 23 beträgt nur 50 €/ha. Womöglich ist dieser Betrag zu gering, um Betriebe zu einer Flächenerhöhung zu bewegen. Dies ist ein weiteres Indiz für den geringen Anreiz bayerischer Betriebe, sich an die Förderbedingungen hinsichtlich des Viehbesatzes anzupassen.

Im Folgenden wird der Einfluss des Programmwechsels von K 34 zu A 23 auf die Betriebsgruppe mit einem geringeren Viehbestand als 1,4 GVE/ha HFF untersucht. In dieser Gruppe werden nicht alle Tiere in GVE betrachtet, sondern nur die raufutterfressenden Tiere in RGV, weil die minimale Viehbesatzvorgabe in RGV/ha HFF vorgegeben ist (vgl. Kapitel 11.2.2.1). Zuvor müssen die vorliegenden Datensätze auf die in Kapitel 10.1 beschriebenen Annahmen getestet werden.

Der erste Schritt ist die Überprüfung unter zu Hilfenahme des BP-Tests der Regressionen auf Heteroskedastizität mit den abhängigen Variablen (siehe Kapitel 10.1.1.1):

RGV/HFF:  $\chi^2(5) = 9.709$ , df = 5, P-Wert = 0.08391

RGV:  $\chi^2(5) = 2.2011$ , df = 5, P-Wert = 0.8207

HFF:  $\chi^2(5) = 1.3411$ , df = 5, P-Wert = 0.9306

GL:  $\chi^2(5) = 0.7784$ , df = 5, P-Wert = 0.9784

Die  $H_0$ -Hypothese, dass keine Heteroskedastizität vorliegt, kann bei den vorliegenden Regressionen nicht abgelehnt werden. Somit ist in den Daten der betrachteten Betriebsgruppe keine Heteroskedastizität vorhanden.

Es folgt die Überprüfung des Datensatzes der Betriebsgruppe mit weniger als 1,4 GVE/ha HFF auf Autokorrelation. Der Durbin-Watson-Test ergibt folgende Werte für die Regressionen mit den abhängigen Variablen:

RGV/HFF: 1,132371

RGV: 0,864504

HFF: 0,935698

GL: 0,930047

Die Regressionsmodelle weisen alle Autokorrelation auf. Nur das Modell mit der abhängigen Variable RGV/HFF zeigt moderate Autokorrelation auf. Die Regressionen werden daher mit robusten Standardfehlern berechnet. Es kommen erneut HAC-Schätzer zur Anwendung.

Es folgt die Identifizierung des effizienteren Modells (FE- oder ZE-Modell) mittels des Hausman-Tests für die Regressionen:

RGV/HFF:  $\chi^2(5) = 3,48116$  mit P-Wert = 0,62624

RGV:  $\chi^2(5) = 4,86144$  mit P-Wert = 0,433024

HFF:  $\chi^2(5) = 11,8796$  mit P-Wert = 0,0364747

GL:  $\chi^2(5) = 15,8563$  mit P-Wert = 0,00726645

Für diese Betriebsgruppe stellt das ZE-Modell für die Regressionen mit den abhängigen Variablen RGV/HFF und RGV das effizientere Modell dar. Für die Regressionen mit HFF und GL als abhängige Variable ergibt das FE-Modell effizientere Schätzer als das ZE-Modell.

Die Regression zur Erklärung des RGV/HFF-Besatzes zeigt Abbildung 74. Die Variable *const* gibt an, dass die Betriebsgruppe über einen durchschnittlichen Viehbestand von 0,95 RGV/ha HFF verfügt. Die Variable *D\_K 34\_A 23* zeigt, dass der Programmwechsel keine signifikante Auswirkung auf den Viehbesatz hat. Die signifikant negativen Dummyvariablen *dt\_2*, *dt\_3*, *dt\_4* und *dt\_5* weisen darauf hin, dass die Betriebe ihren Viehbesatz in allen betrachteten Jahren unabhängig von dem Programmwechsel – wenn auch nur marginal – reduzieren.

**Abbildung 74: Zufällig-Effekte Modell für die Gruppe unter 1,4 GVE/ha HFF und RGV/HFF als abhängiger Variable in Bayern**

<b>RGV/HFF</b>	<i>Koeffizient</i>	<i>Std. Fehler</i>	<i>t-Quotient</i>	<i>P-Wert</i>	
const	0,950386	0,0043576	218,0987	<0,00001	***
D_K 34_A 23	-0,00737319	0,00471592	-1,5635	0,11795	
dt_2	-0,043102	0,00361406	-11,9262	<0,00001	***
dt_3	-0,0514938	0,00370042	-13,9157	<0,00001	***
dt_4	-0,0495142	0,00497771	-9,9472	<0,00001	***
dt_5	-0,0578391	0,00566385	-10,2120	<0,00001	***
Mittel d. abh. Var.	0,907314	Stdabw. d. abh. Var.		0,355197	
Summe d. quad. Res.	4155,893	Stdfehler d. Regress.		0,354472	
Log-Likelihood	-12627,88	Akaike-Kriterium		25267,77	
Schwarz-Kriterium	25318,21	Hannan-Quinn-Kriterium		25283,88	

Quelle: Eigene Berechnungen

Abbildung 75 veranschaulicht die Regression mit dem Viehbestand in RGV als abhängiger Variable. Die Betriebe halten durchschnittlich 18,05 RGV (Variable *const*). An der Variable *D\_K 34\_A 23* ist abzulesen, dass der Programmwechsel auch in dieser Gruppe eine viehbestandsreduzierende Wirkung hat. Die Verringerung um 0,24 GVE ist sehr gering. In dieser Gruppe verringern die Betriebe in allen Jahren unabhängig vom Programmwechsel ihren Viehbestand signifikant (*dt\_2*, *dt\_3*, *dt\_4* und *dt\_5*). Auch die vom Programmwechsel unabhängige Reduzierung des Viehbestandes um 0,3 RGV im letzten Beobachtungsjahr im Vergleich zum Basisjahr ist als marginal einzustufen. Ob in dieser Gruppe von einer durch den Programmwechsel oder eher durch andere Einflussfaktoren ausgelösten geringen Reduzierung des Viehbestandes auszugehen ist, kann anhand der vorliegenden Daten nicht geklärt werden. In Niedersachsen erhöht hingegen die Gruppe mit den geringsten Viehbesätzen den Viehbestand in stärkerem Umfang. Eine mögliche Erklärung für die differierenden Tendenzen in Bayern und Niedersachsen sind abweichende Beobachtungszeiträume. In Niedersachsen ist nur ein Zeitraum mit steigenden Agrarpreisen berücksichtigt worden, wohingegen im bayerischen Beobachtungszeitraum die Agrarpreise sehr starken Schwankungen sowohl nach oben als auch nach unten unterlagen.

**Abbildung 75: Zufällige-Effekte-Modell für die Gruppe unter 1,4 GVE/ha HFF und RGV als abhängiger Variable in Bayern**

RGV	Koeffizient	Std. Fehler	t-Quotient	P-Wert	
const	18,0533	0,251852	71,6824	<0,00001	***
D_K 34_A 23	-0,248018	0,0618914	-4,0073	0,00006	***
dt_2	-0,409225	0,0464821	-8,8039	<0,00001	***
dt_3	-0,468044	0,0476381	-9,8250	<0,00001	***
dt_4	-0,340625	0,0646417	-5,2694	<0,00001	***
dt_5	-0,306432	0,0737304	-4,1561	0,00003	***
Mittel d. abh. Var.	17,65825	Stdabw. d. abh. Var.		20,48882	
Summe d. quad. Res.	13886212	Stdfehler d. Regress.		20,49000	
Log-Likelihood	-146835,5	Akaike-Kriterium		293683,0	
Schwarz-Kriterium	293733,4	Hannan-Quinn-Kriterium		293699,1	

Quelle: Eigene Berechnungen

Die Regression mit der abhängigen Variable HFF ist in Abbildung 76 dargestellt. Die Betriebe bewirtschaften im Durchschnitt 18,37 ha HFF (Variable *const*). Nach dem Programmwechsel reduzieren die Betriebe ihre HFF schwach signifikant (Variable *D\_K 34\_A 23*). Diese Verringerung ist mit 0,13 ha HFF marginal. Der Programmwechsel bewirkt, wie Abbildung 75 veranschaulicht, ebenfalls eine marginale Abnahme des Viehbestandes um 0,24 RGV. Die Betriebe haben somit den Flächen- und den Tierbestand in annähernd demselben Maße verringert. Deswegen ändert sich der Viehbesatz nach dem Programmwechsel nicht signifikant. Die unbeobachteten Variablen erhöhen in allen Jahren signifikant den HFF-Umfang (Variablen *dt\_2*, *dt\_3*, *dt\_4* und *dt\_5*). Die Entwicklung ähnelt derjenigen der Betriebsgruppe über 1,4 GVE/ha HFF, welche ebenfalls die HFF unabhängig vom Programmwechsel im Durchschnitt erhöht. Auch dieser Trend kann durch das in den letzten Jahren von den Betrieben generierte Flächenwachstum erklärt werden.

**Abbildung 76: Feste-Effekte-Modell für die Gruppe unter 1,4 GVE/ha HFF und HFF als abhängiger Variable in Bayern**

HFF	Koeffizient	Std. Fehler	t-Quotient	P-Wert	
const	18,3782	0,0397614	462,2117	<0,00001	***
D_K 34_A 23	-0,130256	0,07471	-1,7435	0,08126	*
dt_2	0,264327	0,0339315	7,7900	<0,00001	***
dt_3	0,439369	0,0470503	9,3383	<0,00001	***
dt_4	0,639796	0,086374	7,4073	<0,00001	***
dt_5	0,816326	0,10393	7,8546	<0,00001	***
Mittel d. abh. Var.	18,76276	Stdabw. d. abh. Var.		22,16515	
Summe d. quad. Res.	243725,1	Stdfehler d. Regress.		3,035033	
R-Quadrat	0,985003	Korrigiertes R-Quadrat		0,981251	
F(6620, 26459)	262,5103	P-Wert(F)		0,000000	
Log-Likelihood	-79970,72	Akaike-Kriterium		173183,4	
Schwarz-Kriterium	228844,1	Hannan-Quinn-Kriterium		190960,1	
rho	0,335963	Durbin-Watson-Stat		0,935698	

Quelle: Eigene Berechnungen

Abbildung 77 gibt die Regression mit der abhängigen Variable GL wieder. Der Grünlandflächenumfang der Betriebe ist mit durchschnittlich 17,58 ha kaum geringer als die durchschnittliche Hauptfutterfläche von 18,37 ha. Die Betriebe reduzieren die Grünlandfläche ebenso wie die Hauptfutterfläche signifikant um 0,13 ha. Aus dieser marginalen Abnahme sind keine gewichtigen Wechselwirkungen zwischen Programmwechsel und Grünlandfläche abzulesen. Die unbeobachteten Variablen (*dt\_2*, *dt\_3*, *dt\_4* und *dt\_5*) haben in allen Jahren eine hoch signifikante, erhöhende Wirkung auf die Grünlandfläche. Die Erhöhung über den gesamten Beobachtungszeitraum (*dt\_5*) beträgt allerdings nur 0,5 ha.

**Abbildung 77: Feste-Effekte-Modell für die Gruppe unter 1,4 GVE/ha HFF und GL als abhängiger Variable in Bayern**

GL	Koeffizient	Std. Fehler	t-Quotient	P-Wert	
const	17,5814	0,0348742	504,1365	<0,00001	***
D_K 34_A 23	-0,136793	0,0672958	-2,0327	0,04209	**
dt_2	0,153017	0,0307683	4,9732	<0,00001	***
dt_3	0,269458	0,0407826	6,6072	<0,00001	***
dt_4	0,424077	0,0762895	5,5588	<0,00001	***
dt_5	0,527645	0,0897759	5,8774	<0,00001	***
Mittel d. abh. Var.	17,80644	Stdabw. d. abh. Var.		20,98259	
Summe d. quad. Res.	184324,8	Stdfehler d. Regress.		2,639400	
R-Quadrat	0,987344	Korrigiertes R-Quadrat		0,984177	
F(6620, 26459)	311,7961	P-Wert(F)		0,000000	
Log-Likelihood	-75350,41	Akaike-Kriterium		163942,8	
Schwarz-Kriterium	219603,5	Hannan-Quinn-Kriterium		181719,5	
rho	0,343721	Durbin-Watson-Stat		0,930047	

Quelle: Eigene Berechnungen

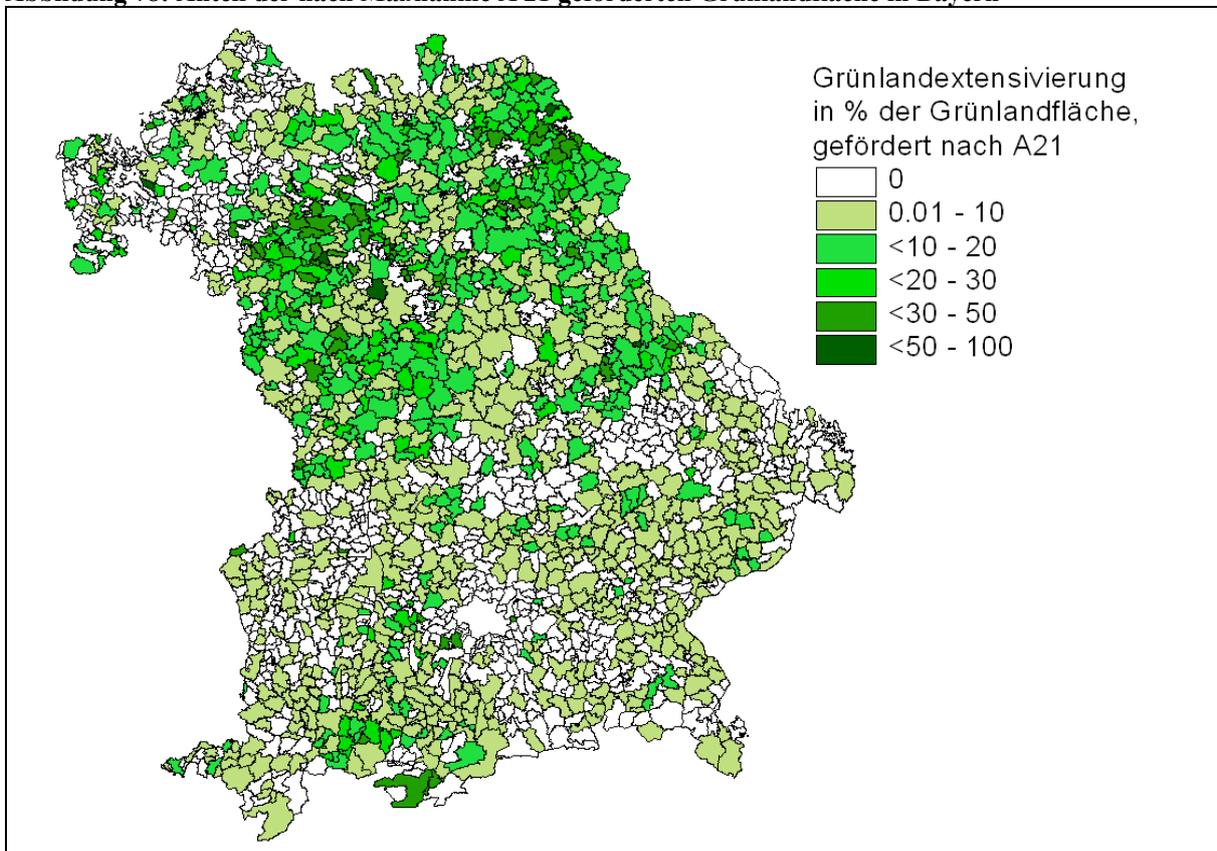
Aus diesen Erkenntnissen folgt, dass die moderate Verringerung der Mindestbesatzforderung von 0,5 auf 0,3 RGV/ha HFF in Maßnahme A 23 keine nennenswerte Anpassung der Betriebe hervorruft. Es ist zu vermuten, dass diese Reduzierung zu keiner beachtenswerten Arbeitserleichterung führt und die Betriebe ihren Viehbestand aus diesem Grund nicht erwähnenswert senken. Im Gegensatz zu Maßnahme A 23 enthält die niedersächsische Maßnahme 121 keine Mindestviehbesatzanforderung mehr. Daraufhin haben viele Betriebe ihren Viehbestand, der zum Teil wegen der Prämienabschöpfung erhalten blieb, vollständig abgebaut. Wenn in Maßnahme 121 zukünftig ein Mindestviehbesatz implementiert werden sollte, der geringer als 0,3 RGV/ha HFF ist, jedoch eine Mindestbewirtschaftung gewährleistet, ist fraglich, ob eine signifikante Reduzierung des Viehbestandes bei der Betriebsgruppe mit extensiver Tierhaltung zu beobachten sein wird.

### 11.2.3 Flächenanteile der Grünlandextensivierungsmaßnahmen und des ökologischen Landbaus in der aktuellen Förderperiode in Bayern

In diesem Kapitel soll die Flächenverteilung der Grünlandextensivierungsmaßnahmen und des ökologischen Landbaus im Jahr 2009 in Bayern dargestellt werden. Der ökologische Landbau ist ebenso wie die Grünlandextensivierungsmaßnahmen an Viehbesatzgrenzen gebunden. Aus diesem Grund soll er mit in die Betrachtung einbezogen werden. Im Anschluss an dieses Kapitel folgt dann die Darstellung der veränderten Flächenanteile bei Anwendung alternativer Viehbewertungen.

Die Flächenanteile von Maßnahme A 21 sind in Abbildung 78 veranschaulicht. Die Maßnahme A 21 konzentriert sich auf die Regierungsbezirke Ober- und Mittelfranken. Diese Bezirke zeichnen sich durch produktive landwirtschaftliche Flächen aus. Der Grünlandanteil ist im Vergleich zu den hauptsächlich ackerbaulich genutzten Regionen wie z. B. im Raum Regensburg noch relativ hoch. Im Einzugsgebiet der Donau ist der Extensivierungsanteil sehr gering, was auf den sehr geringen Anteil an GL zurückzuführen ist. Die Maßnahme A 21 wird hauptsächlich von Betrieben mit hohem Viehbesatz in Anspruch genommen, weil zum einen 2 GVE/ha LF zugelassen sind und zum anderen die Möglichkeit zur Applikation von Mineraldünger besteht.

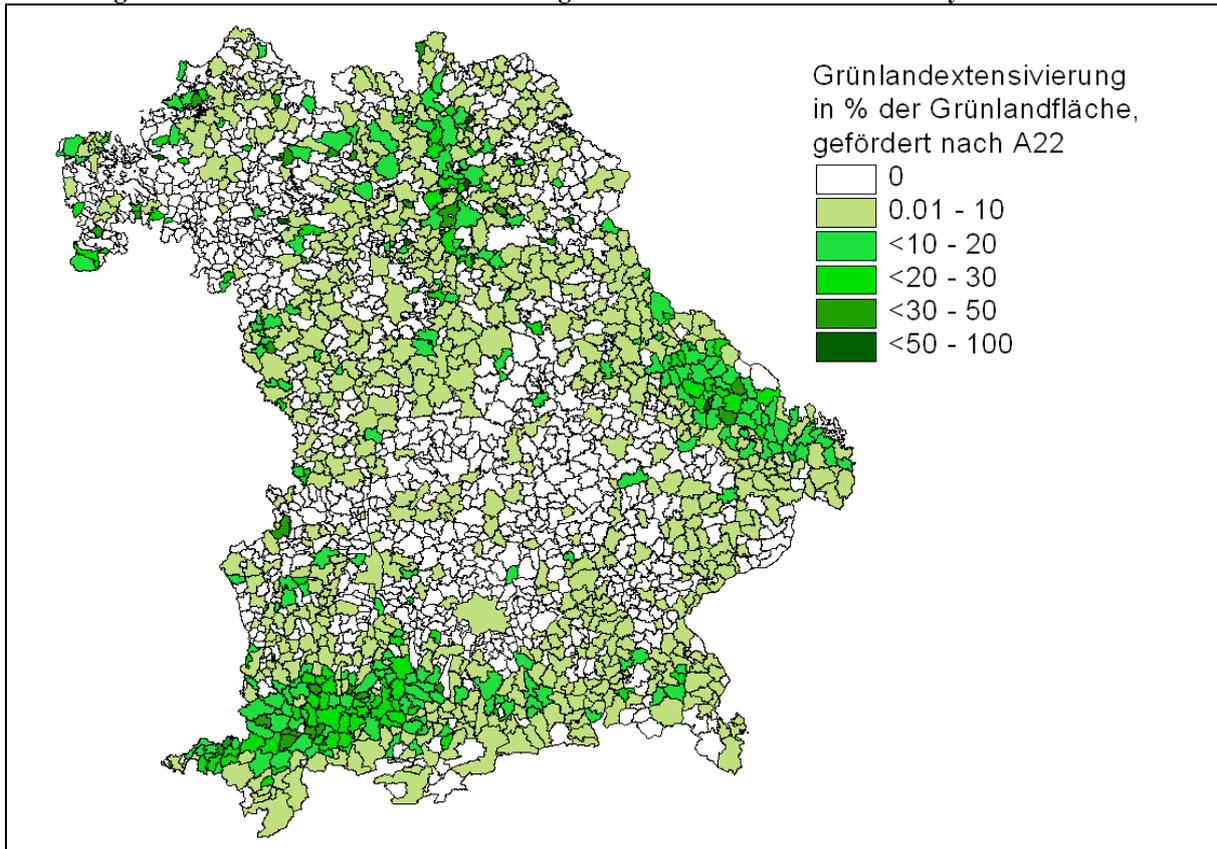
**Abbildung 78: Anteil der nach Maßnahme A 21 geförderten Grünlandfläche in Bayern**



Quelle. Eigene Darstellung nach InVeKoS-Daten des StMELF

Die Flächenanteile der Maßnahme A 22 visualisiert Abbildung 79. Die Maßnahme A 22, welche einen maximalen Viehbesatz von 1,76 GVE/ha HFF zulässt und die Applikation von Mineraldünger untersagt, konzentriert sich stärker auf den Bayerischen Wald und das Allgäu. Diese Gebiete sind durch einen im Vergleich zu Mittel- und Oberfranken höheren Grünlandanteil gekennzeichnet und weisen geringere Flächenerträge als z.B. die Regierungsbezirke Ober- und Mittelfranken auf.

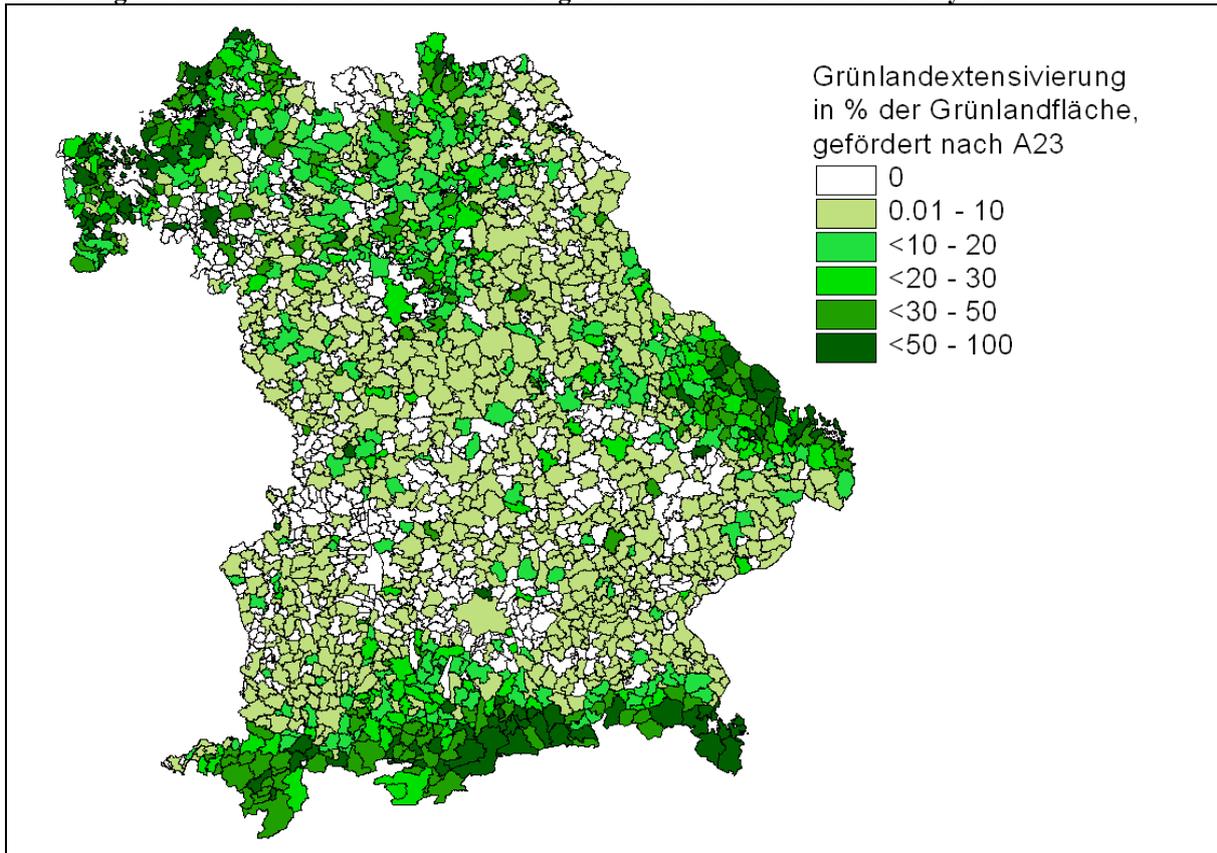
**Abbildung 79: Anteil der nach Maßnahme A 22 geförderten Grünlandfläche in Bayern**



Quelle: Eigene Darstellung nach InVeKoS-Daten des STMELF

Abbildung 80 illustriert die Grünlandflächenanteile der Maßnahme A 23. Der geringere höchstzulässige Viehbesatz in Maßnahme A 23 von 1,4 GVE/ha HFF im Vergleich zu Maßnahme A 22 (1,76 GVE/ha HFF) führt dazu, dass die Maßnahme A 23 noch stärker als A 22 auf marginalen Standorten vorzufinden ist. Die größten Flächenanteile sind im Grenzgebiet des Bayerischen Waldes zur Tschechischen Republik, dem Grenzgebiet von Oberbayern und des Allgäus zu Österreich sowie in Unterfranken vorzufinden. Zudem ist in Mittelfranken eine stärkere Konzentration der Maßnahme A 23 im Gegensatz zur Maßnahme A 22 zu verzeichnen.

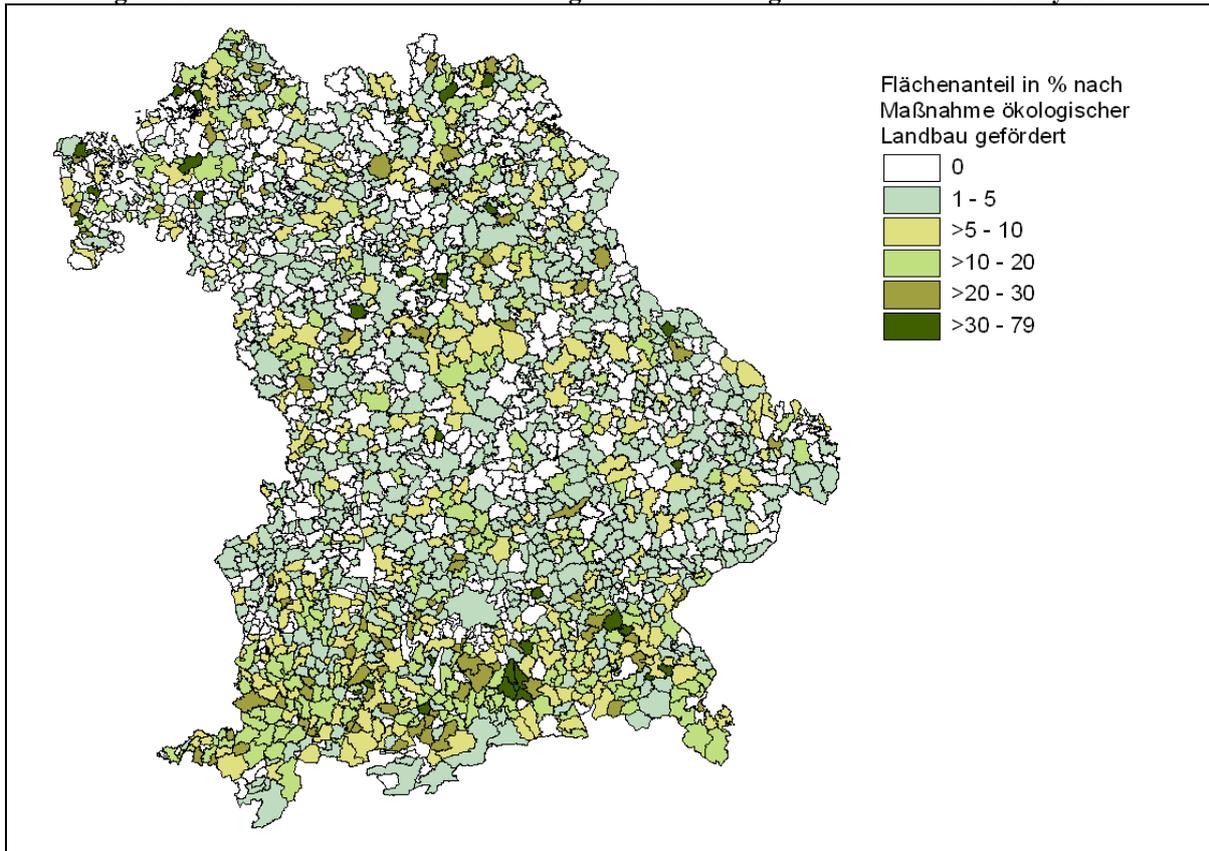
**Abbildung 80: Anteil der nach Maßnahme A 23 geförderten Grünlandfläche in Bayern**



Quelle: Eigene Darstellung nach InVeKoS-Daten des StMELF

Schließlich werden in Abbildung 81 die Anteile des ökologischen Landbaus an der landwirtschaftlichen Fläche aufgeführt. Eine starke regionale Konzentration ist beim ökologischen Landbau nicht im selben Umfang wie bei der Grünlandextensivierungsmaßnahmen zu erkennen. Dies ist darauf zurückzuführen, dass der ökologische Landbau auf Acker- wie auf Grünland gefördert wird. Er konzentriert sich folglich nicht so stark auf Regionen, die durch Grünland geprägt sind. Die größten Flächenanteile hat der ökologische Landbau im Allgäu, dem Alpenvorland Oberbayerns sowie in Unter- und Oberfranken.

**Abbildung 81: Anteil der nach Maßnahme Ökologischer Landbau geförderten Fläche in Bayern**



Quelle: Eigene Darstellung nach InVeKoS-Daten des STMELF

#### **11.2.4 Veränderung der Flächenanteile der Maßnahme A 23 bei Anwendung alternativer Viehbesatzgrenzen in Bayern**

Im Folgenden wird untersucht, welche Flächenveränderungen sich für die Maßnahme A 23 ergeben, wenn die geltende Viehbesatzunter- und -obergrenze durch die in Kapitel 8.3 diskutierten Viehgrenzen ersetzt würden<sup>29</sup>. Die Viehbesatzuntergrenze von 0,3 RGV/ha HFF wird durch 0,3 VE/ha HFF und die Viehbesatzobergrenze von 1,4 GVE/ha HFF durch die 120 kg N- bzw. die 140 kg N-Grenze ersetzt. Die Veranschaulichung der Flächenveränderungen der Maßnahme A 23 bietet sich an, weil ausschließlich Betriebe berücksichtigt werden können, die zuvor schon unter denselben Bedingungen Grünland extensiviert haben. Die Maßnahmen A 22 und A 23 weisen abgesehen vom Viehbestand dieselben Auflagen auf. Die Verschiebung der Viehbestandshöchstgrenzen in Maßnahme A 23 führt demzufolge entweder zum Ausschluss von Betrieben bzw. zur Aufnahme von Betrieben aus Maßnahme A 22. Von den 3.762 Betrieben mit Teilnahme an Programm A 22 haben 1.233 Betriebe weniger als 1,4 GVE/ha HFF. Bei diesen Betrieben soll die Hypothese gelten, dass diese nicht an dem

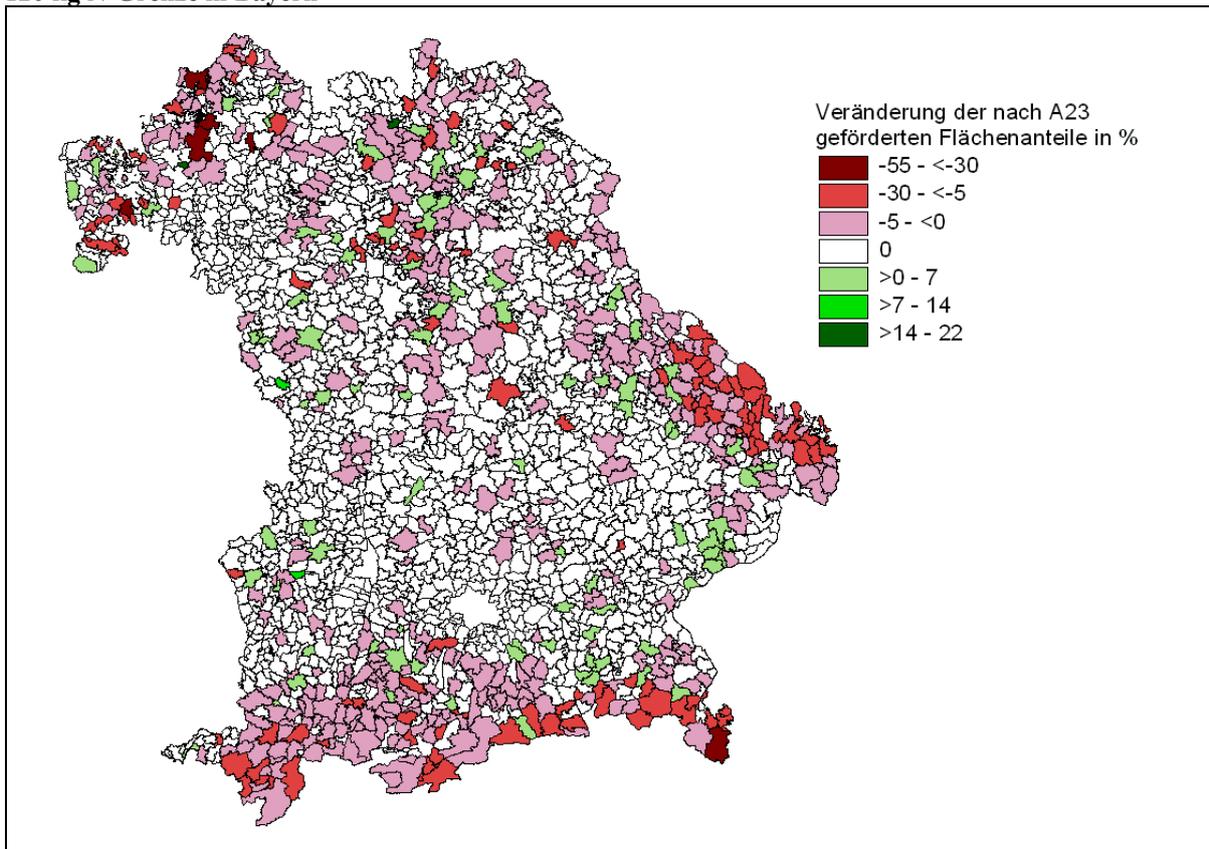
---

<sup>29</sup> Es finden nur Betriebe Berücksichtigung, welche im Jahr 2009 die geltenden Viehbesatzgrenzen in Maßnahme A 23 einhalten. Aus diesem Grund weichen die genannten Flächenumfänge und Betriebszahlen von denen in Abbildung 68 und 69 ab.

Programm A 23 teilnehmen, weil sie in dem fünfjährigen Verpflichtungszeitraum z.B. eine Erweiterung der Tierproduktion planen oder Fläche verlieren und die Viehbesatzgrenze nicht mehr einhalten. Der Programmwechsel innerhalb der Verpflichtungsperiode ist nur zu einem Programm mit höheren Auflagen möglich. Der Wechsel von Maßnahme A 23 zu A 22 ist ausgeschlossen (STMELF 2010: 2). Diese Betriebe werden in den folgenden Berechnungen nicht berücksichtigt, weil sie aus den zuvor genannten Gründen nicht an der Maßnahme A 23 teilnehmen, auch wenn sie zum jetzigen Zeitpunkt die Anforderungen erfüllen. In der Betrachtung wurde die Maßnahme K 34 nicht berücksichtigt, weil nur noch 1.225 Betriebe im Jahr 2009 mit einem Flächenumfang von 20.498,09 ha an ihr teilnahmen. Die Maßnahme K 34 kann daher vernachlässigt werden.

Abbildung 82 gibt die Flächenveränderungen bei Implementierung der Viehbesatzobergrenze von 120 kg N wieder. Der Flächenumfang von 153.798,71 ha der Maßnahme A 23 nimmt auf 135.248,52 ha ab. Die größten Verluste sind in den Regionen zu verzeichnen, in denen die Maßnahme A 23 den größten Flächenanteil innehat. Insbesondere der Bayerische Wald und die Grenzgebiete Oberbayerns und des Allgäus zu Österreich wären von der neuen Grenze betroffen. Leichte Erhöhungen sind nur in einzelnen Gemeinden zu verzeichnen, die keinen hohen Extensivierungsanteil aufweisen. Diese Erhöhungen sind eher auf besseren Standorten vorzufinden. 261 Betriebe mit Teilnahme an A 22 würden nach der 120 kg N-Regel in die Maßnahme A 23 wechseln können. 1.001 Betriebe fallen aufgrund der VE-Grenze heraus und weitere 728 scheiden wegen der 120 kg N-Grenze aus Maßnahme A 23 aus.

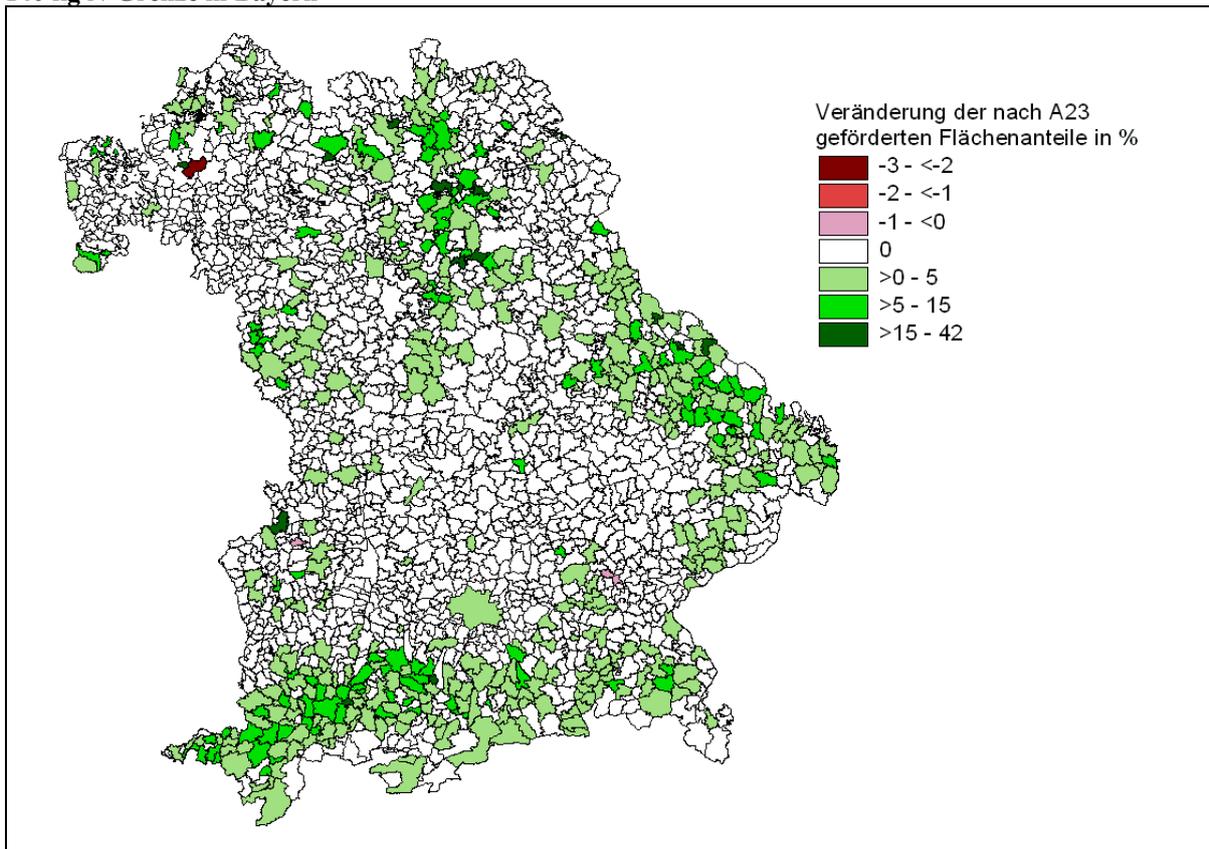
**Abbildung 82: Veränderung der nach Maßnahme A 23 geförderten Flächenanteile bei Anwendung einer 120 kg N-Grenze in Bayern**



Quelle: Eigene Darstellung nach InVeKoS-Daten des StMELF

Abbildung 83 veranschaulicht die Veränderung der Flächenanteile bei Anwendung einer 140 kg N-Grenze. Bei Implementierung dieser Grenze erhöht sich der Flächenumfang von 153.798,7 ha auf 175.133,23 ha. In den allermeisten Gemeinden kommt es zu einer Erhöhung des Flächenanteils. Die stärksten Zunahmen sind in den Gebieten mit bereits hohem Flächenumfang der Maßnahme A 22 zu verzeichnen. Demnach können mehr Betriebe, welche auf leicht besseren Standorten wirtschaften und daher auch einen höheren Viehbesatz auf der Futterfläche versorgen können, an der Fördermaßnahme A 23 teilnehmen. Der Anteil der förderfähigen Fläche verschiebt sich somit tendenziell auf leicht bessere Standorte. Die Betriebszahl erhöht sich von 7.452 auf 8.504. Von den Betrieben mit Teilnahme an Maßnahme A 23 würden nur 124 Betriebe ausgeschlossen.

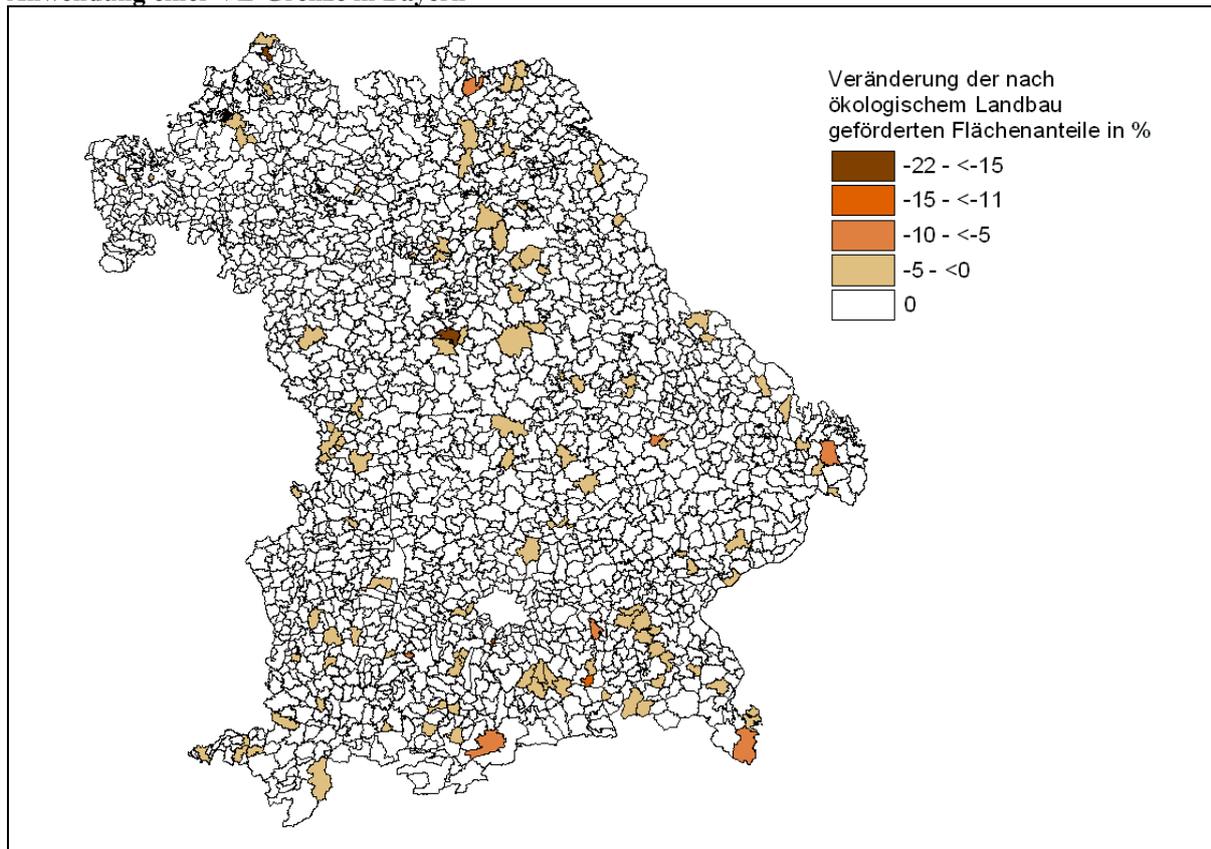
**Abbildung 83: Veränderung der nach Maßnahme A 23 geförderten Flächenanteile bei Anwendung einer 140 kg N-Grenze in Bayern**



Quelle: Eigene Darstellung nach InVeKoS-Daten des STMELF

Der ökologische Landbau fordert einen Mindestbesatz von 0,3 GVE/ha HFF bei Betrieben mit einem HFF-Anteil von über 50 %. Zudem ist der ökologische Landbau mit der Forderung eines maximalen Viehbesatzes von 2 GVE/ha LF verbunden. Betriebe mit Überschreitung der 170 kg N-Grenze aus Wirtschaftsdünger laut § 4 Abs. 4 DüV sind ebenfalls ausgeschlossen. Es wäre auch hier sinnvoll, nur die 170 kg N-Grenze anzuwenden, weil einzelne Tierarten pro 2 GVE weniger als 170 kg N ausscheiden (Abbildung 38, 101 und 102). Die möglichen Veränderungen werden jedoch nicht betrachtet, weil nicht geklärt werden kann, wie viele Betriebe bereit sind, an der Maßnahme ökologischer Landbau teilzunehmen, die die Obergrenze von 170 kg N einhalten. Es werden ausschließlich die Veränderungen bei Anwendung der VE zur Festlegung der Mindestviehbesatzgrenze betrachtet. Wie bereits erwähnt, erhöht die VE-Grenze die Anforderungen an Betriebe mit geringen Viehbesätzen. Der Flächenumfang des ökologischen Landbaus würde demzufolge durch die Anwendung der VE-Grenze reduziert. Die Flächenveränderungen sind in Abbildung 84 dargestellt. Der Flächenumfang reduziert sich nur leicht von 169.405 ha auf 164.566,05 ha; die Verringerung der Flächenanteile ist nicht auf bestimmte Regionen konzentriert. Die Zahl der 5.067 ökologisch wirtschaftenden Betriebe in Bayern würde um 101 Betriebe reduziert.

**Abbildung 84: Veränderung der nach Maßnahme Ökologischer Landbau geförderten Flächenanteile bei Anwendung einer VE-Grenze in Bayern**



Quelle: Eigene Darstellung nach InVeKoS-Daten des STMELF

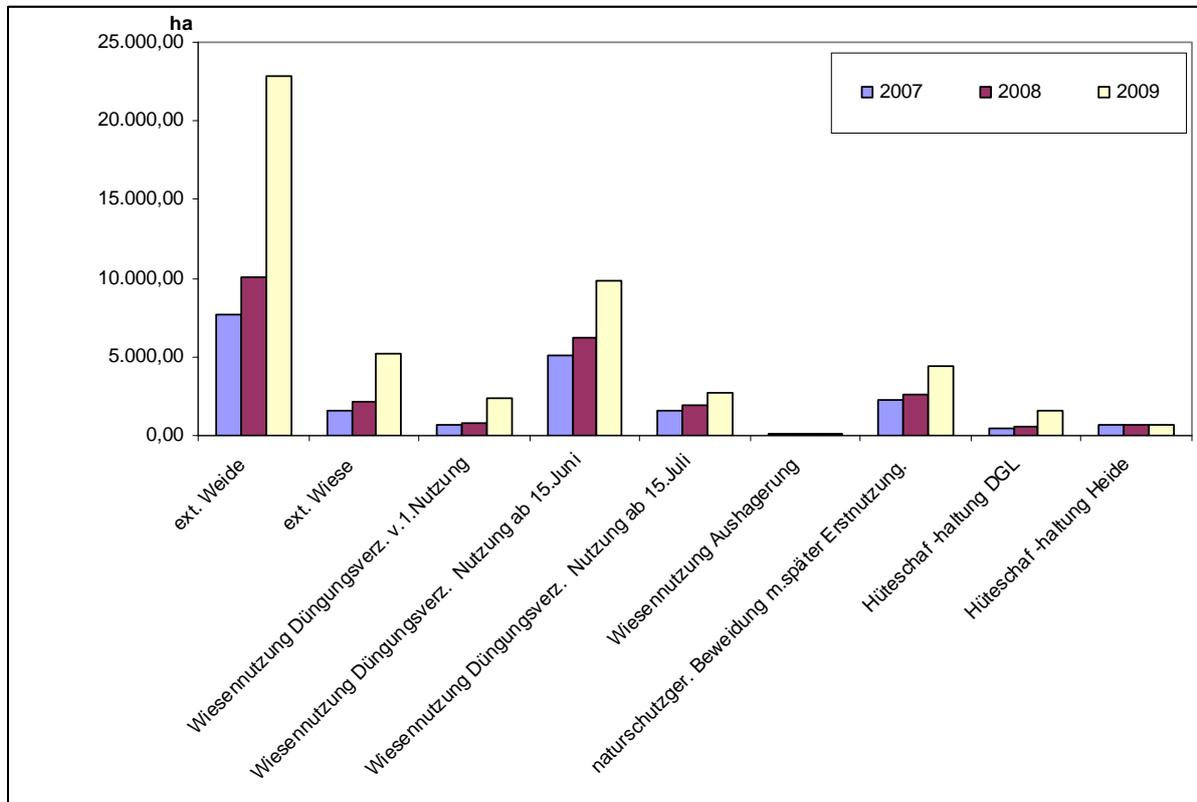
### 11.3 Sachsen

In diesem Kapitel wird auf die Frage eingegangen, welche Auswirkungen eine veränderte Viehbewertung in der sächsischen Grünlandextensivierung auf das Ausmaß der Teilnahme hätte. Um die Tierhaltung in Sachsen grob einordnen zu können, sollen zuvor einige Eckdaten für die Jahre 2007 bis 2009 aufgezeigt werden. Im Jahr 2007 existierten 9.151 Betriebe; ihre Zahl ging auf 8.833 Betriebe im Jahr 2008 und auf 8.441 Betriebe im Jahr 2009 zurück (IN-VEKOS-DATEN DES SMUL 2009). Im Jahr 2007 hielten 76 % der Betriebe landwirtschaftliche Nutztiere. Rinder haben mit 74 % (gemessen in GVE) gefolgt von Schweinen mit 13 % und Geflügel mit 8 % den größten Anteil. Sachsen verfügt unter den neuen Bundesländern mit 53,8 GVE/ha LF über den höchsten Viehbesatz, doch ist dieser um 26,4 GVE/100 ha geringer als im Bundesdurchschnitt (STATISTISCHES LANDESAMT DES FREISTAATES SACHSEN 2008: 32-33).

Abbildung 85 veranschaulicht die Entwicklung des Flächenumfangs des Maßnahmenpaketes „Extensive Grünlandwirtschaft und Naturschutzgerechte Grünlandbewirtschaftung und Pflege“ in Sachsen, aufgeteilt nach den einzelnen Grünlandextensivierungsmaßnahmen in der aktuellen Förderperiode. Die Daten der noch bestehenden Grünlandextensivierungsmaßnahmen

aus der vorangegangenen Förderperiode 2000 bis 2006 stehen nicht zur Verfügung. Es handelt sich bei allen Programmen um einzelflächenbezogene Maßnahmen.

**Abbildung 85: Flächenentwicklung der Grünlandextensivierungsmaßnahmen von 2007 bis 2009 in Sachsen**

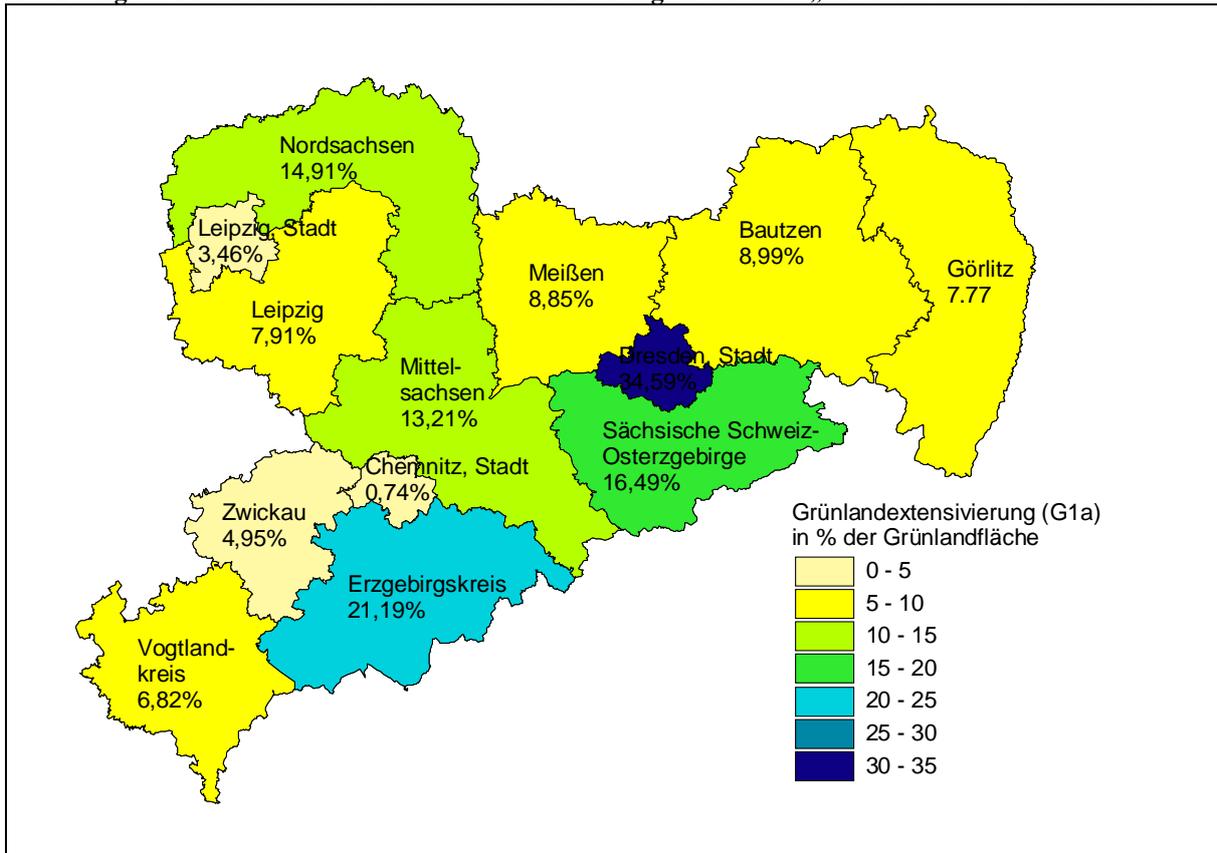


Quelle: Eigene Darstellung nach SMUL (2009)

Diese Arbeit beschränkt sich auf die Maßnahme „extensive Weide (G1a)“, da es die einzige sächsische Maßnahme mit Höchstviehbesatzforderung ist. Die Maßnahme G1a fordert einen Viehbesatz von mindestens 0,3 RGV/ha zu extensivierendes Grünland und maximal 1,4 RGV/ha HFF. Weiterhin darf die jährlich ausgebrachte Wirtschaftsdüngermenge die Höhe des Anfalls von 1,4 GVE/ha nicht überschreiten. Neben der Maßnahme G1a fordert nur die Maßnahme „Hüteschafhaltung Heide“ einen Mindestviehbesatz. Von der gesamten Grünlandfläche Sachsens, die 187.683 ha beträgt, wird auf 12,17 % die Maßnahme G1a betrieben. Mit 22.849 ha im Jahr 2009 besitzt die Maßnahme G1a die größte Bedeutung unter den Grünlandextensivierungsmaßnahmen.

In Abbildung 86 ist der Flächenanteil der Maßnahme G1a zu erkennen. Aufgrund der vorliegenden Daten kann eine Darstellung nur auf Kreisebene stattfinden. Den höchsten Extensivierungsanteil weist die Stadt Dresden auf, gefolgt vom Erzgebirgskreis sowie dem Kreis Sächsische Schweiz-Osterzgebirge. Der Erzgebirgskreis hat von den genannten Kreisen traditionell den höchsten Grünlandanteil.

**Abbildung 86: Flächenanteil der Grünlandextensivierungsmaßnahme „extensive Weide“ in Sachsen**



Quelle: Eigene Darstellung nach InVeKoS-Daten des SMUL

Anhand von InVeKoS-Daten sollen die Veränderungen bei einer Anwendung der in Kapitel 8.3 vorgeschlagenen alternativen Kennzahlen bezogen auf den Flächenumfang und die Betriebszahlen dargestellt werden. Die geltende Viehbesatzobergrenze von 1,4 RGV/ha HFF bzw. 1,4 GVE/ha LF wird durch eine N-Obergrenze von 140 kg N/ha HFF ersetzt. Der Mindestviehbesatz von 0,3 RGV/ha zu extensivierendes Grünland wird durch 0,3 VE/ha ersetzt. Im Gegensatz zu Kapitel 11.2.4, in welchem die tatsächliche Veränderung des Teilnahmeumfangs an Maßnahme A 23 veranschaulicht wurde, können mit den sächsischen Daten nur theoretische Flächenpotentiale aufgezeigt werden. In Sachsen existieren nicht wie in Bayern zwei Grünlandextensivierungsmaßnahmen mit verschiedenen hohen Viehbesatzbeschränkungen, wodurch bei Verschiebung der Viehbestandsgrenzen der Wechsel der Betriebe zwischen den Maßnahmen betrachtet wird. Um mögliche Flächenveränderungen aufzuzeigen, wird das theoretische Flächenpotenzial der alten Förderung nach GVE-Grenze mit dem theoretischen Flächenpotenzial der vorgeschlagenen Förderung nach N-Grenze und VE-Grenze verglichen. Der Grund für die Verwendung von theoretischen Flächenpotenzialen ist, dass wesentlich weniger Betriebe Grünlandflächen nach der Maßnahme G1a bewirtschaften als Betriebe nach ihrem Viehbesatz die Möglichkeit hätten. Dies ist zum einen damit zu erklären, dass noch Verträge aus der alten Förderperiode bestehen, welche 5 Jahre andauern und in dieser Be-

trachtung keine Berücksichtigung finden. Zum anderen existieren Betriebe, die wegen geplanten Wachstums nicht an fünf Jahre bindenden Extensivierungsmaßnahmen teilnehmen, obwohl sie momentan die Extensivierungsaufgaben hinsichtlich des Viehbestandes erfüllen.

Wegen der über die InVeKoS-Datenbank lückenlos erfassten Tierangaben in Sachsen lassen sich die Auswirkungen von Veränderungen der Viehbewertung sehr genau wiedergeben. Vor allem die höheren N-Ausscheidungen von Milchkühen im Vergleich zu Mutterkühen machen sich in Sachsen deutlich bemerkbar<sup>30</sup>. In Niedersachsen ist die Anzahl der Mutterkühe mit 86.108 zwar wesentlich höher als in Sachsen (37.867 Mutterkühe), jedoch beträgt der Anteil des Mutterkuhbestandes am Milchkuhbestand anstelle von 19,6 % nur 11,8 %. Zudem ist die Mutterkuhhaltung der einzige Tierhaltungszweig in Sachsen, bei dem die Anzahl der Tiere über die Jahre steigt.

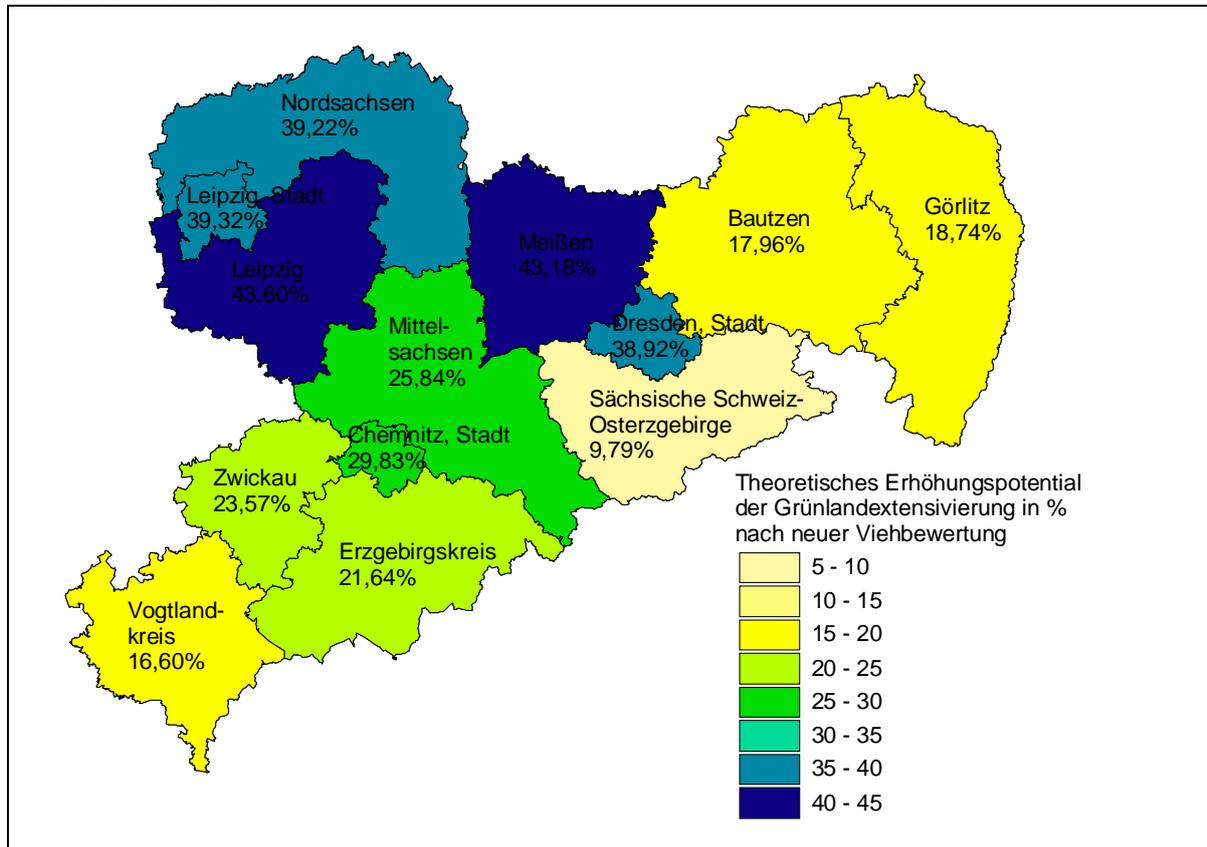
Der theoretisch mögliche extensivierbare Grünlandflächenanteil in Sachsen steigt von 56,6 % nach der alten Viehbewertung auf 69,45 % nach der neuen Viehbewertung, was einem Flächenzuwachs von 24.117,37 ha entspricht. Hieraus ist zu schließen, dass die N-Obergrenze die Einbeziehung von mehr Flächen zulässt als die VE-Mindestgrenze ausschließt. Der Darstellung der Flächenänderungen nach der erörterten neuen Viehbewertung auf Kreisebene dient Abbildung 87. Auffällig sind die regional sehr unterschiedlichen Änderungen. Die Grünlandextensivierung hat die größten Erweiterungspotentiale in den nordwestlichen Kreisen. Dort erfolgt die Grünlandextensivierung nach der aktuellen Maßnahme G1a im Vergleich mit den anderen Kreisen nur in mittlerem Umfang. Im Süden Sachsens sind geringere Potenziale für die Extensivierung zu verzeichnen. Vor allem im Südosten um Görlitz und Bautzen ist nur mit vergleichsweise geringen Zunahmen der extensivierbaren Flächen zu rechnen. Hier ist der gegenläufige Effekt zu den nordwestlichen Kreisen zu messen, da sich in Kreisen wie Sächsische Schweiz-Osterzgebirge mit bereits hohen Extensivierungsanteilen relativ geringe Erhöhungen abzeichnen. Die bisherigen Extensivierungsanteile weichen teilweise in erheblichem Umfang von den möglichen Extensivierungspotenzialen ab. Der aktuelle extensive Grünlandanteil z.B. in Leipzig und Meißen ist gering, wogegen das Erhöhungspotential sehr hoch ist. Die Viehdichte, gemessen in RGV/ha HFF, auf Kreisebene allein gibt keinen Rückschluss auf die Erhöhung der möglichen Extensivierung. Sächsische Schweiz-Osterzgebirge mit 1,03 RGV/ha HFF und Bautzen mit 1,01 RGV/ha HFF haben einen sehr geringen Viehbesatz. Hier ist eine vergleichsweise geringe Erhöhung der extensivierbaren Fläche zu erwarten.

---

<sup>30</sup> In Bayern wird z.B. bei der Erfassung des Tierbestandes nicht zwischen Milch-, Ammen- und Mutterkühen unterschieden.

Dagegen herrscht in Zwickau mit 1,8 RGV/ha HFF eine sehr hohe Viehbesatzdichte vor. Dennoch ist nur im mittleren Umfang eine Zunahme der Extensivierung zu verzeichnen. Es müssen zudem die differierenden Tierproduktionsintensitäten auf den einzelnen landwirtschaftlichen Betrieben berücksichtigt werden.

**Abbildung 87: Theoretisches Erhöhungspotential der Grünlandextensivierungsmaßnahme „extensive Weide“ in Sachsen**



Quelle: Eigene Darstellung nach InVeKoS-Daten des SMUL

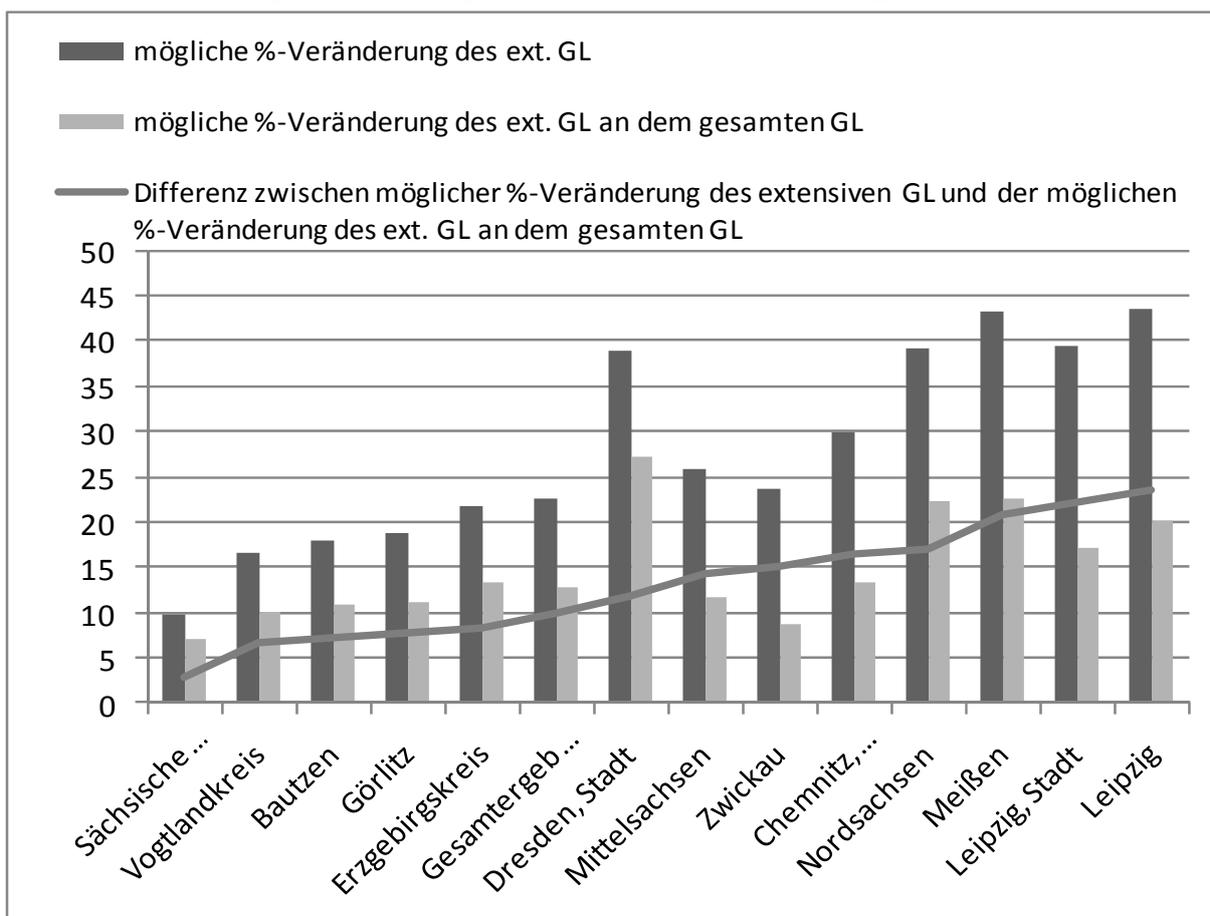
Dass das aus den Abbildung 86 und 87 abgeleitete große Potential der Grünlandextensivierung in Kreisen mit geringen Grünlandextensivierungsanteilen ausgeschöpft wird, ist unwahrscheinlich. In Kapitel 11.2.4 konnte gezeigt werden, dass die Erhöhung der Extensivierungsanteile in Regionen mit bereits hohen Flächenanteilen der Grünlandextensivierung am stärksten ist<sup>31</sup>. Betriebe in Gunstlagen haben durch die höheren erzielbaren Grundrenten bei intensiver Produktion geringere Anreize zu extensivieren als Betriebe auf marginalen Standorten. Abbildung 87 gibt vielmehr wieder, welche Grünlandextensivierungsanteile bei einer wesentlich stärkeren Förderung der Agrarumweltmaßnahmen zu erreichen wären.

Die potentielle prozentuale Ausweitung des bereits bestehenden extensiven Grünlandes und die mögliche Ausdehnung des extensiven Grünlandes an der jeweiligen gesamten Grünland-

<sup>31</sup> Die extensive Grünlandfläche erhöhte sich am stärksten auf leicht produktiveren Standorten.

fläche sind in Abbildung 88 für die einzelnen sächsischen Kreise dargestellt. Es ist eine Differenz zwischen der möglichen prozentualen Ausdehnung des bereits bestehenden extensiven Grünlandes und der möglichen Ausweitung des Anteils des extensiven Grünlandes an der gesamten Grünlandfläche ersichtlich. Abbildung 88 verdeutlicht indirekt die Heterogenität der Kreise bezüglich des Anteils der bestehenden extensivierten Grünlandfläche und der gesamten Grünlandfläche. Tendenziell steigt die Differenz mit zunehmender potenzieller Ausdehnung des bereits bestehenden extensiven Grünlandes. Jedoch gibt es teilweise Abweichungen durch eine sehr hohe potentielle Erhöhung des Anteils an extensivem Grünland, z.B. in Dresden Stadt, wodurch die Differenz kleiner ausfällt. Oder eine sehr geringe potentielle Erhöhung des extensiven Grünlandanteils, wie z.B. in Leipzig Stadt und Zwickau, führt dazu, dass das Extensivierungspotential der gesamten Grünlandfläche im Vergleich zu der bestehenden extensiven Grünlandfläche nicht so stark steigt.

**Abbildung 88: Vergleich zwischen möglicher prozentualer Erhöhung des bereits bestehenden extensiven Grünlandes und der möglichen Erhöhung des extensiven Grünlandes an der gesamten Grünlandfläche**

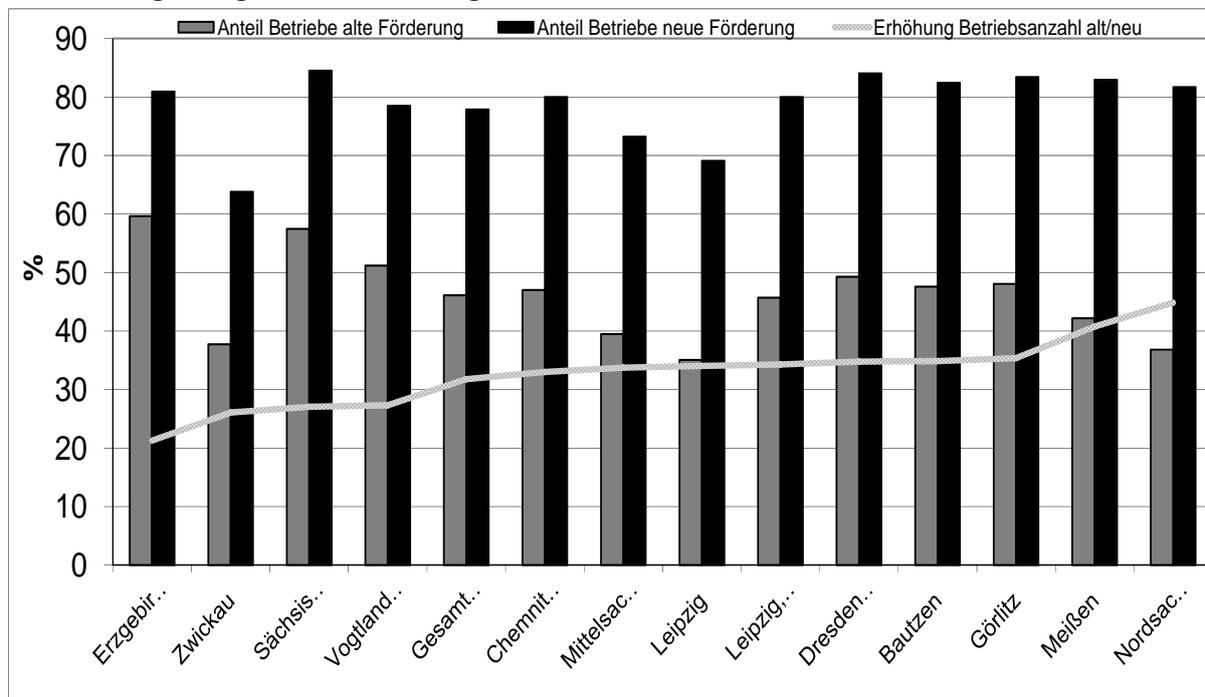


Quelle: Eigene Berechnungen nach Daten des SMUL

Neben dem Flächenpotenzial ist auch die Veränderung der Anzahl der Betriebe, die an der Extensivierungsmaßnahme teilnehmen können, zu betrachten. Die Anzahl der Betriebe mit Grünland ist von 9.471 (Jahr 2005) auf 7.587 (Jahr 2009) gesunken. An der Maßnahme G1a

können im Jahr 2009 bei Beibehaltung der GVE-Grenze 3.498 Betriebe teilnehmen. Nach den vorgeschlagenen Viehbesatzgrenzen erhöht sich die Anzahl der potenziellen Teilnehmer auf 5.908 Betriebe. Wird die Ausdehnung der Fläche mit der Erhöhung der Anzahl der Betriebe verglichen, die an der Extensivierungsmaßnahme nach den vorgeschlagenen neuen Grenzen teilnehmen können, wird ersichtlich, dass ca. 30 % mehr Betriebe teilnehmen können, während nur ca. 13 % mehr Grünland extensiviert werden kann. Ausschlaggebend ist der tendenziell höhere Viehbesatz pro Fläche in flächenärmeren Betrieben in Sachsen. Abbildung 89 zeigt den prozentualen Anteil der Betriebe, denen es möglich ist, in Sachsen nach der alten und der diskutierten neuen Viehbesatzgrenze an der Grünlandextensivierung teilzunehmen.

**Abbildung 89: Anteil der Betriebe mit möglicher Teilnahme an Grünlandextensivierung in Sachsen mit alter und vorgeschlagener Viehbewertung**



Quelle: Eigene Berechnungen nach Daten des SMUL

## 11.4 Zusammenfassung und Diskussion

Im Folgenden werden die wichtigsten Ergebnisse aus der Analyse der Auswirkungen einer Veränderung der Viehbewertung in Grünlandextensivierungsmaßnahmen der Bundesländer Niedersachsen, Bayern und Sachsen (Kapitel 11.1 bis 11.3) zusammengefasst. Im Anschluss daran werden die Folgen der in Kapitel 8.3 diskutierten alternativen Viehbesatzvorgaben erörtert.

In den Kapiteln 11.1.1 und 11.2.1 wurde aufgezeigt, dass die extensivierte Grünlandfläche in Niedersachsen im Beobachtungszeitraum 2005 bis 2008 und in Bayern im Zeitraum 2005 bis 2009 gesunken ist. Dieser Rückgang kann in Niedersachsen durch die Einführung der einzel-

flächenbezogenen Förderung und in Bayern durch die Reduzierung des Höchstviehbesatzes in der aktuellen Förderperiode begründet werden.

Der Mittelwertvergleich betrieblicher Daten zeigt für *niedersächsische Betriebe* eine veränderte Teilnahmestruktur zwischen der Grünlandextensivierungsmaßnahme 120 mit Viehbeschränkung und der Maßnahme 121 ohne Viehbeschränkung. Der Vergleich der Betriebsgruppen mit weniger als 0,8 RGV/ha HFF belegt, dass die Betriebsgruppe mit Teilnahme an Maßnahme 121 im Gegensatz zu Maßnahme 120 geringere Viehbesätze aufweist. Der Vergleich der Betriebsgruppen mit mehr als 0,8 RGV/ha HFF verdeutlicht hingegen, dass Teilnehmer an Maßnahme 121 höhere Viehbesätze als Teilnehmer an Maßnahme 120 haben. Folglich stellen die Viehbesatzbeschränkungen in Grünlandextensivierungsmaßnahmen für Betriebe eine erhebliche Teilnahmebeschränkung dar.

Die Untersuchung des Anpassungsverhaltens der Betriebe mit Wechsel von Maßnahme 120 zu 121 ergibt, dass in Niedersachsen drei Betriebsgruppen existieren, welche durch den Wegfall der Viehbesatzforderungen in Maßnahme 121 in unterschiedlicher Weise beeinflusst werden. Die Betriebe sind nach ihrem Viehbesatz in drei Gruppen eingeteilt: weniger als 0,6 RGV/ha HFF, zwischen 0,6 und 1 RGV/ha HFF und mehr als 1 RGV/ha HFF haltende Betriebe. Die Anpassungsstrategien der einzelnen Gruppen werden im Folgenden erläutert.

Betriebe, die von Maßnahme 120 zu 121 wechseln und einen geringeren Viehbesatz als 0,6 RGV/ha HFF aufweisen, verändern ihren HFF- und GL-Umfang aufgrund des Programmwechsels nicht. Ursächlich dafür sind die hohen Flächenbewirtschaftungskosten, welche eine negative Rentabilität der Flächenerweiterung bewirken. Der geringe Erlös aus der Tierproduktion veranlasst Betriebe hingegen, den Viehbestand zu reduzieren. Die Aufhebung des Mindestviehbesatzes in Maßnahme 121 hat bei vielen Betrieben die Aufgabe der Tierproduktion zur Folge. Die Mindestbesatzforderung hat demzufolge eine Viehbestand erhaltende Wirkung für extensiv wirtschaftende Betriebe.

Betriebe in der Gruppe zwischen 0,6 und 1 RGV/ha HFF sind von der fehlenden Implementierung der Viehbesatzforderungen nicht betroffen. Der Viehbestand wie auch der Viehbesatz unterliegen keinen Änderungen. Die Reduktion des Hauptfutterflächenumfanges ist auf die Möglichkeit der intensiven Bewirtschaftung von Einzelflächen in Maßnahme 121 zurückzuführen. Der Futterbedarf kann somit auf einem geringeren Flächenumfang gedeckt werden.

Die Reduzierung des Hauptfutterflächen- und Grünlandumfanges der Betriebsgruppe über 1 RGV/ha HFF ist auf das Anpassungsverhalten von Betrieben zurückzuführen, die den in Maßnahme 120 geforderten Viehbesatz von 1,4 RGV/ha HFF nicht einhielten und Flächen zu

hohen Preisen gepachtet bzw. ungünstig gelegene Flächen hinzugepachtet hatten. Nach dem Wegfall der Viehbesatzbeschränkung können Betriebe diese Flächen wieder abgeben, ohne den Ausschluss aus der Maßnahme befürchten zu müssen. Die Reduzierung der Hauptfutterfläche ist des Weiteren auf die einzelflächenbezogene Förderung der Maßnahme 121 zurückzuführen, welche die intensivere Bewirtschaftung der restlichen Flächen zulässt. Der im Unterschied zum Flächenumfang nicht veränderte Viehbestand lässt darauf schließen, dass die Betriebe mit vorheriger Teilnahme an Maßnahme 120 ihren Produktionsumfang innerbetrieblich optimiert haben. Eine Ausdehnung der Tierproduktion wäre mit größeren Investitionen verbunden, welche bei diesen Betrieben vorerst nicht geplant zu sein scheinen.

Ein von den aus Niedersachsen gewonnenen Erkenntnissen abweichendes Bild zeigt sich in **Bayern**. Hier wurde das Anpassungsverhalten der Betriebe an die veränderten Viehbesatzvorgaben zwischen den Maßnahmen K 34 (0,5 RGV/ha HFF bis 2,5 GVE/ha LF) und A 22 (0,3 RGV/ha HFF bis 1,4 GVE/ha HFF) untersucht. Es können hinsichtlich des Anpassungsverhaltens an die veränderten Viehbesatzgrenzen nur zwei Betriebsgruppen identifiziert werden. Die erste hat einen Viehbesatz von weniger als 1,4 GVE/ha HFF und die zweite einen Viehbesatz von mehr als 1,4 GVE/ha HFF.

In Bayern existiert im Gegensatz zu Niedersachsen keine vergleichbar starke Anpassung der Betriebe an die abnehmende Mindestviehbesatzforderung. Der marginal verringerte Viehbestand der Betriebsgruppe mit weniger als 1,4 GVE/ha HFF ist auf die nur geringfügig gesenkte Mindestviehbesatzgrenze in Maßnahme A 23 im Vergleich zu K 34 zurückzuführen. Die unbedeutende Abnahme des Arbeitsaufwandes bei Reduzierung des Viehbestandes von 0,5 (K 34) auf 0,3 RGV/ha HFF (A 23) veranlasst die Betriebe nicht, ihren Viehbestand im möglichen Umfang zu senken. Obwohl durch den gesunkenen Mindestviehbesatz die Möglichkeit besteht, mehr Fläche zu bewirtschaften, reduziert die Betriebsgruppe mit weniger als 1,4 RGV/ha HFF ihren HFF- und GL-Umfang proportional zu ihrem Viehbestand. Diese Entwicklung lässt sich darauf zurückführen, dass eine Flächenerweiterung mit sehr geringen Viehbesätzen nicht rentabel ist. Durch den marginal sinkenden Viehbestand sowie HFF- und GL-Umfang bleibt der Viehbesatz unverändert.

Die Betriebsgruppe über 1,4 GVE/ha HFF zeigt im Vergleich zu der Betriebsgruppe unter 1,4 GVE/ha HFF ein stärkeres Anpassungsverhalten an die Verschiebung der Viehbesatzgrenzen. Diese Betriebsgruppe erhöht nicht den Flächenumfang wie im Beispiel Niedersach-

sen<sup>32</sup>, sondern reduziert ihren Viehbestand. Die Reduzierung des Viehbestandes ist allerdings nur bei geringer Wirtschaftlichkeit der Tierproduktion vorteilhaft, d.h., dass nur Betriebe mit schlechten Produktionskennzahlen auf die Veränderung der Viehbesatzforderungen reagieren. Die Vermutung, dass die Betriebe ihren Flächenumfang ausdehnen, um die im Vergleich zu Maßnahme A 22 (bis 1,76 GVE/ha HFF) 50 € höhere Prämie für Maßnahme A 23 zu erhalten, konnte nicht bestätigt werden, obwohl diese Anpassungsmaßnahme bei durchschnittlichen Erfolgskennzahlen in der Tierhaltung eine wirtschaftliche Alternative darstellt.

Durch den in Kapitel 8.3 vorgeschlagenen Ersatz der Bezugsgröße RGV durch die VE zur Festlegung von Mindestviehbesätzen erhöht sich die Anforderung an den Viehbesatz. Aus den Ergebnissen der Kapitel 11.1.3 und 11.2.2 ergibt sich, dass Betriebe ihren Viehbestand abstoßen, wenn die Reduzierung der Mindestbesatzforderung groß genug ist, um merkliche Arbeitserleichterungen realisieren zu können. Es ist demnach zu vermuten, dass sie ebenfalls bereit sind, ihren Viehbestand zu erhöhen bzw. ihren Flächenumfang zu reduzieren, um den geforderten Mindestviehbesatz einzuhalten. In welcher Höhe Betriebe willens sind, ihren Viehbesatz zu steigern, um die neue Grenze einzuhalten, konnte anhand der Beispiele Niedersachsen und Bayern nicht abschließend geklärt werden. Hierzu bedarf es Untersuchungen auf einzelbetrieblicher Ebene.

Sollte der Höchstviehbesatz von 1,4 RGV/ha HFF durch eine Ausscheidungsmenge von 140 kg N in Grünlandextensivierungsmaßnahmen ersetzt werden, können abgesehen von Milchkühen bei den meisten Tierarten höhere Viehbestände pro Hektar gehalten werden. Die Ergebnisse aus Niedersachsen weisen darauf hin, dass Betriebe, welche bereits ihr Grünland extensiv betreiben und durch die 1,4 RGV/ha HFF-Grenze in ihrer Betriebsentwicklung beeinflusst werden, ihren Viehbestand nicht erhöhen, sondern ihren Flächenumfang reduzieren würden, wenn die Anforderungen an den Höchstviehbesatz gelockert würden. Allerdings nehmen zusätzlich Betriebe, welche in der Vergangenheit ihr Grünland nicht extensiv bewirtschaftet haben, an der Grünlandextensivierungsmaßnahme teil. Bei Implementierung einer 120 kg N-Grenze können weniger Milchkühe, Mastrinder von 1 bis 2 Jahren und Zuchtrinder von 1 bis 2 Jahren pro Hektar gehalten werden. Die bayerischen Betriebe, deren Viehbesätze mehr als 120 kg N/ha ausscheiden, würden bei gleichbleibender Förderhöhe mit einer Reduktion ihres Viehbestandes reagieren, jedoch nicht den HFF-Umfang ausweiten.

---

<sup>32</sup> Aufgrund der Flächenreduzierung nach dem Wechsel von Maßnahme 120 zu 121 wurde die Annahme getroffen, dass die Betriebe vor dem Wechsel Flächen hinzupachteten, um die Viehbesatzforderungen in Maßnahme 120 einzuhalten. Wegen der hohen Pachtforderungen bzw. ungünstigen Lage wurde diese nach dem Wechsel wieder abgegeben.

Die mit der Anwendung der in Kapitel 8.3 diskutierten alternativen Viehbesatzvorgaben einhergehenden Veränderungen der geförderten Grünlandfläche sind in Abhängigkeit von der Höhe der N-Obergrenze stark verschieden (siehe Kapitel 11.2.4). In Regionen mit bislang großen Anteilen an extensivierten Grünlandflächen ist eine Abnahme der extensiven Grünlandfläche bei Anwendung einer 120 kg N-Grenze zu erwarten. Dagegen erhöht sich der Anteil der geförderten Grünlandfläche in Bayern bei Implementierung einer maximalen Ausbringungsmenge von 140 kg N in manchen Gemeinden auf über 40 %. Die Zunahmen finden überwiegend auf leicht besseren Standorten statt. Die Veränderung der Viehbesatzhöchstgrenze hätte demnach weitreichende Veränderungen in der Förderstruktur zur Folge. Bei Verwendung der VE anstelle der RGV ist hingegen keine vergleichsweise große Auswirkung wie bei der Veränderung der Viehbesatzhöchstgrenze auf den gesamten geförderten Flächenumfang zu erwarten. Die potentiell möglichen Veränderungen sind bei Anwendung einer 140 kg N-Grenze, wie in Kapitel 11.3 (Sachsen) dargestellt, höher als die zu erwartenden Veränderungen, welche in Bayern (Kapitel 11.2.4) aufgezeigt werden. Die potentiellen Erhöhungen sind nicht zwingend in Regionen mit bereits hohen Grünlandextensivierungsanteilen am größten. In Sachsen sind z.B. die potentiellen Erhöhungen in den Landkreisen mit bisher geringen Grünlandextensivierungsanteilen am größten.

## **12. Stallbaugenehmigungsrecht**

Das Ziel dieses Kapitels ist es, die verschiedenen Genehmigungsverfahren für den Bau von Tierhaltungsanlagen nach dem Baurecht bzw. dem Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG) darzustellen. Dabei sollen die daraus hervorgehenden Abstandsauflagen vergleichend analysiert werden. Nach einem Überblick über die allgemeinen immissionsschutzrechtlichen Rahmenbedingungen und die verschiedenen Genehmigungsverfahren werden die Abstandsauflagen nach Geruch, Ammoniak und Staub näher betrachtet und ihre Bezugsgrößen verglichen. Bei der Bemessung der Abstandsauflagen erfolgt eine Konzentration auf die TA Luft (eine Verwaltungsvorschrift des BImSchG), die VDI-Richtlinien und die Geruchsimmisionsrichtlinie (GIRL). Im Anschluss folgen eine kritische Betrachtung und ein Ausblick auf die Entwicklungsmöglichkeiten in Bezug auf die Anwendung der GVE im Stallbaugenehmigungsrecht<sup>33</sup>.

---

<sup>33</sup> Als Grundlage für dieses Kapitel dient die Arbeit von KLAPP, KÜEST und MYLIUS (2010)

## 12.1 Überblick über die Genehmigungsverfahren

### 12.1.1 Allgemeines zum immissionsschutzrechtlichen Rahmen

Neubauten, Erweiterungen, Umbau oder Nutzungsänderungen von Stallanlagen bedürfen grundsätzlich einer Baugenehmigung. In Bezug auf die Umweltauswirkungen eines Bauvorhabens gibt es jedoch in Abhängigkeit von der Größe des Bauvorhabens immissionsschutzrechtlich genehmigungs- und nicht genehmigungsbedürftige Anlagen. Nicht genehmigungsbedürftige Anlagen werden nach dem Baurecht bzw. der Bauordnung des betroffenen Bundeslandes genehmigt. Genehmigungsbedürftige Anlagen werden nach dem Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG) beurteilt. Die Stallbaugenehmigung nach BImSchG schließt grundsätzlich die Baugenehmigung nach der Landesbauordnung ein (KTBL 2009b: 53). Laut §1 BImSchG „dient das Gesetz dem Zweck Menschen, Tiere, Pflanzen, den Boden, das Wasser, die Atmosphäre sowie Kultur- und sonstige Sachgüter vor schädlichen Umwelteinwirkungen zu schützen und dem Entstehen schädlicher Umweltwirkungen entgegen zu stehen“ (BMU 2007). Das Gesetz selbst regelt nur die grundsätzlichen Anforderungen. Die für die Praxis relevanten, überwiegend technischen Einzelheiten und Grenzwerte sind in Durchführungsverordnungen und Verwaltungsvorschriften, den Bundesimmissionsschutzverordnungen (BImSchV) und der Technischen Anleitung zur Reinhaltung der Luft (TA Luft), geregelt (VAN DEN WEGHE 2009). Das Vorgehen im landwirtschaftlichen Bereich besteht im Allgemeinen darin, zunächst eine Abstandsprüfung durchzuführen. Dazu ist bei genehmigungsbedürftigen Anlagen auf Nr. 5.4.7.1 TA Luft bzw. bei nicht-genehmigungsbedürftigen Anlagen auf die VDI-Richtlinien 3471 (1986) und 3472 (1986) zurückzugreifen. Bei Unterschreitung der Abstände kann in der Regel davon ausgegangen werden, dass keine schädlichen Umwelteinwirkungen auftreten. Bei Überschreitung der Abstände folgt i. d. R. eine Ermittlung der Kenngrößen und Beurteilung nach Nr. 4. ff. GIRL. Eine Genehmigung ist dann noch möglich, wenn eine günstige Windrichtungsverteilung vorliegt und die Schutzpflicht als erfüllt angesehen werden kann (GIRL 2008: 28-29).

Für die Landwirtschaft sind insbesondere die 4. und die 9. BImSchV von Bedeutung. Letztere regelt den Ablauf eines immissionsschutzrechtlichen Genehmigungsverfahrens, welches in Kapitel 12.1.3 bzw. 12.1.4 erläutert wird. Die 4. BImSchV setzt fest, ab welcher Anzahl an Tierplätzen eine Anlage nach Immissionsschutzrecht genehmigungsbedürftig ist. Es ist dabei zwischen einem förmlichen Verfahren mit und einem vereinfachten Verfahren ohne Beteiligung der Öffentlichkeit zu unterscheiden. Werden die Schwellenwerte, die in Abbildung 90 dem Anhang Nr. 7.1 der 4. BImSchV entsprechend dargestellt sind, erreicht oder überschritten, ist ein immissionsschutzrechtliches Genehmigungsverfahren durchzuführen (BMJ 2009).

Bei der Einordnung des Bauvorhabens als baurechtliche oder BImSchG-Anlage zählen nicht nur die zu realisierende Anzahl an Tierplätzen, sondern auch die Tierplätze, die bereits in dem Betrieb vorhanden sind (KTBL 2009b: 35).

**Abbildung 90: Genehmigungsrelevante Anlagekapazitäten in Zahl der Tierplätze**

Genehmigungsverfahren nach 4. BImSchV, Nr.7.1	ohne Beteiligung der Öffentlichkeit	mit Beteiligung der Öffentlichkeit	
		allgemeine Vorprüfung des Einzelfalls (förmliches Verfahren)	obligatorisch
UVP nach UVPG, Anlage 1, Nr. 7.1-7.12	standortbezogene Vorprüfung des Einzelfalls (vereinfachtes Verfahren)	allgemeine Vorprüfung des Einzelfalls (förmliches Verfahren)	obligatorisch
Tierkategorie			
Hennen	≥ 15.000	≥ 40.000	≥ 60.000
Junghennen	≥ 30.000	≥ 40.000	≥ 85.000
Mastgeflügel	≥ 30.000	≥ 40.000	≥ 85.000
Truthühner	≥ 15.000	≥ 40.000	≥ 60.000
Rinder	≥ 600	-	-
Kälber	≥ 500	-	-
Mastschweine (≥ 30 kg)	≥ 1.500	≥ 2.000	≥ 3.000
Sauen (inkl. Ferkelaufzuchtplätze <30 kg)	≥ 560	≥ 750	≥ 900
Ferkel (getrennte Aufzucht 10 bis 30 kg)	≥ 4.500	≥ 6.000	≥ 9.000
Pelztiere	≥ 750	≥ 1.000	

Quelle: Eigene Darstellung nach KTBL 2009b: 33

Das immissionsschutzrechtliche Genehmigungsverfahren kann mit einer Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) nach dem Gesetz der Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG) verbunden sein. Wie bei dem immissionsschutzrechtlichen Genehmigungsverfahren entscheidet über die Durchführung einer UVP die Anzahl der Tierplätze, die in Abbildung 90 abzulesen sind. Eine UVP dient nach § 1 des UVPG dazu, die unmittelbaren und mittelbaren Auswirkungen eines Vorhabens auf die Umwelt zu ermitteln, zu beschreiben und zu bewerten (KTBL 2009a: 9; BMU 2005). In diesem Zusammenhang wird in der Regel eine Umweltverträglichkeitsuntersuchung (UVU) durchgeführt. Das Ergebnis wird in einer Umweltverträglichkeitsstudie (UVS) festgehalten. Die UVP ist kein selbständiges Genehmigungsverfahren, sondern wurde von dem Gesetzgeber als verwaltungsbehördliches Verfahren geschaffen, welches der Entscheidung über die Zulässigkeit von Vorhaben dient. Ist eine UVP obligatorisch, muss sie durchgeführt werden. Im Rahmen der standortbezogenen bzw. allgemeinen Vorprüfung wird im Einzelfall die Notwendigkeit einer UVP geprüft, d.h., ob das Vorhaben beachtliche negative Auswirkungen auf die Umwelt haben kann. Bei der allgemeinen Vorprüfung werden alle allgemeinen Kriterien der Anlage 2 zum UVPG geprüft, welche die umweltrelevanten Merkmale, den Standort und die Merkmale des geplanten Vorhabens umfassen (KTBL 2009a:

46). Die standortbezogene Vorprüfung hingegen prüft nur, ob ein Vorhaben zu einer bedeutend nachteiligen Umweltwirkung auf ein besonders schützenswertes bzw. empfindliches Gebiet führen kann. Handelt es sich bei dem Genehmigungsverfahren um ein förmliches Verfahren oder ist eine UVP Teil des Genehmigungsverfahrens, ist die Öffentlichkeit grundsätzlich beteiligt.

Die TA Luft ist eine auf § 48 BImSchG gestützte Verwaltungsvorschrift und für die Verwaltungsbehörden der Länder verbindlich. Gegenüber Gesetzen und Rechtsverordnungen ist sie jedoch nachrangig und kann nur in Zusammenhang mit dem BImSchG interpretiert werden. Sie konkretisiert die Schutz- und Vorsorgeanforderungen, die das BImSchG an immissionschutzrechtlich zu genehmigende Bauvorhaben hinsichtlich schädlicher Umwelteinwirkungen aus der Luft stellt (KTBL 2006b: 23). Diese Verwaltungsvorschrift wird in eingeschränkter Weise auch für die nach § 22 BImSchG nicht genehmigungsbedürftigen Anlagen als Erkenntnisquelle herangezogen. Dabei ist jedoch der Grundsatz der Verhältnismäßigkeit des Prüfungsaufwandes zu berücksichtigen (KTBL 2006b: 63). Die TA Luft ist in einen Immissions- und Emissionsteil gegliedert. Der Immissionsteil enthält Vorschriften zum Schutz der Menschen und der Umwelt vor hohen Schadstoffbelastungen. Zu diesem Zweck wurden Immissionsgrenzwerte für diese Schadstoffbelastungen und Vorgaben für deren Beurteilung festgelegt. Dabei ist nicht nur die durch das Bauvorhaben entstehende Zusatzbelastung, sondern auch die schon bestehende Vorbelastung aus anderen Quellen zu berücksichtigen. Der Emissionsteil weist Grenzwerte für die Emissionen verschiedener Schadstoffe und baulich-betriebliche Anforderungen zur Emissionsminderung auf (VAN DEN WEGHE 2009). Auf der Grundlage dieser Grenzwerte und den sich daraus ergebenden Abstandsauflagen von Bauvorhaben zu Menschen, Tieren, Pflanzen und anderen Schutzgütern hat die Genehmigungsbehörde ein Bauvorhaben zu beurteilen und über die Genehmigung zu entscheiden.

Tierhaltungsanlagen können die Umwelt u.a. durch Ammoniak-, Feinstaub- und Geruchsemissionen belasten. Zusätzlich dienen die Richtlinien des Vereins deutscher Ingenieure, die VDI-Richtlinien „Emissionsminderung Tierhaltung“ (VDI 3471-3474/E), in der Praxis als Entscheidungshilfe über ein Bauvorhaben. Hier werden neben dem Stand der Technik und den Möglichkeiten zur Verminderung der Emissionen einer Anlage Abstandsauflagen für die verschiedenen Tierarten, insbesondere Schweine und Hühner, dargestellt. Während die VDI-Richtlinien 3471 „Schweine“ und die VDI-Richtlinie 3472 „Hühner“ veröffentlicht sind, existieren die VDI-Richtlinie 3473 „Rinder“ und die VDI-Richtlinie 3474 „Emissionsminderung Tierhaltung“ nur als Entwurf. Derzeitig ist eine neue, alle Tierarten umfassende VDI-Richtlinie 3894 in Planung. Die VDI-Richtlinien sind rechtlich nicht bindend. Sie können als verall-

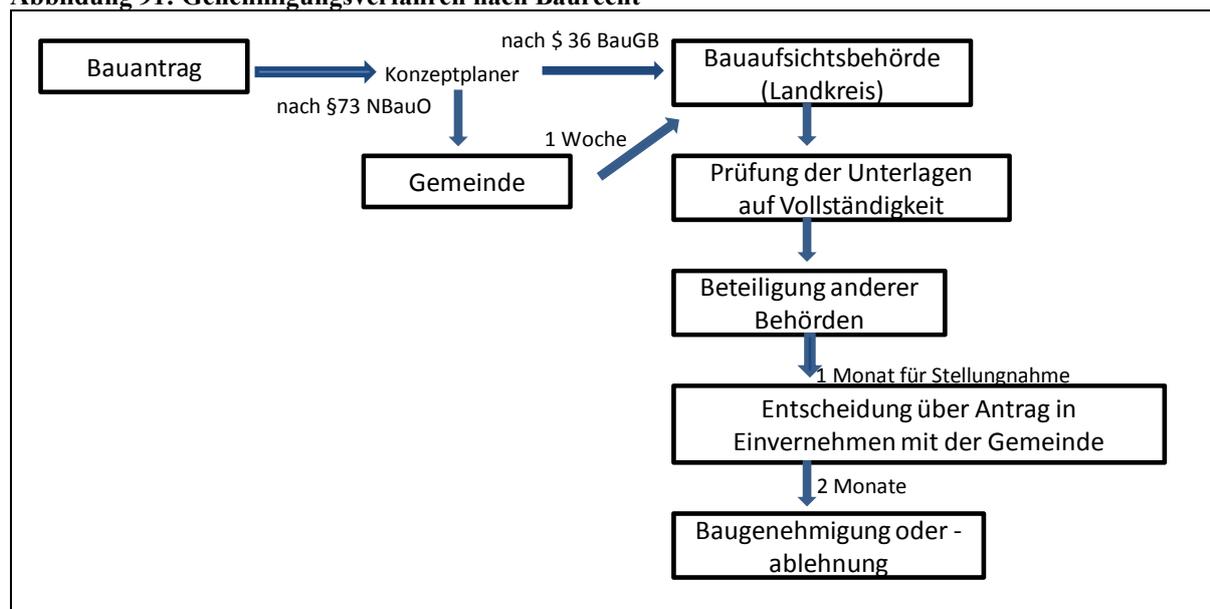
gemeinerte Sachverständigengutachten angesehen werden und dienen als Erkenntnisquelle (NIES et al. 2005: 10). Diese Richtlinien gelten nicht nur in Verbindung mit dem BImSchG wie die TA Luft, sondern als allgemeine Maßstäbe für Genehmigungen jeder Art.

Darüber hinaus existieren die Geruchsmissionsrichtlinien (GIRL) der einzelnen Bundesländer. Sie sollten ursprünglich in die TA Luft implementiert und so bundesweit gültig werden. Dies kam in der aktuellen Fassung der TA Luft von 2002 jedoch nicht zur Anwendung (VAN DEN WEGHE 2009). Ein Gutachten nach der GIRL wird meist in Ausnahmefällen bzw. Einzelfällen wie z. B. bei Vorliegen besonderer topografischer Verhältnisse oder Geruchsvorbelastungen gefordert und die Abstandsregelungen hinsichtlich der TA Luft oder den VDI-Richtlinien nicht ausreichen (GIRL NIEDERSACHSEN 2006: 2). Diese Einzelfallprüfungen haben jedoch besonders in viehrefreien Regionen aufgrund der hohen Dichte landwirtschaftlicher Betriebe zugenommen (KUHNT 2009). So wird hier bei fast jedem Genehmigungsverfahren ein Bericht hinsichtlich der GIRL angewendet. Die aus der TA Luft, den VDI-Richtlinien und der GIRL hinsichtlich der Schadstoffbelastungen folgenden Abstandsregelungen werden in Kapitel 12.2 näher betrachtet.

### 12.1.2 Genehmigung nach Baurecht

Liegen die Tierplatzzahlen des Bauvorhabens unterhalb der in Abbildung 90 dargestellten Schwellenwerte, wird das Bauvorhaben nach Baurecht genehmigt. Eine vereinfachte Darstellung befindet sich in Abbildung 91.

**Abbildung 91: Genehmigungsverfahren nach Baurecht**



Quelle: Eigene Darstellung nach KTBL 2009b: 43

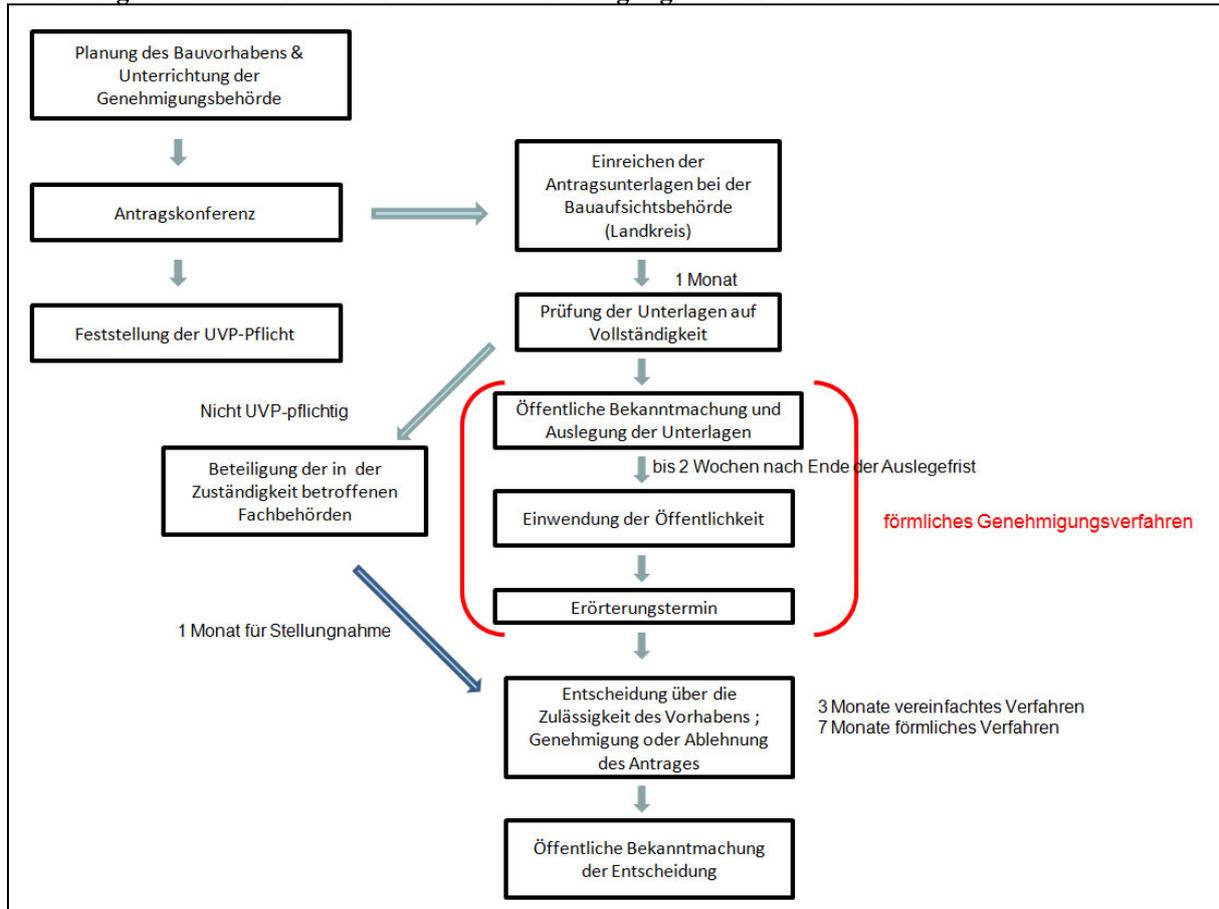
Das Genehmigungsverfahren beginnt, sobald die Antragsunterlagen möglichst vollständig in mehrfacher Ausführung bei der Gemeindeverwaltung eingereicht wurden. Die Gemeinde hat

laut § 73 der Niedersächsischen Bauordnung (NBauO) eine Woche Zeit, den Antrag an die Bauaufsichtsbehörde weiterzuleiten (NBAUO 2003). Diese befindet sich bei dem zuständigen Landkreis; sie prüft den Antrag auf Vollständigkeit. Bei Unvollständigkeit fordert die Behörde die fehlenden Unterlagen mit einer angemessenen Frist ein (KTBL 2009b: 42). Zeitgleich wird der Antrag von der Bauaufsichtsbehörde an Fachdienststellen und Behörden weitergeleitet, deren Aufgabenbereich von dem Bauvorhaben berührt wird. Zu diesen zählen u.a. die Landwirtschaftskammer, das Veterinärwesen, der Immissions-, Gewässer- und Natur-/ Landschafts- sowie der Brandschutz (KTBL 2009b: 43). Innerhalb eines Monats haben diese Behörden eine Stellungnahme abzugeben. Äußern sie sich nicht, kann die Bauaufsichtsbehörde laut § 73 der Niedersächsischen Landesbauordnung davon ausgehen, dass der Baugenehmigung keine öffentlichen Belange entgegenstehen (NBAUO 2003). Die Bauaufsichtsbehörde muss anschließend innerhalb von zwei Monaten im Einvernehmen mit der Gemeinde über den Bauantrag entscheiden. Mit der Erteilung der Baugenehmigung ist das Genehmigungsverfahren abgeschlossen. Die Bauaufsichtsbehörde bzw. die Gemeinde trifft ihre Entscheidung über die Genehmigung aufgrund der Sachverständigengutachten bzw. der Stellungnahmen der in dem Verfahren beteiligten, oben genannten Behörden. Laut § 36 Baugesetzbuch (BauGB) kann der Antrag auch direkt bei der Bauaufsichtsbehörde abgegeben werden. Diese leitet ihn an die Gemeinde weiter, welche innerhalb einer Frist von zwei Monaten über die Baugenehmigung zu entscheiden hat (BAUGB 2009; KTBL 2009b: 42). Die Abstandsaufgaben, die von einem baurechtlichen Bauvorhaben eingehalten werden müssen, beziehen sich auf die VDI-Richtlinien bzw. in Problemfällen auf die GIRL.

### **12.1.3 Immissionsschutzrechtliches Genehmigungsverfahren ohne UVP**

Werden bei dem Bauvorhaben die in Abbildung 90 dargestellten Schwellenwerte erreicht, kommt ein Genehmigungsverfahren nach dem BImSchG zur Anwendung (Abbildung 92).

**Abbildung 92: Immissionsschutzrechtliches Genehmigungsverfahren ohne UVP**



Quelle: Eigene Darstellung nach KTBL 2009b: 43-45

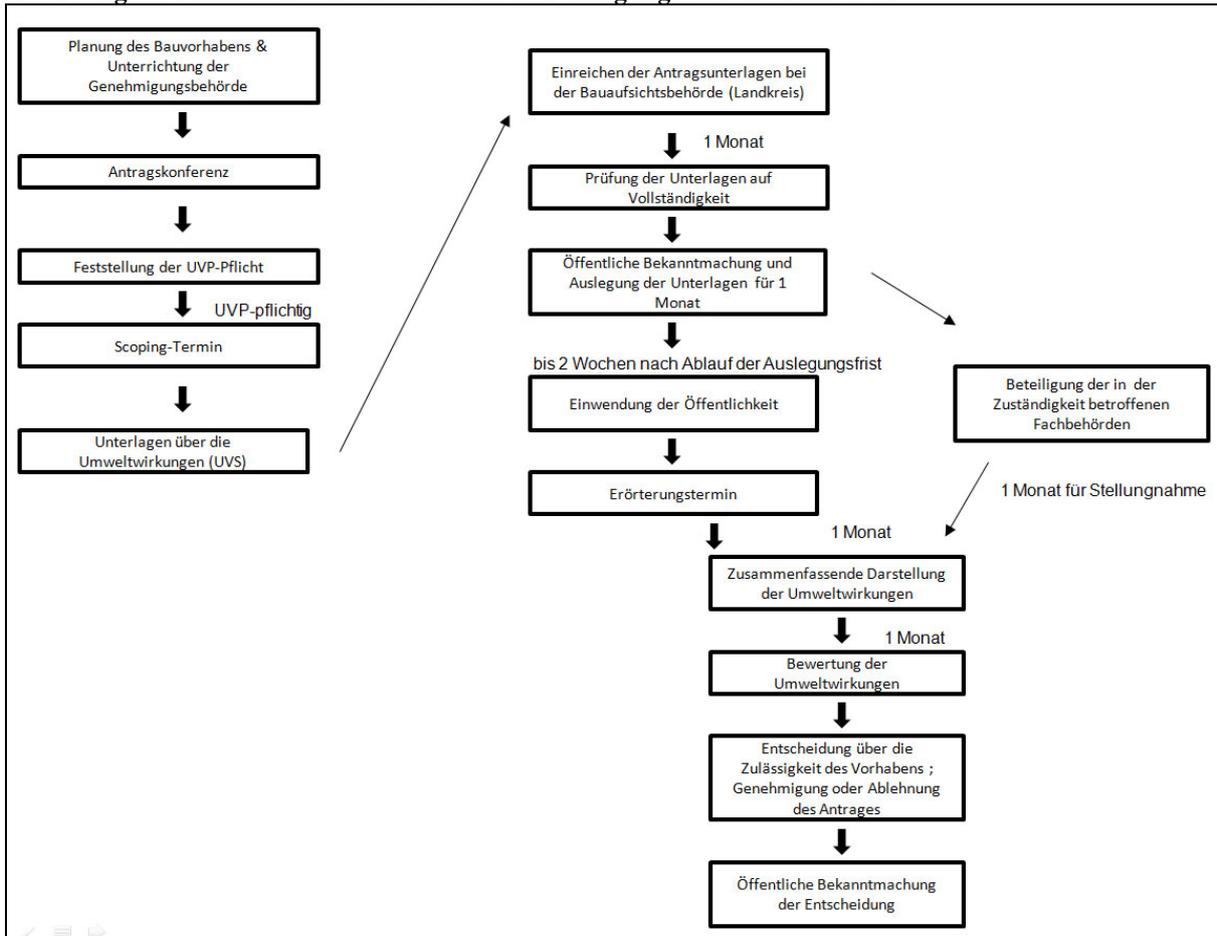
Auch hier beginnt das Genehmigungsverfahren mit dem Einreichen der Antragsunterlagen. Die zuständige Behörde ist hier die Bauaufsichtsbehörde des Landkreises. Zuvor unterrichtet der Bauherr die Genehmigungsbehörde über das geplante Bauvorhaben. Diese soll ihn laut § 2 der 9. BImSchV im Hinblick auf die Antragstellung beraten und mit ihm den zeitlichen Ablauf des Genehmigungsverfahrens sowie sonstige für die Durchführung des Verfahrens erheblichen Fragen erörtern (BMJ 2007). Dies geschieht in einer Antragskonferenz. Zeitgleich findet die standortbezogene bzw. allgemeine Vorprüfung über die Notwendigkeit einer UVP statt. Nach § 3a UVPG ist das Ergebnis der Vorprüfung der Öffentlichkeit mitzuteilen. Ist es notwendig, eine UVP durchzuführen, kommt das Genehmigungsverfahren nach BImSchG und UVPG zur Anwendung, welches in Kapitel 12.1.4 erklärt wird. Nach Eingang der Antragsunterlagen hat die Behörde unverzüglich innerhalb eines Monats zu prüfen, ob der Antrag den Anforderungen nach §§ 3; 4; 4a-d der 9. BImSchV entspricht. Bei Unvollständigkeit der Antragsunterlagen können die fehlenden Unterlagen innerhalb einer nicht im Einzelnen geregelten Frist nachgereicht werden. Laut § 10 BImSchG betragen die Fristen, in denen eine Behörde über ein Genehmigungsverfahren zu entscheiden hat, bei einem vereinfachten Verfahren 3, bei einem förmlichen Verfahren 7 Monate (BMU 2007; KTBL 2009b: 46).

Handelt es sich bei dem Genehmigungsverfahren um ein förmliches Verfahren, ist die Öffentlichkeit beteiligt. Dafür wird das beantragte Bauvorhaben im amtlichen Veröffentlichungsblatt und außerdem entweder im Internet oder in den örtlichen Tageszeitungen bekanntgemacht (KTBL 2009b: 47). Darüber hinaus werden die Antragsunterlagen bei der Genehmigungsbehörde und den Gemeinden zur Einsichtnahme einen Monat öffentlich ausgelegt. Bis zu zwei Wochen nach Ablauf der Auslegungsfrist können gegen das Bauvorhaben Einwendungen erhoben werden (§ 12 der 9. BImSchV). In dem anschließenden öffentlichen Erörterungstermin werden die erhobenen Einwendungen diskutiert (§ 14 der 9. BImSchV). Zeitgleich zu dem Einleiten der Öffentlichkeitsbeteiligung werden die Antragsunterlagen an die voraussichtlich zu beteiligenden Behörden versandt. Diese haben einen Monat Zeit, eine Stellungnahme zu dem geplanten Bauvorhaben abzugeben. Auch die betroffene Gemeinde hat eine Stellungnahme abzugeben. Zusätzlich können Sachverständigengutachten von der Genehmigungsbehörde eingeholt werden, soweit dies für die Prüfung der Genehmigungsvoraussetzungen erforderlich ist (§ 13 der 9. BImSchV). Auf der Grundlage der Ergebnisse des Erörterungstermins und der Stellungnahmen der an dem Verfahren beteiligten Behörden bzw. den Sachverständigengutachten entscheidet die Genehmigungsbehörde über den Bauantrag. Die Entscheidung ist bei einem förmlichen Verfahren mit Öffentlichkeitsbeteiligung öffentlich bekanntzugeben (§ 21a der 9. BImSchV). Die Genehmigung des Antrages ist in Form eines Genehmigungsbescheides zu erteilen. Bevor über ein Bauvorhaben mit einer Genehmigung entschieden wird, kann nach §§ 8; 8a BImSchG auch eine Teilgenehmigung oder eine Zulassung des vorzeitigen Beginns erteilt werden, wenn diese beantragt worden sind. Dies ist aber nur möglich, wenn mit einer Erteilung der Genehmigung zu rechnen ist (BMU 2007).

#### **12.1.4 Immissionsschutzrechtliches Genehmigungsverfahren mit UVP**

Dieses Genehmigungsverfahren ist eine Erweiterung des in Kapitel 12.1.3 dargelegten immissionsschutzrechtlichen Genehmigungsverfahrens (Abbildung 93).

**Abbildung 93: Immissionsschutzrechtliches Genehmigungsverfahren mit UVP**



Quelle: Eigene Darstellung nach KTBL 2009b: 45

Bei einer positiven Einzelfallvorprüfung bzw. einer obligatorischen UVP hat die zuständige Behörde, die die Bauaufsichtsbehörde des zuständigen Landkreises ist, den Bauherrn über den Umfang der zu erbringenden UVS zu unterrichten. Dies erfolgt im sogenannten „Scoping-Verfahren“. Im Rahmen des „Scoping-Termins“ werden alle erheblichen inhaltlichen und verfahrenstechnischen Fragen zu Gegenstand, Umfang und Methoden der späteren UVP geklärt. An diesem Termin nehmen neben dem Bauherrn und der Genehmigungsbehörde alle an dem Verfahren beteiligten Behörden und Verbände teil. Sie werden dabei ausführlich über das geplante Vorhaben informiert. Das Ziel ist es, dass die zuständige Behörde den Untersuchungsrahmen der UVS bestimmt. Von dem Untersuchungsrahmen hängen der spätere inhaltliche und zeitliche Verlauf sowie der finanzielle Rahmen des Genehmigungsverfahrens infolge des Untersuchungsaufwandes ab. Somit ist der „Scoping-Termin“ ein sehr wichtiger Schritt im Rahmen der UVP (KTBL 2009a: 25). Den Antragsunterlagen sind die Ergebnisse der UVS beizufügen. Der weitere Verlauf des Genehmigungsverfahrens nach Abgabe der Antragsunterlagen ist identisch mit dem in Kapitel 12.1.3 beschriebenen Genehmigungsverfahren. Vor der Entscheidung über das zu genehmigende Vorhaben erarbeitet die Genehmigungsbehörde abweichend von dem Genehmigungsverfahren ohne UVP möglichst innerhalb

eines Monats eine zusammenfassende Darstellung der zu erwartenden Umweltauswirkungen des Vorhabens. Diese basiert auf den Antragsunterlagen, den behördlichen Stellungnahmen, den eigenen Ermittlungsergebnissen sowie den Ergebnissen des Erörterungstermins (§ 20 Abs. 1a der 9. BImSchV bzw. § 11 UVP-G). Möglichst innerhalb eines weiteren Monats hat die Genehmigungsbehörde die Umweltauswirkungen des Vorhabens zu bewerten. Die Bewertung ist bei der Entscheidung über die Genehmigung des Vorhabens zu berücksichtigen.

Die verschiedenen Genehmigungsverfahren unterscheiden sich vor allem hinsichtlich des zeitlichen Aufwands. So dauert ein immissionsschutzrechtliches Genehmigungsverfahren i.d.R. länger als ein baurechtliches Verfahren. Der finanzielle Aufwand hängt insbesondere von der Wahl des Standorts, der Größe des geplanten Vorhabens und den hierdurch zu erbringenden Gutachten ab. So stellt bei einer UVP-pflichtigen Anlage die UVS einen großen Kostenfaktor dar. Bei einer nach BImSchG genehmigten Anlage kommt erschwerend eine wiederkehrende Überwachung bzw. Kontrolle der Anlage durch die Genehmigungsbehörde hinzu (KTBL 2009b: 37 ff.).

## **12.2 Abstandsregelungen für ausgewählte Emissionsarten**

Um den Schutz vor erheblichen Umweltauswirkungen auf sämtliche in § 1 BImSchG erwähnten Schutzgüter zu gewährleisten, haben sich in der Praxis Abstandsregelungen bewährt (VDI-RICHTLINIE 3474/E 2001: 50). Im folgenden Kapitel werden die Abstandsregelungen der VDI-Richtlinien, der TA Luft und der GIRL für die Emissionsarten Geruch, Ammoniak und Staub beschrieben und erläutert.

### **12.2.1 Geruch**

Bei der Abstandsregelung aufgrund von Geruchsemissionen geht es darum, einen Mindestabstand zwischen Wohnbebauungen und der geplanten Tierhaltungsanlage einzuhalten, um Geruchsbelästigungen vorzubeugen.

#### VDI-Richtlinie:

„Es ist noch nicht befriedigend möglich, für die Geruchsstoffe aus der Schweinehaltung Emissions- oder Immissionsgrenzwerte anzugeben. Für diese Richtlinie wurde deshalb auf der Grundlage von betrieblichen Merkmalen eine Abstandsregelung entwickelt (VDI-RICHTLINIE 3471 1986: 15).“ Der Abstandsermittlung liegt somit die Erkenntnis zu Grunde, dass das Emissionsverhalten einer Tierhaltungsanlage nicht nur vom Tierbesatz, sondern auch von betrieblichen und baulichen Gegebenheiten einer Anlage abhängt (LANG 2007). Dieses gilt nicht nur für die Schweinehaltung. Auch in der VDI-Richtlinie 3472 (Huhn) lässt sich diese Regelung finden.

Um den nötigen Abstand zu ermitteln, wird eine Geruchsschwellenentfernung bestimmt. Hierbei wird mit Blick auf Kotlagerungs-, Haltungs- und Lüftungstechnik in Abhängigkeit von der Bestandsgröße eine Geruchsschwelle ermittelt. An diesem Punkt ist der Geruch, der von der Tierhaltungsanlage ausgeht, erstmals messbar (VDI-RICHTLINIE 3471 1986: 15; VDI-RICHTLINIE 3472 1986: 13). Zur Ermittlung der Geruchsschwelle werden an die Betriebe Punkte vergeben, um einen Bewertungsmaßstab für die von der tierhaltenden Anlage ausgehenden Geruchsemissionen zu erhalten. So werden Punkte für unterschiedliche Kotlagerungs-, Haltungs- und Lüftungstechnik erteilt. Je höher die Punktzahl, desto weniger Geruchsemissionen gehen aus der Tierhaltungsanlage hervor. Maximal sind 100 Punkte anrechenbar. Des Weiteren werden noch andere Bedingungen berücksichtigt. So werden Standorteinflüsse mit einem Zu- oder Abschlag von 20 Punkten bemessen (VDI-RICHTLINIE 3471 1986: 15ff.; VDI-RICHTLINIE 3472 1986: 13ff.).

Die erforderlichen Mindestabstände sind in einer Grafik, die aus den Geruchsschwellenwerten und Praxiserhebungen zuzüglich eines Sicherheitsabstandes ermittelt werden, abzulesen. In der Abbildung 94 sind die erforderlichen Mindestabstände für schweinehaltende Betriebe beispielhaft bei 25, 50, 75 und 100 Punkten abgebildet. Oberhalb von 100 Punkten gibt es keine Probleme für den Betrieb. Hat ein Betrieb weniger als 25 Punkte, ist eine Sonderbeurteilung notwendig (VDI-RICHTLINIE 3471 1986: 16ff.).

**Abbildung 94: Abstandsregelung für Schweinehaltungen der VDI-RICHTLINIE 3471**



Quelle: VDI-RICHTLINIE 3471 1986: 17

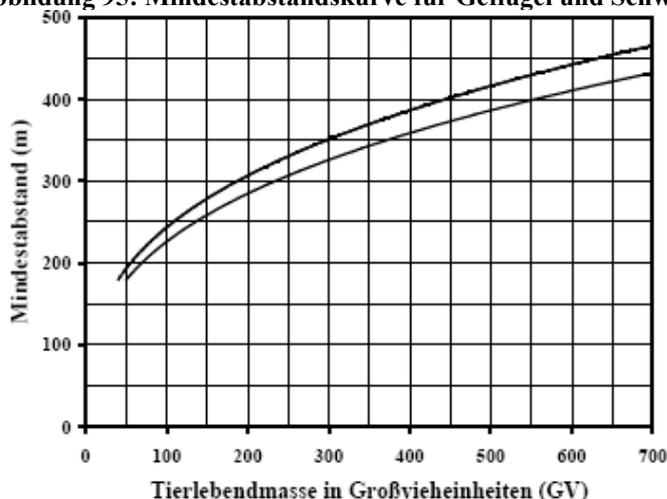
Die in Abbildung 94 dargestellte Abstandsregelung für die Schweinehaltung gilt nur für Mastschweine. Die Bestandsgröße wird ermittelt, indem die Tierplatzzahlen auf die mittlere Einzeltiermasse mit Hilfe des GVE-Schlüssels umgerechnet werden. In den VDI-Richtlinien sind GVE-Schlüssel definiert. Zur Anwendung kommen jedoch die allgemeinen Schlüssel der

TA Luft, welche der Tabelle 45 im Anhang zu entnehmen sind. In der praktischen Anwendung sind die in Abbildung 94 abzulesenden Mindestabstände auf Wohngebiete/Mischgebiete (geschlossene Ortschaft) anzuwenden. Auf Dorfebene und bei Wohnhäusern im Außenbereich ist der Bevölkerung eine höhere Geruchsbelastung zumutbar. Daher können die Mindestabstände hier bis auf die Hälfte halbiert werden. Sonstige Baugebiete (z.B. Kleinsiedlung, Gewerbegebiet, Industriegebiet) sind von dieser Abstandsregelung ausgenommen und bedürfen einer Sonderbeurteilung. Eine Sonderbeurteilung ist ebenfalls bei einer Unterschreitung der Mindestabstände sowie im Nahbereich von unter 100 m (Schwein) bzw. 200 m (Huhn) notwendig. Die Sonderbeurteilung wird durch die Fachbehörde oder einen Sachverständigen erstellt. Besonderes Augenmerk der Sonderbeurteilung liegt dabei auf den einzelbetrieblichen Standortverhältnissen (VDI-RICHTLINIE 3471 1986: 18; VDI-RICHTLINIE 3472 1986:16 ff.).

#### TA Luft:

Die Mindestabstandsregelung nach Nr. 5.4.7.1 TA Luft dient der Vorsorge gegen erhebliche Geruchsbelästigungen. Eine Regelung zum Schutz vor schädlichen Umweltwirkungen durch Geruchsimmissionen befindet sich nicht in dieser Verwaltungsvorschrift (GRIMM 2007). Die Abstandsregelung der TA Luft beruht auf den VDI-Richtlinien. So sind die VDI-Richtlinien 3471 und 3472 Grundlage für den Abstandsverlauf (KTBL 2006b: 150). An diese angelehnt sind in Nr. 5.4.7.1 TA Luft nur Schweine und Geflügel aufgeführt. Die Mindestabstandskurven sind aus den VDI-Richtlinien abgeleitet und ergeben sich aus den mit jeweils 100 Punkten bewerteten Kurven für Schweine und Geflügel (Abbildung 95). Da die Geflügelhaltung geruchsintensiver ist, sind die Abstandsauflagen schärfer. Sie werden durch die obere Kurve dargestellt.

**Abbildung 95: Mindestabstandskurve für Geflügel und Schweine der TA Luft**



Quelle: BMU 2002

Der Abstand hängt von der Anzahl der GVEs einer Tierhaltungsanlage ab. Der GVE-Schlüssel ist Tabelle 45 im Anhang zu entnehmen. Eine Unterschreitung des Mindestabstandes nach Nr. 5.4.7.1 TA Luft ist möglich, wenn die Geruchsemissionen z.B. mit einer Abluftreinigungsanlage gesenkt werden und die Abstandsminderung in einer Abstandsrechnung überprüft wird (BMU 2002; KTBL 2009a: 87 f.).

#### GIRL:

Es wird insbesondere die Gesamtbelastung aus der Summe der Vor- und der Zusatzbelastung berechnet und mit den Immissionswerten (IW) im Rahmen der GIRL verglichen. Diese IWs sind in Form von Geruchsstunden, d.h. relativen Geruchshäufigkeiten, festgelegt und nach verschiedenen Gebietstypen gestaffelt (Abbildung 96):

**Abbildung 96: Immissionswerte für verschiedene Gebiete**

<b>Wohn-/ Mischgebiete</b>	<b>Gewerbe-/ Industrie-/ Dorfgebiete</b>
0,10	0,15

Quelle: GIRL NIEDERSACHSEN 2006

Eine Geruchsstunde ist erreicht, wenn bei einer Begehung in einem Beurteilungspunkt während der Aufenthaltsdauer von zehn Minuten eine Geruchseinwirkung von zehn Prozent, d.h. einer Minute, stattgefunden hat. Befinden sich in einem Dorfgebiet hauptsächlich landwirtschaftliche Betriebe, findet eine Zuordnung zum Gewerbe- bzw. Industriegebiet statt und der IW ist höher (HEIDENREICH 2003). Werden die Immissionswerte überschritten, liegt eine erhebliche Geruchsbelästigung vor. Die IWs werden entweder mit Hilfe von Begehungen oder Ausbreitungsrechnungen ermittelt. In der Praxis dominieren die Ausbreitungsrechnungen mit Hilfe des Programmsystems AUSTAL2000, da diese genauer sowie zeit- und kostengünstiger als Begehungen sind. Mit einem derartigen Programm können u.a. die standortspezifischen meteorologischen Ausbreitungsbedingungen, der Einfluss der Geländeform oder die Art der Fortluftableitung beurteilt werden (KTBL 2009a: 82). Aus den Ergebnissen der Ausbreitungsrechnung resultieren die Abstandsauflagen.

#### Vergleich:

Bei der Bestimmung der Geruchsimmissionen dominiert heutzutage noch die Bezugnahme auf die VDI-Richtlinien 3471 (Schwein) und 3472 (Huhn) von 1986. Die als Entwürfe vorliegenden VDI-Richtlinien 3473/E (Rind) und 3474/E (Tierhaltung Geruchsstoffe) können nicht als „Bekanntmachung einer Sachverständigenstelle“ (GIRL NIEDERSACHSEN 2006: 16) angesehen werden, werden jedoch in der Praxis zum besseren Verständnis eingesetzt (KUHNT 2009).

Die TA Luft dient ausschließlich der Vorsorge gegen schädliche Umwelteinwirkungen durch Gerüche (GIRL NIEDERSACHSEN 2006: 1). Die Abstandsregelung der TA Luft beruht auf den VDI-Richtlinien, die den Schutz vor erheblichen Geruchsbelästigungen verfolgen. In der Praxis wird oft folgende Formel verwendet, die jedoch weder in der TA Luft noch in den veröffentlichten VDI-Richtlinien zu finden ist, sondern aus den Abstandsregelungen der VDI-Richtlinien und der TA Luft hergeleitet wurde (KTBL 2006b: 151):

$$R = 48,7 \times \left( f_{eq} \times M_T \right)^{\frac{1}{3}}$$

R = Mindestabstand;  $f_{eq}$  = Geruchsäquivalenzfaktor;  $M_T$  = Tiermasse in GVE

Auf Grundlage der tierspezifischen Geruchsemissionen wurden Umrechnungsschlüssel entwickelt, mit denen das Geruchsemissionspotential pro GVE einer Tierart angegeben wird. Diese Umrechnungsfaktoren basieren auf den in den VDI-Richtlinien 3473/E und 3474/E genannten Geruchsäquivalenzfaktoren. Für Mastschweine beträgt der Faktor 1, wohingegen in der Zuchtschweinehaltung mit geringeren Geruchsemissionen gerechnet wird (Ausnahme Jungsauenaufzucht). Bei der Abstandsermittlung wird daher mit einem Umrechnungsfaktor von 0,5 gerechnet. Die zu erwartenden Geruchsemissionen in der Lege- und Masthühnerhaltung sind höher als in der Schweinehaltung. Für die Abstandsermittlung wird daher der Abstandsverlauf mit dem Faktor 1,25 multipliziert. Im Gegensatz zur Lege- und Masthühnerhaltung ist bei der Rinderhaltung überwiegend mit geringeren Emissionen zu rechnen. So beträgt der Umrechnungsfaktor für die Rinder- und Milchviehhaltung 0,17, für die Bullenhaltung 0,25 und für die Kälberhaltung 1 (KTBL 2006b: 151).

Die GIRL wird angewendet, wenn die Abstandregelungen der TA Luft bzw. der VDI-Richtlinien als Beurteilungsgrundlage nicht ausreichen und somit eine Einzelfallprüfung erforderlich ist. Im Normalfall ist die Einhaltung der ermittelten Mindestabstände nach den VDI-Richtlinien und der TA Luft ein Indiz dafür, dass keine schädlichen Umwelteinwirkungen der Tierhaltungsanlage zu erwarten sind. Da eine Beurteilung nach der GIRL sehr aufwendig und teuer ist, wird sie als letzte Möglichkeit in Betracht gezogen.

### 12.2.2 Ammoniak

Ammoniakimmissionen können auf zwei unterschiedlichen Wegen schädliche Umwelteinwirkungen auslösen (KTBL 2006b: 92):

- Direkte Wirkung durch gasförmiges Ammoniak (Ammoniakkonzentration),

- Als Folge von Ammoniakimmissionen findet ein Eintrag von Stickstoff in Boden und Wasser statt (Stickstoffdeposition).

#### Ammoniakkonzentration:

Für gasförmiges Ammoniak wurde in der TA Luft aus Vereinfachungsgründen kein Immissionswert festgelegt. Da der Immissionswert von  $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$  deutschlandweit unterschritten wird, wurde davon abgesehen, diesen Wert festzulegen. Eine Einzelfallprüfung nach 4.8 TA Luft ist nur nötig, wenn innerhalb des Beurteilungsraumes ammoniak- und/ oder stickstoffempfindliche Pflanzen (z.B. Baumschulen) oder Ökosysteme durch die Ammoniakkonzentration gefährdet sind. Ein Anhaltspunkt für eine Gefährdung ergibt sich beim Unterschreiten der Mindestabstandsregelung gemäß Abbildung 112 im Anhang (KTBL 2006b: 97f.).

Die Mindestabstände einer Tierhaltungsanlage zu empfindlichen Pflanzen oder Ökosystemen hängen von den Ammoniakemissionen der Anlage ab. Diese werden berechnet, indem die tierartspezifischen Emissionsfaktoren aus der Tabelle 11 des Anhangs 1 der TA Luft mit der Anzahl der Tierplätze multipliziert werden (KTBL 2009a: 80). Es ergibt sich die Ammoniakemission der Anlage pro Jahr. Die Tabelle der Emissionsfaktoren ist im Anhang dieser Arbeit Tabelle 46 zu entnehmen. Alternativ kann der Mindestabstand  $R_A$  auch durch folgende Formel bestimmt werden (KTBL 2008: 734):

$$R_A = \sqrt{(k \times TP \times F_E)}$$

$k$  = Abstandsfaktor,  $41,67 \text{ m}^2 \text{ a}/\text{kg}$ ;  $TP$  = Anzahl Tierplätze;  $F_E$  = Emissionsfaktor für Ammoniak

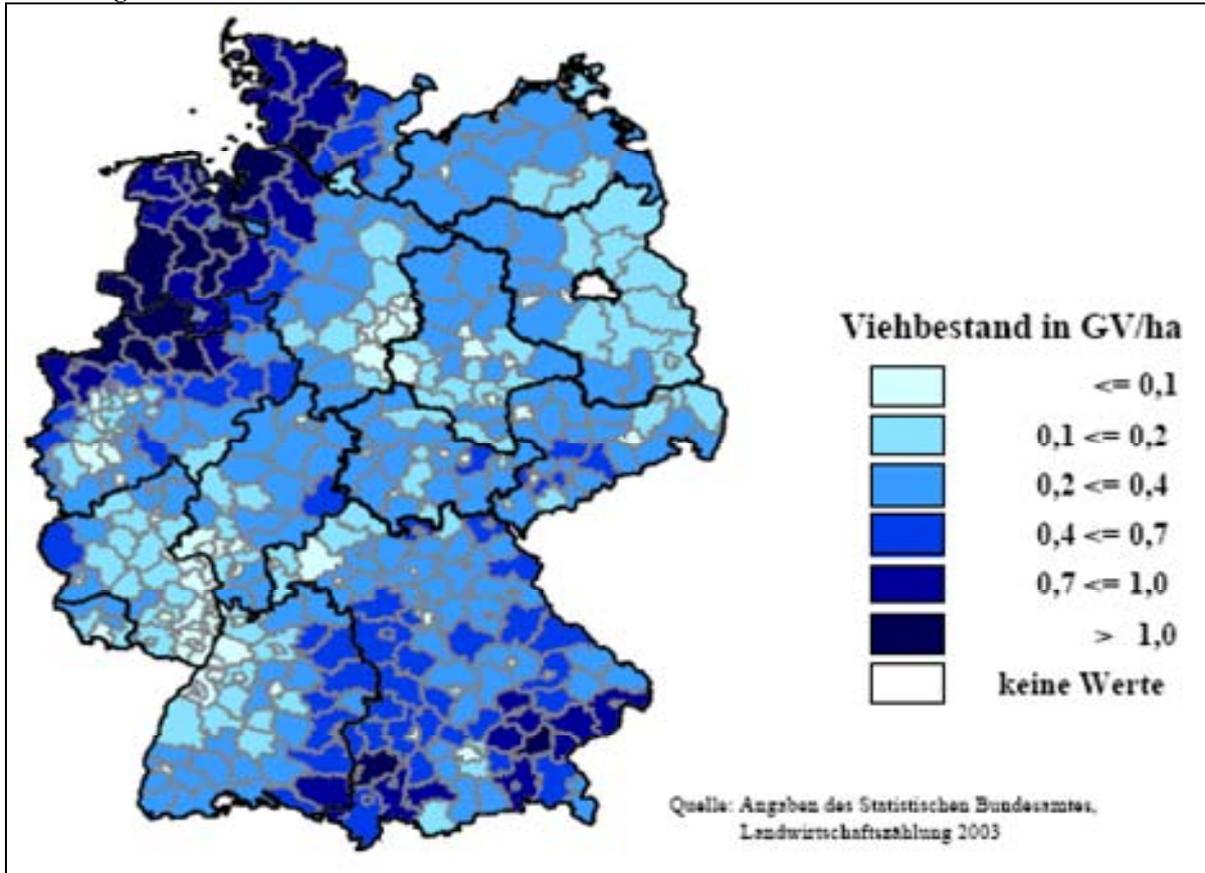
Der Abstandsfaktor  $k$  ist ein festgelegter Wert, dem die maximale Zusatzbelastung von  $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  zugrunde liegt. In der Regel wird aus Vereinfachungsgründen nach Nr. 5.4.7.1 TA Luft ein Mindestabstand von 150 m zu stickstoffempfindlichen Pflanzen oder Ökosystemen angesetzt (BMU 2002). Um die regional unterschiedlichen Ausbreitungsbedingungen besser einzubeziehen, haben einige Bundesländer (Bayern, Nordrhein-Westfalen, Sachsen) landesspezifische Modifikationen der Abstandsregelung eingeführt (KTBL 2009a: 80). Können die Mindestabstände nicht eingehalten werden, soll in einer Ausbreitungsrechnung nach AUSTAL2000 nachgewiesen werden, dass die durch die Tierhaltung verursachte Zusatzbelastung  $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  oder die Gesamtbelastung  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  an keinem Beurteilungspunkt übersteigt. Können schädliche Umwelteinwirkungen infolge von Ammoniakimmissionen durch Abstandsregelungen und Ausbreitungsrechnungen nicht ausgeräumt werden, erfolgt eine Einzelfallprüfung nach den Kriterien in Nr. 4.8 TA Luft (KTBL 2006b: 110 und 123).

#### Stickstoffdeposition:

Nach Nr. 4.8 TA Luft soll ergänzend zu der Ammoniakimmission die Stickstoffdeposition untersucht werden. Unter Stickstoffdeposition versteht man die Ablagerung von Stickstoff (N) in Wasser und Boden, z.B. durch gasförmiges Ammoniak bzw. gelöstes Ammoniak aus Tierhaltungsanlagen (NIEDERSÄCHSISCHES MINISTERIUM FÜR KLIMASCHUTZ UND UMWELT 2006). Besonders empfindlich auf N-Einträge von außerhalb reagieren Ökosysteme wie z.B. Heide, Moore und Wälder. Ab wann die Stickstoffdeposition gefährlich für ein Ökosystem wird, kann nicht genau gesagt werden, da es noch keine verlässlichen Orientierungswerte dafür gibt, ab wann ein Ökosystem erheblich geschädigt wird. Es hat sich aber ein Irrelevanzwert in Höhe von 4 bis 5 kg N/(ha\*a) etabliert. Eine Überprüfung der Stickstoffdeposition wird nur dann durchgeführt, wenn Anhaltspunkte dafür vorliegen, dass von einer erheblichen Schädigung empfindlicher Pflanzen oder Ökosysteme auszugehen ist. In dem Fall soll nach Nr. 4.8 TA Luft unter Berücksichtigung von standortbedingten Faktoren geprüft werden, inwieweit die geplante Tierhaltungsanlage genehmigungsfähig ist. Eine Abstandsauflage, die auf eine Stickstoffdeposition zurückzuführen ist, gibt es demnach nicht. Vielmehr hängt die Erteilung der Baugenehmigung von der Stickstoffdeposition ab (KTBL 2006b: 94f.). Ein Anhaltspunkt um abzuschätzen, ob die geplante Tierhaltungsanlage maßgeblich zur Stickstoffdeposition beiträgt, ist die Überschreitung einer Viehdichte von 2 GVE je ha Landkreisfläche. Wird dieser Wert überschritten, muss in einer Einzelfallprüfung geklärt werden, ob es zu einer Schädigung kommt. In der TA Luft werden jedoch keine konkreten Beurteilungswerte, sondern nur Kriterien genannt, die besonders beachtet werden müssen (KTBL 2009a: 84). Zu diesen zählen nach Nr. 4.8 Abs. 6 TA Luft die Bodenart, die vorhandene Vegetation und der Versorgungsgrad mit Stickstoff (BMU 2002). So muss in der Einzelfallprüfung auf andere Erkenntnisquellen oder Sachverständigengutachten, z.B. ein Waldgutachten, zurückgegriffen werden (KTBL 2009a: 84).

In Abbildung 97 ist zu erkennen, welche Landkreise Deutschlands bereits über eine sehr hohe Viehdichte verfügen und wo weitere Tierhaltungsanlagen das Problem der Stickstoffdeposition erhöhen und mehr nachteilige Effekte hervorrufen (KTBL 2006b: 105).

Abbildung 97: Viehbestand in GVE/ha Landkreisfläche in Deutschland für das Jahr 2003



Quelle: KTBL 2006b: 105

Im Gegensatz zur umfangreichen Behandlung der Ammoniakproblematik in der TA Luft lassen sich in den VDI-Richtlinien 3471, 3472 und 3473 keine Abstandsregelungen finden. In dem Entwurf der VDI-Richtlinie 3894 sind Ammoniakemissionsfaktoren in  $\text{kg a}^{-1} \text{Tierplatz}^{-1}$  aufgeführt. Diese berücksichtigen neue Erkenntnisse aus der Forschung wie z.B. die von LIPPMANN (2007) untersuchten emissionsmindernden Maßnahmen bei alternativen Liegehaltungsverfahren. Allerdings beinhaltet der Entwurf bisher keine Abstandsauflagen.

### 12.2.3 Staub

Staub ist in Grob- und Feinstaub zu unterscheiden. Grobstaub ist mit dem menschlichen Auge sichtbar; er setzt sich im direkten Umfeld seiner Entstehung ab. Im Gegensatz dazu ist Feinstaub mit dem menschlichen Auge nicht sichtbar, kann über große Entfernungen transportiert und vom menschlichen Körper eingeatmet werden, wo er zu gesundheitlichen Problemen führen kann (UMWELTLEITFADEN 2009). Neben einer Geruchs- und Ammoniakbelastung spielt daher auch die Staubbelastung, insbesondere die Feinstaubbelastung, eine wichtige Rolle im Genehmigungsverfahren. Nach Nr. 4.2.1 TA Luft muss der Schutz der menschlichen Gesundheit vor Gefahren bzw. Belastungen aus Inhaltsstoffen aus der Luft sichergestellt werden.

Dieser Schutz vor Feinstaub ist sichergestellt, wenn die Gesamtbelastung die folgenden Immissionswerte nicht überschreitet (BMU 2002):

- 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  im Jahresmittel,
- 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  im 24-Stundenmittel bei maximal 35 Überschreitungen im Jahr.

Um den Ermittlungsaufwand möglichst gering zu halten, kann die Bestimmung des Feinstaubes entfallen. Dies ist in Nr. 4.1 Abs. 4 TA Luft geregelt. Es wird hierbei von keinen schädlichen Umwelteinwirkungen der zu genehmigenden Anlage ausgegangen (KTBL 2006b: 133):

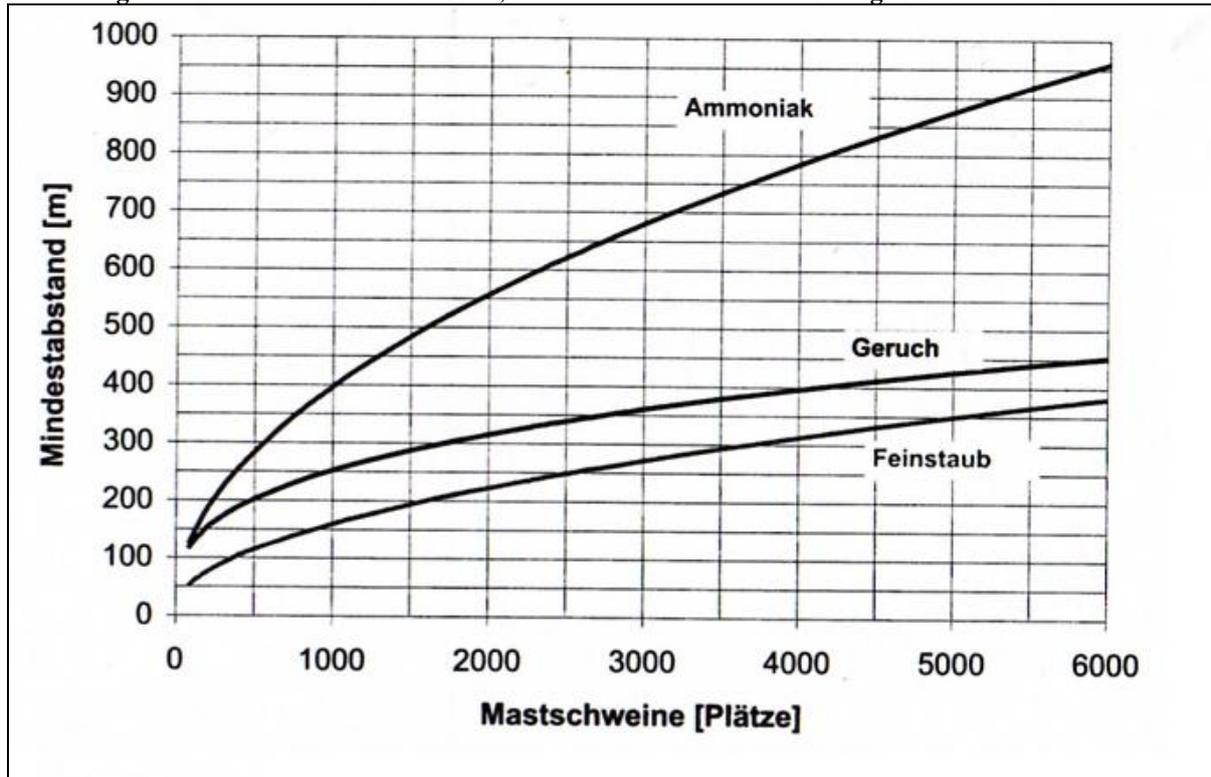
- bei einem geringen Emissionsmassenstrom (Bagatellmassenstrom; Nr. 4.6.1.1 Tab.7 TA Luft),
- bei einer geringen Vorbelastung, d. h. 85% des Konzentrationswertes für Feinstaub (Nr. 4.6.1.2 TA Luft),
- bei einer irrelevanten Zusatzbelastung, die kleiner ist als 3 % des zulässigen Immissions-Jahreswertes (Nr. 4.2.2 a in Verbindung mit Nr. 4.2.1 Tab.1 TA Luft).

Für die ersten beiden Punkte kann trotz geringer Emissionen oder geringer Vorbelastung bei hinreichenden Anhaltspunkten für eine Umweltschädigung eine Sonderfallprüfung angeordnet werden. Der letzte Punkt ist von dieser Regelung ausgenommen. Eine Einhaltung der irrelevanten Zusatzbelastung ist immer abschließend (KTBL 2006b: 133).

Im Gegensatz zur Geruchs- und Ammoniakbelastung stellt die Staub- bzw. Feinstaubbelastung kein großes Problem dar. So wird eine normale bzw. zumutbare Feinstaubkonzentration erreicht, wenn die Abstandsauflagen für die Geruchsbelastung nach den VDI-Richtlinien 3471 und 3474/E sowie Nr. 5.4.7.1 TA Luft eingehalten werden. Einzelne Immissionsmessungen zeigen, dass die Staubkonzentration im Nahbereich (50 bis 100 m) stark abnimmt und nur einzelne Staubpartikel weitergetragen werden (KTBL 2006b: 143).

Zur Berechnung des Mindestabstandes kann die gleiche Formel wie zur Berechnung des Mindestabstandes bei der Ammoniakbelastung verwendet werden. Es muss nur der Abstandsfaktor  $F$  von 3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  auf 1,2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  Zusatzbelastung korrigiert werden. In Abbildung 98 werden die Mindestabstände für Staub, Geruch und Ammoniak am Beispiel der Mastschweinehaltung dargestellt (KTBL 2006b: 144).

Abbildung 98: Mindestabstand für Geruch, Ammoniak und Staub für Anlagen zur Schweinemast



Quelle: KTBL 2006b: 144

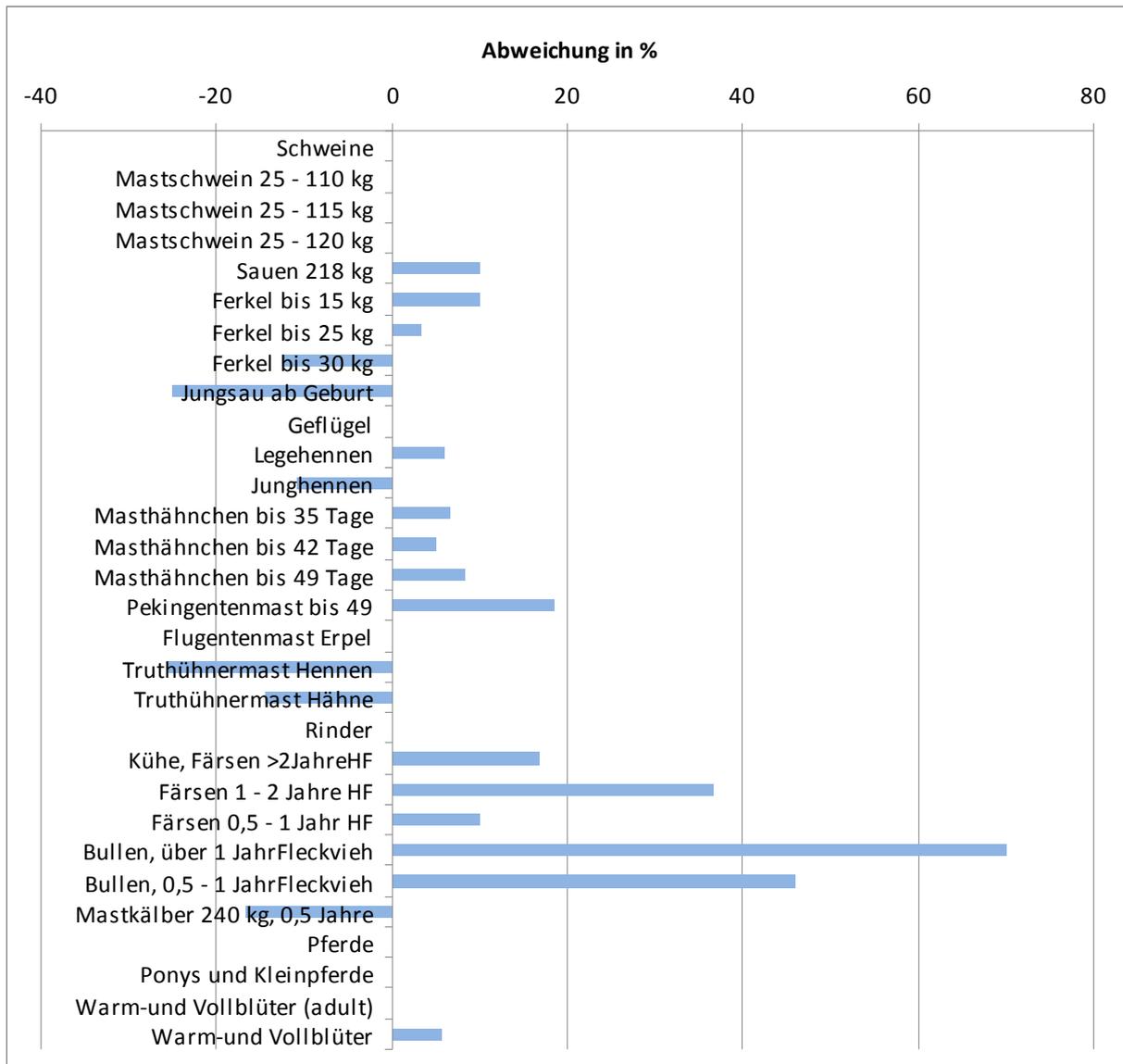
Staub bzw. Feinstaub wird nur in der TA Luft intensiv betrachtet. In den VDI-Richtlinien 3471 und 3472 wird das Problem zwar erkannt, aber auf eine schlechte Nachweisbarkeit verwiesen (VDI-RICHTLINIE 3471 1986: 15; VDI-RICHTLINIE 3472 1986: 13).

### 12.3 Anwendung eines aktuellen GVE-Schlüssels zur Berechnung von Abstandsauflagen

Die zur Berechnung der Mindestabstände für Geruch herangezogenen Tierlebensmassen in GVE basieren auf Wachstumskurven verschiedener Tierarten und Haltungsverfahren, welche bei der KTBL hinterlegt sind. Die Datengrundlage wurde zuletzt 2007 überarbeitet (HACKESCHMIDT 2010). Daher sind neuere Züchtungsfortschritte und den aktuellen Bedürfnissen angepasste Haltungsverfahren in dem berechneten GVE-Schlüssel weitestgehend berücksichtigt. Dennoch ergeben sich bei bestimmten Tierkategorien Abweichungen zwischen den im Entwurf der VDI-Richtlinie 3894 aufgeführten GVE-Schlüssel und dem von SCHULZE MÖNKING (2010) abgeleiteten GVE-Schlüssel (Abbildung 99). Aus Abbildung 99 ist zu erkennen, dass die Tierlebensmassen in der Mastschweinehaltung in den letzten Jahren konstant geblieben sind. Lediglich in der Ferkelaufzucht sind geringe Abweichungen vorzufinden. In der Geflügelhaltung haben sich hingegen die Tiergewichte in den letzten Jahren stärker verändert. Bei der Truthennenmast hat sich das durchschnittliche Gewicht z. B. um 25 % reduziert. Stärkere Abweichungen ergeben sich bei der Rindviehhaltung. Die Zucht hat speziell in der

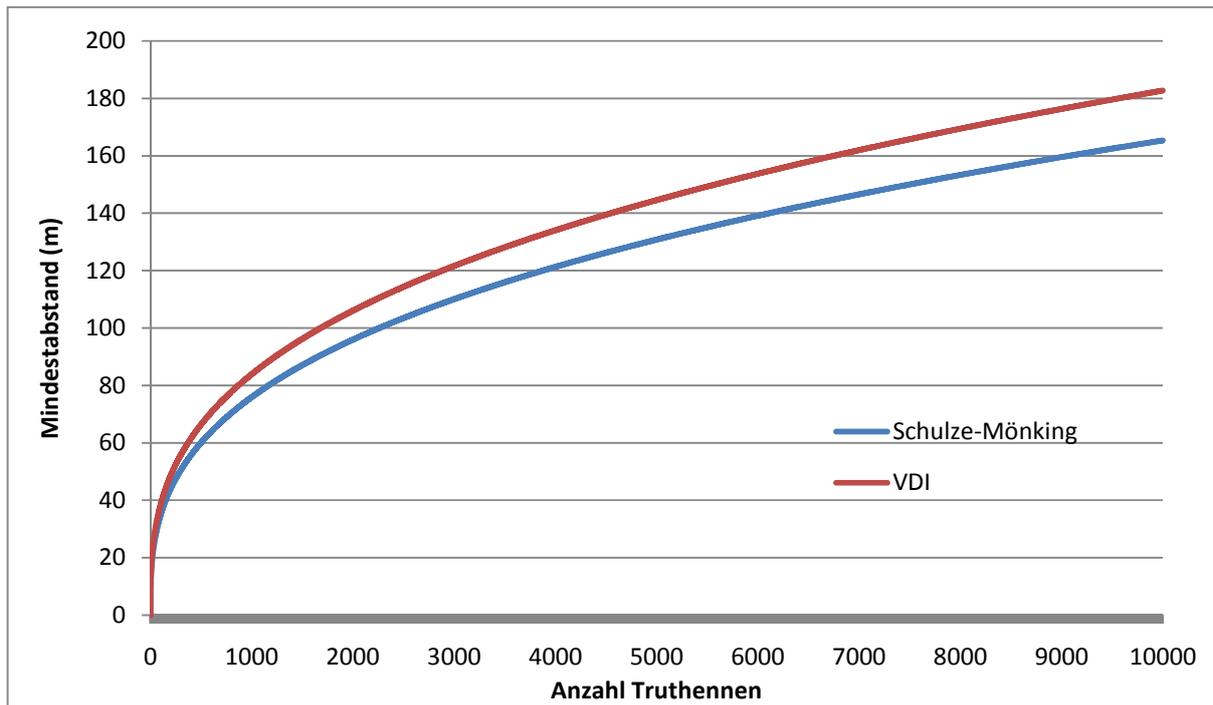
Milchviehhaltung nicht nur die Milch- und Lebensleistung sowie die Anforderungen an die Fütterung und Haltung beeinflusst, sondern im Durchschnitt auch zu größeren und damit schwereren Kühen geführt (STEINWIDDER 2009: 30).

**Abbildung 99: Abweichung zwischen dem von SCHULZE MÖNKING (2010) abgeleiteten GVE-Schlüssel und dem im Entwurf der VDI-RICHTLINIE 3894 aufgeführten GVE-Schlüssel**



Quelle: Eigene Berechnung nach SCHULZE MÖNKING 2010; VDI-RICHTLINIE 3984/E 2009: 40  
 Die Anwendung des von SCHULZE MÖNKING (2010) abgeleiteten GVE-Schlüssels und gleichbleibender Geruchsäquivalenzfaktoren aus dem Entwurf der VDI-Richtlinie 3474 führt zwangsläufig zu Abweichungen von den bisherigen Abstandskurven. Abbildung 100 zeigt die Mindestabstandskurven für die Truthennenmast nach dem GVE-Schlüssel der VDI-RICHTLINIE 3894 und dem von SCHULZE MÖNKING (2010). Es erscheint sinnvoll, einen den aktuellen Wachstumsverläufen angepassten GVE-Schlüssel in der geplanten VDI-Richtlinie 3894 Blatt 2 aufzunehmen.

**Abbildung 100: Mindestabstandskurven zur Wohnbebauung bei unterschiedlichen GVE-Werten der Truthennenmast**



Quelle. Eigene Berechnungen nach Daten von SCHULZE MÖNKING 2010; VDI-RICHTLINIE 3894/E 2009: 40; KTBL 2006b: 151

## 12.4 Kritische Betrachtung

Die Berechnung der Geruchsemissionen und der daraus folgenden Abstandsregelungen sind in der TA Luft im Gegensatz zu den VDI-Richtlinien 3471 und 3472, von denen sie abgeleitet wurden, sehr vereinfacht dargestellt. Die TA Luft behandelt nur Schweine und Geflügel mit den verschiedenen Haltungsformen, jedoch nicht die Rinderhaltung und andere Tierarten. Als Gradmesser für die Bemessung der Abstandsauflagen in der TA Luft wird der GVE-Schlüssel angewendet. Der GVE-Schlüssel, der sich auf 500 kg Lebendmasse bezieht, ist sehr pauschal und gibt nur einen Durchschnitt der Einzeltiermasse wieder. Er lässt z.B. sich ändernde Lebendgewichte aufgrund verschiedener Tierrassen (Legehennen braun bzw. weiß) außen vor. Auch sich unterscheidende Mastanfangs- oder Mastendgewichte infolge abweichender Haltungsbedingungen werden nicht berücksichtigt (GRIMM 2007). Zudem scheinen einige Werte für bestimmte Tierkategorien veraltet zu sein. Allerdings können für Produktionsverfahren, die wesentlich von den aufgelisteten Haltungsverfahren abweichen, im Einzelfall von der obligatorischen Einzeltiermasse abweichende Werte festgelegt werden. Ein weiterer Kritikpunkt ist, dass die TA Luft im Gegensatz zu den VDI-Richtlinien nicht so eng mit betrieblichen Verbesserungen verbunden ist. Bei den VDI-Richtlinien wird der Abstand nach einem Punktesystem hinsichtlich emissionsarmer Haltungsverfahren bemessen. In die TA Luft werden jedoch nur die Abstandsregelungen hinsichtlich der höchstmöglichen Punktzahl (100 Punkte)

übernommen. Dabei werden Betriebe, die nicht über eine emissionsmindernde Kotlagerungs-, Haltungs- und Lüftungstechnik verfügen, mit optimal ausgestatteten Betrieben gleichgesetzt. Allgemein als Kritik ist anzumerken, dass eine Messung der Geruchsbelastung sehr schwierig ist und von der Sensibilität bzw. Subjektivität der betroffenen Personen abhängt (HEIDENREICH 2003).

Mit der Novellierung der TA Luft im Jahr 2002 wurde das Ziel der Verwaltungsvereinfachung verfolgt. Aus diesem Grund werden viele Werte sehr vereinfacht, als Durchschnitt oder pauschal dargestellt und es erfolgt keine ausreichende Differenzierung. Dies ist auch bei der Einordnung eines Bauvorhabens in ein Genehmigungsverfahren nach BImSchG oder Baurecht anhand der Tierplätze der Fall. Es wird bei den Mastgeflügelplätzen keine Unterscheidung hinsichtlich anderer Geflügelarten bzw. Haltungsabschnitte wie Aufzucht oder Mast gemacht. Ein Bauvorhaben, welches z.B. 15.000 Putenhähne oder 15.000 Putenküken umfasst, wäre nach dem BImSchG trotz unterschiedlicher Emissionsfaktoren gleich zu behandeln und genehmigungsbedürftig. So wird zurzeit ein Aufzuchtplatz wie ein Mastplatz behandelt (KTBL 2006b: 49). Darüber hinaus ist zu kritisieren, dass der Begriff „Tierplatz“ weder im europäischen noch im deutschen Umweltrecht definiert ist (GRIMM 2009). Zudem ist die unterschiedliche Bezugsgröße der Geruchsemissionen und der Ammoniak- bzw. Staubemissionen anzuführen. Für die Geruchsemissionen dient die Tierlebensmasse in GVE als Bezugsgröße und für Ammoniak- bzw. Staubemissionen die Tierplätze. Die Ursache für diese unterschiedlichen Bezugsgrößen ist der historische Bezug der Geruchsemissionen auf die Tierlebensmasse und die Anlehnung der Abschätzung der Ammoniakemissionen an die niederländische Ammoniak-Richtlinie. Auch wenn diese Vorgehensweise für die Praxis hinreichend ist (GRIMM 2010), können die verschiedenen Bezugsgrößen vor allem aus landwirtschaftlicher Sicht zu Irritationen führen. Zudem ist die Bezugsgröße Tierplatz als ungenauer einzustufen als ein aktueller GVE-Schlüssel.

## **12.5 Entwicklungsmöglichkeiten**

Die VDI-Richtlinien 3471 und 3472 werden zurzeit überarbeitet. Die neue VDI-Richtlinie 3894 umfasst im Gegensatz zu den bisher gültigen Richtlinien Schweine, Geflügel, Rinder und Pferde. In Blatt 1 der neuen Richtlinie, welches schon im Entwurf vorliegt, wird auf den aktuellen Stand der Haltungstechnik und insbesondere auf die Vermeidung und Minderung von Emissionen eingegangen (VDI-RICHTLINIE 3894 Blatt 1 2009). Das Blatt 2 umfasst überarbeitete Abstandsregelungen im Bereich der Geruchsemissionen. Mit der neuen Richtlinie werden erstmals auch Abstandsregelungen für Ammoniak- und Staubemissionen behandelt.

Die Details der neuen Regelung sind noch nicht bekannt (ECKHOF 2009). In Zukunft wäre die Berücksichtigung des aufgezeigten GVE-Schlüssels aufgrund der in Kapitel 12.4 genannten Kritik in die VDI-Richtlinie 3894 empfehlenswert. Insbesondere für die Geflügel- und die Rinderhaltung sind stärkere Änderungen hinsichtlich der Mindestabstände zu erwarten. Allerdings ist es bei Anwendung eines neuen GVE-Schlüssels empfehlenswert, die tierartspezifischen Geruchsäquivalenzfaktoren ebenfalls nach neueren Erkenntnissen anzupassen. Zudem erscheint eine zukünftige einheitliche Bezugsgröße für die Abstandsberechnungen für Geruchs-, Ammoniak- und Staubemissionen überlegenswert.

Hinsichtlich der Geruchsemissionen soll die gefühlte Geruchsintensität zukünftig in der GIRL verankert werden. In Nordrhein-Westfalen wurden aus diesem Grund Gewichtungsfaktoren für die Geruchsintensität eingeführt, mit denen die Geruchsimmissionen der verschiedenen Tierarten bewertet werden. So gilt für die geruchsintensiveren Tiere, etwa das Mastgeflügel, ein Wert von 1,5, für Legehennen und Enten sowie sonstige Tierarten ein Wert von 1, für weniger geruchsintensive Tiere wie Mastschweine und Sauen ein Wert von 0,75, für Milchkühe sowie Jungtiere ein Wert von 0,5 (KTBL 2009a: 90). Nach diesen Werten dürfen in NRW Rinderställe in größerer Nähe zu Wohnbebauung errichtet werden. In Niedersachsen z.B. ist eine derartige Neuerung noch nicht in der GIRL verankert.

## **13. Fazit und Ausblick**

### **13.1 Internationaler Vergleich**

Der Vergleich verschiedener nationaler sowie durch supranationale Organisationen entwickelter Vorgehensweisen bei der Darstellung der Agrarproduktion und der Methodiken zur Erstellung von Futterbilanzen verdeutlicht die Existenz zahlreicher unterschiedlicher Ansätze. Die Bewertung pflanzlicher Produkte reicht von der ausschließlichen Angabe des Produktgewichts in Frisch- oder Trockenmasse bis zur Angabe eines Energiewertes für die Tierernährung. Dabei ist die Vergleichbarkeit pflanzlicher Produkte auf der Basis der Frischmasse sehr gering, so dass auf dieser Vorgehensweise beruhende Kennzahlen wenig aussagekräftig sind. Die Angaben von Energieeinheiten für die pflanzliche Produktion entstammen meist nationalen Energiebewertungssystemen, die zu international nur bedingt vergleichbaren Ergebnissen führen.

Die Länder Dänemark, Italien und die Niederlande haben zur statistischen Darstellung pflanzlicher Produkte die Energiebewertungsstufe Nettoenergie gewählt. Italien nutzt einen Nettoenergiewert für die Verwertungsrichtung Fleischproduktion von Wiederkäuern, wohingegen Dänemark und die Niederlande einen Nettoenergiewert für die Milchproduktion anwenden.

Die Schweiz bewertet pflanzliche Produkte auf der Stufe Umsetzbare Energie für Wiederkäuer, während die USA mit verdaulicher Energie arbeiten. In den meisten Ländern wird aus Vereinfachungsgründen der Futterwert für Wiederkäuer als „kleinster gemeinsamer Nenner“ zur Bewertung von Futtermitteln bzw. pflanzlichen Produkten in der Statistik gewählt.

Daneben finden sich auch Systeme, die Selbstversorgungsgrade auf Basis einer monetären Aggregation ermitteln. In verschiedenen Studien wird jedoch darauf hingewiesen, dass entsprechende Kennzahlen weniger die Versorgungssicherheit als vielmehr die Wettbewerbsfähigkeit der Land- und teilweise auch der Ernährungswirtschaft eines Landes abbilden. Die Aussagekraft der monetären Aggregation wird nur dann als ausreichend erachtet, wenn keine allzu großen Preissprünge bei landwirtschaftlichen Produkten auftreten. Einschränkend wird darauf hingewiesen, dass die Versorgung der Bevölkerung mit den notwendigen Kalorien häufig wesentlich besser ist als es der auf Marktpreisen basierende, in vielen Fällen vergleichsweise geringe Selbstversorgungsgrad vermuten lässt. Indizien wie Überernährung und der erhebliche Umfang anfallender Nahrungsmittelabfälle unterstreichen diese Einschätzungen. Als Gründe werden u.a. die wachsende Auswahl an Nahrungsmitteln, welche die heimische Landwirtschaft nicht produzieren kann, die Möglichkeit der Erhöhung der Kalorieneffizienz bei der Nahrungsmittelproduktion sowie die Subsistenzwirtschaft z.B. in Form eines eigenen Gartens genannt (FOOD CHAIN ANALYSIS GROUP 2006: IV, 35-36; HOLLERAN 2007: 29-33; MCDIARMID 2007: 31). Die Ermittlung eines Gesamtselbstversorgungsgrades auf Basis einer monetären Aggregation bietet zudem – wie die sehr unterschiedlichen Vorgehensweisen in Großbritannien, Italien und den Niederlanden zeigen – erhebliche Gestaltungsspielräume, so dass die Interpretation der Ergebnisse schwierig ist. Aus den zuvor genannten Gründen ist eine monetäre Aggregation als wenig geeignet zu betrachten und daher abzulehnen.

Soweit Länder eine physische Aggregation vornehmen, lassen sich zwei Zielrichtungen und damit verknüpfte Vorgehensweisen unterscheiden. Zum einen werden, so u.a. von der FAO und der Schweiz, ausschließlich die Hauptnährstoffe der landwirtschaftlichen Produkte als Aggregationsmaßstäbe verwendet. Diese Vorgehensweise dient im Wesentlichen der Darstellung, inwieweit der menschliche Bedarf an den einzelnen Nährstoffen gedeckt ist. Sie ermöglicht es zudem, Veränderungen der Verzehrsgewohnheiten zu verdeutlichen. Zum anderen findet die GE Anwendung, welche die tierischen Erzeugnisse nach dem Futteraufwand und die pflanzlichen Produkte nach ihrem Futterwert bewertet. Anders als bei der ausschließlichen Betrachtung der Hauptnährstoffe für die menschliche Ernährung können mit Hilfe der GE auch die Stoffströme zwischen der pflanzlichen Produktion und der Tierproduktion abgebildet werden. Angesichts der für Deutschland charakteristischen Überversorgung mit Nährstoffen

erscheint ein Festhalten an der GE als physischem Aggregationsmaßstab daher zweckmäßiger als die Betrachtung der Versorgung mit Nährstoffen.

Die nationalen Futterbilanzen weisen das Futteraufkommen in den meisten Fällen als Restgröße nach Abzug anderer Verwendungsposten wie Saatgut, direkter Nahrungsmittelverbrauch, Verluste etc. von der verwendbaren Erzeugung aus. Um die Futtermenge zu überprüfen und die Verwendung einzelner Futtermittel durch verschiedene Tierarten abzuschätzen, sind zum Teil sehr interessante, häufig stark divergierende methodische Vorgehensweisen in den einzelnen Ländern entwickelt worden.

Die Anwendung verschiedener Tierindizes durch das U.S. Department of Agriculture erscheint aufgrund variierender Futteranforderungen der einzelnen Tierarten grundsätzlich sehr sinnvoll. Die Aussagekraft der Statistiken in den USA wird allerdings gegenwärtig durch die Zugrundelegung veralteter Daten eingeschränkt. Dies betrifft die GE ebenso und veranschaulicht die hohen Anforderungen an die Aktualität dieser Maßstäbe. Der SCHWEIZERISCHE BAUERNVERBAND (2007: 89) beziffert den Proteinbedarf des Tierbestandes einheitlich in verdaulichem Protein. Der Energiebedarf wird für die einzelnen Tierarten in den jeweiligen tierartspezifischen Energiebewertungsstufen angegeben. Das Problem bei dieser Vorgehensweise ist die mangelnde Vergleichbarkeit der Ergebnisse, da eine einheitliche Bewertungsgröße fehlt. Bemerkenswerte Ansätze stammen dagegen aus Österreich und Frankreich. So wird in Österreich mit der Datenbank von STEINWIDDER (2003) erreicht, dass eine genaue Aufteilung der einzelnen Futtermittel auf die Tierarten und die exakte Ermittlung des Gesamtbedarfes an Energie, Protein und Trockenmasse möglich wird. Das französische Modell „Zukunftsforschung Futtermittel“ der CÉRÉOPA (2008) wiederum schafft die Möglichkeit, Voraussagen über die Kraftfutterproduktion treffen zu können, bedarf allerdings einer aufwendigen Datenpflege.

Insgesamt ist damit aus der Sicht einer möglichen Weiterentwicklung des deutschen Systems der naturalen Gesamtrechnung festzuhalten, dass international kein offensichtlich überlegenes System im Einsatz ist, dessen Übernahme empfohlen werden könnte. Gleichwohl könnten einzelne Anregungen aus Österreich und Frankreich bei der Aufteilung der Futtermittel aufgegriffen werden. Zu klären wäre allerdings, ob der damit verbundene erhebliche Aufwand in einem angemessenen Verhältnis zum erreichbaren Zugewinn an Informationen steht.

Noch gänzlich ungeklärt ist bislang auf internationaler Ebene die Frage, wie der wachsende Anteil der Bioenergieproduktion angemessen berücksichtigt werden kann, insbesondere angesichts der „Verwendungsoffenheit“ bspw. von Mais für die Tier- und die Bioenergieprodukti-

on sowie von Rapsöl für die menschliche Ernährung oder die Kraftstofferzeugung. Insofern hat Schulze Mönking (2010) mit seinen Arbeiten zur Berücksichtigung der Bioenergieproduktion einen wesentlichen Beitrag zur Weiterentwicklung des Systems der naturalen Gesamtrechnung geleistet.

Noch mehr als für die Bioenergieproduktion gilt für Aspekte, wie sie sich aus dem Konzept einer multifunktionalen Landwirtschaft oder den zunehmend an Bedeutung gewinnenden Aspekten der Produkt- und Prozessqualität ergeben, dass sich für die Behandlung dieser Gesichtspunkte international keine Vorbilder erkennen lassen. Das System der naturalen Gesamtrechnung wird daher auch in Zukunft einer kontinuierlichen Weiterentwicklung bedürfen, um den sich wandelnden wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Anforderungen an die Landwirtschaft gerecht zu werden. Allerdings wird man in Bezug auf einzelne Aspekte auch anerkennen müssen, dass es Grenzen einer Abbildung der verschiedenen Leistungen der Landwirtschaft in einer einzelnen Zahl gibt, insbesondere dann, wenn diese Aspekte sich deutlich von physischen Größen entfernen und in keinem Zusammenhang mehr mit dem Nährstoff- oder Energiegehalt der Agrarprodukte stehen (bspw. „Erhalt der Kulturlandschaft“).

### **13.2 Die GVE in Agrarumweltmaßnahmen**

Der Umweltschutz hat in der Agrarpolitik in den letzten 20 Jahren an Bedeutung gewonnen. Umgesetzt wird er insbesondere durch Agrarumweltmaßnahmen, welche entsprechend der ELER-Verordnung und dem GAK-Rahmenplan die GVE als Größe für die Festlegung von Viehbesatzgrenzen nutzen. Den größten finanziellen und flächenbezogenen Umfang innerhalb der Agrarumweltmaßnahmen hat die „extensive Grünlandnutzung“. Die Heterogenität der Ziele und die regionalen Rahmenbedingungen beeinflussen die angebotenen GAK-kofinanzierten Agrarumweltmaßnahmen in den einzelnen Bundesländern. Der Vergleich dieser Maßnahmen zeigt die Unterschiede hinsichtlich der Anwendung der GVE und der Förderhöhe der jeweiligen Maßnahme. Die Grünlandextensivierung im niedersächsischen und hessischen (ohne Weideverpflichtung) Agrarumweltprogramm kennt keine Beschränkung hinsichtlich des Tierbestandes, wohingegen NRW mit 0,6 RGV den höchsten Mindestviehbesatz fordert. Die übrigen in den Vergleich einbezogenen Bundesländer weisen ähnliche GVE-Grenzen wie die GAK auf. Alle Länder bieten zusätzlich zu den durch die GAK geförderten Maßnahmen weitere auf Grünland bezogene Vertragsnaturschutzmaßnahmen an, welche von den GAK-Vorgaben abweichende Viehbesatzgrenzen enthalten.

Es konnte gezeigt werden, dass die GVE die aus der Haltung verschiedener Tierarten resultierenden Umweltbelastungen nur ungenau wiedergibt. Die Bewertung von Umweltbelastungen nach dem System der GVE stellt die Milchkuhhaltung insbesondere gegenüber der Bullenmast, der Mutterkuhhaltung sowie der Schaf- und Ziegenhaltung besser. Anknüpfungspunkte für die Entwicklung von Lösungsansätzen bieten die Vorgehensweisen in Dänemark und der Schweiz, welche den N- bzw. P-Ausstoß der Tiere berücksichtigen. In Abhängigkeit von der Höhe der in dieser Arbeit diskutierten N-Obergrenze in Agrarumweltmaßnahmen erhöhen bzw. verringern sich die Anforderungen an den Höchstviehbesatz im Vergleich zur geltenden GVE-Grenze. Eine Ablösung der GVE durch N-Obergrenzen würde somit eine unter Umweltschutzgesichtspunkten zielgenauere Formulierung von Agrarumweltmaßnahmen erlauben.

Auch für die Abschätzung der Fähigkeit der Tierhaltung, Flächen offen zu halten, ist die GVE zu ungenau. Bei der Festsetzung der Mindestbestände für die Freihaltung von extensiv genutzten Flächen bietet die aktualisierte VE nach SCHULZE MÖNKING (2009) einen weitaus besseren Ansatz. Durch die Berücksichtigung des Futterenergiebedarfs der Tiere in einer derartigen VE wird vor allem der große Unterschied zwischen der oft extensiv betriebenen Mutterkuhhaltung und der intensiv betriebenen Milchkuhhaltung deutlich. Bei Ersatz der 0,3 GVE/ha-Grenze durch die 0,3 VE/ha-Grenze würden die Mindestanforderungen an den Viehbesatz steigen, allerdings ohne eine unangemessene Härte für landwirtschaftliche Betriebe festzulegen.

Als Ergebnis der ökonomischen Bewertung der Anpassungsreaktionen an veränderte Viehbesatzforderungen ist festzuhalten, dass die Teilnahmekosten des analysierten Modellbetriebs an einer Grünlandextensivierungsmaßnahme ohne Viehbesatzbeschränkung im Vergleich zu einer Grünlandextensivierungsmaßnahme mit Viehbesatzbeschränkung steigen. Die Veränderung der Futterration und die Flächenzupacht wären die Anpassungsmöglichkeiten mit den größten wirtschaftlichen Vorteilen. Die Entscheidung zwischen beiden Maßnahmen hängt in erster Linie vom Pachtpreisniveau ab. Insgesamt mindern steigende Pachtpreise den Vorteil der Maßnahmenteilnahme, insbesondere im Rahmen der Anpassungsvariante ‚Flächenzupacht‘. Verschiedene Sensitivitätsanalysen zeigen, dass die Wahl zwischen der Veränderung der Futterration und der Flächenzupacht von der Entwicklung verschiedener weiterer relevanter Größen (insbesondere Milch- oder Fleischpreise, Pachtpreise und Düngerpreise) beeinflusst wird.

Die in dieser Arbeit durchgeführten Kalkulationen zur Rentabilität der Grünlandextensivierung beziehen sich allesamt auf den Beispielbetrieb. Betriebsgröße, Bewirtschaftungsintensität und Standortbedingungen haben einen großen Einfluss auf die Höhe des Mehraufwandes und sollten daher bei Überlegungen zu den Anpassungsstrategien teilnahmewilliger Betriebe an veränderte Viehbewertungen berücksichtigt werden. Aufgrund der Verwendung von Durchschnittsdaten aus dem Testbetriebsnetz sind die Ergebnisse jedoch für einen beachtlichen Teil der Betriebe aussagekräftig.

Die empirische Analyse unter Verwendung von niedersächsischen und bayerischen InVeKoS-Daten zeigt, dass sich die Betriebe in Abhängigkeit von der jeweiligen Förder- und Betriebsstruktur sehr unterschiedlich an veränderte Viehbesatzbeschränkungen anpassen. Es konnten verschiedene Betriebsgruppen mit unterschiedlichem Anpassungsverhalten identifiziert werden. In Niedersachsen erhöhen die Betriebe ihren Flächenumfang, wohingegen die bayerischen Betriebe den Viehbestand reduzieren, um die geforderten Höchstviehbesätze einzuhalten. Das Vorgehen der niedersächsischen Betriebe entspricht dabei der modelltheoretischen Kalkulation, in der bei moderaten Pachtpreisen die Flächenerweiterung ein wirtschaftlich opportunes Anpassungsverhalten darstellt. Allerdings ist nur bei geringer Wirtschaftlichkeit der Tierproduktion und bei verfügbarer hoher alternativer Arbeitsentlohnung die Reduzierung des Viehbestandes vorteilhaft. Daher reagieren in Bayern nur Betriebe mit schlechten Produktionskennzahlen mit einer Verringerung des Viehbestandes auf die Veränderung der Viehbesatzforderungen.

Die Analyse des Anpassungsverhaltens der bayerischen und niedersächsischen Betriebe an die Verringerung der Mindestviehbesatzforderungen zeigt, dass die Betriebe ihren Viehbestand reduzieren, wenn sie auf diese Weise spürbare Arbeitserleichterungen generieren können. Die hohen Flächenbewirtschaftungskosten bei gleichzeitig geringen Erlösen aus der Tierhaltung veranlassen die Betriebe nicht, mehr Fläche hinzuzupachten, um höhere Förderungen abzuschöpfen; vielmehr erscheint ihnen eine Reduzierung des Viehbestands im Falle reduzierter Mindestviehbesatzforderungen attraktiver. Insgesamt hat jedoch die Mindestbesatzforderung eine viehbestandserhaltende Wirkung für extensiv wirtschaftende Betriebe.

Die mit der Anwendung der vorgeschlagenen alternativen Höchstviehbesatzvorgaben einhergehenden Veränderungen der geförderten Grünlandfläche sind in Abhängigkeit von der Höhe der N-Obergrenze zu betrachten. In Regionen mit bisher großen Anteilen an extensivierten Grünlandflächen ist eine Abnahme der extensiven Grünlandfläche bei Anwendung einer 120 kg N-Grenze zu erwarten. Dagegen erhöht sich die geförderte Grünlandfläche bei Imple-

mentierung einer maximalen Ausbringungsmenge von 140 kg N überwiegend auf tendenziell besseren Standorten. Bei Verwendung der VE anstelle der RGV zur Festlegung von Mindestbesatzforderungen ist keine so starke Auswirkung auf den gesamten geförderten Flächenumfang wie bei der Veränderung der Viehbesatzhöchstgrenze zu erwarten.

### **13.3 Die GVE im Stallbaurecht**

Analog zu den steigenden Teilnahmekosten bei Agrarumweltmaßnahmen mit Viehbesatzbeschränkungen kann ein Bauvorhaben einer Tierhaltungsanlage besonders durch die vielen Abstandsaufgaben schnell aufwendig und teuer werden. Die hohen Anforderungen an den Standort von Tierhaltungsanlagen führen des Öfteren zur Ablehnung von Bauvorhaben. Der mit dem Genehmigungsverfahren verbundene Aufwand kann umso niedriger gehalten werden, je eindeutiger und übersichtlicher Abstandsaufgaben der Tierhaltungsanlagen von Wohnbebauungen oder empfindlichen Ökosystemen wie z. B. Wald bestimmbar sind. Dies ist auf der einen Seite im Hinblick auf die Beurteilungsspielräume der TA Luft von Bedeutung, die auf die ursprüngliche Formulierung der TA Luft für die Industrie zurückzuführen sind. Auf der anderen Seite sind tierhaltungsspezifische Auflagen wie die Geruchs-, Ammoniak- oder Staubabstandsregelung der VDI-Richtlinien, der TA Luft und der GIRL nur wenig differenziert ausgelegt (KTBL 2006: 209). Der Praxis würden aktuelle und genaue Instrumente, um den Bau von Tierhaltungsanlagen vorab so genau wie möglich durchzuplanen, helfen.

Der differenziertere und aktuellere GVE-Schlüssel von SCHULZE MÖNKING (2010) könnte in diesem Zusammenhang zur Unterstützung herangezogen werden. Mit Blick auf den Umweltschutz kann er weiterhin durch die Wiedergabe zeitgemäßer geruchsrelevanter Tierlebensmassen dazu dienen, die Schutzgüter Boden, Pflanzen, Wasser, Luft und Menschen stärker vor schädlichen Umwelteinwirkungen zu schützen. Allerdings ist es bei Anwendung eines neuen GVE-Schlüssels ratsam, die tierartspezifischen Geruchsäquivalenzfaktoren ebenfalls entsprechend zeitgemäßer Erkenntnisse festzulegen. Zudem erscheint eine zukünftige einheitliche Bezugsgröße für die Abstandsberechnungen für Geruchs-, Ammoniak- und Staubemissionen erwägenswert.

## 14. Literaturverzeichnis

- AHITUV, A., KIMHI, A., (2006): Simultaneous Estimation of Work Choices and the Level of Farm Activity Using Panel Data. In: European Review of Agricultural Economics, 33 (1) S. 49-71.
- ARELLANO, M. (1987): Computing Robust Standard Errors for Within-Groups Estimators. In: Oxford Bulletin of Economics and Statistics, 49, S. 431-434.
- ARELLANO, M. (2003): Panel Data Econometrics. Oxford.
- AUER, L. V. (2003): Ökonometrie. Eine Einführung, 2. Aufl., Berlin.
- AUER, L. V. (2007): Ökonometrie. Eine Einführung, 4. Aufl., Berlin.
- BACKHAUS, K., ERICHSON, B., PLINKE, W., WEIBER, R. (2008): Multivariate Analysemethoden. Eine anwendungsorientierte Einführung. 12. Aufl., Berlin.
- BACKUS, G., WAGENBERG, C. (1998): Mineralflow: A model to determine cost efficient strategies to improve pig slurry application under the Dutch Mineral Accounting System. Research Institute for Pig Husbandry. URL: <http://www.ramiran.net/doc98/FIN-POST/VANWAGEN.pdf>.
- BANTZER, G. (1970): Studie der methodischen Probleme bei der Aufstellung von Gesamtrechnungen über die Versorgungslage in der Europäischen Wirtschaftsgemeinschaft mit landwirtschaftlichen Erzeugnissen. Statistisches Amt der Europäischen Gemeinschaften.
- BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT (2007): Bekanntmachung der Neufassung der Düngeverordnung. Bundesgesetzblatt Jahrgang 2007 Teil I Nr. 7, Bonn URL: [www.lfl.bayern.de/iab/duengung/mineralisch/15551/linkurl\\_0\\_5\\_0\\_0.pdf](http://www.lfl.bayern.de/iab/duengung/mineralisch/15551/linkurl_0_5_0_0.pdf).
- BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT (2008): Kalkulationsblatt zur Abschätzung des GV-Besatzes und der Hauptfutterfläche - Excel-Anwendung. URL: [www.lfl.bayern.de/iab/duengung/umwelt/26978/](http://www.lfl.bayern.de/iab/duengung/umwelt/26978/)
- BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN (STMELF) (2009a): Betriebsprämien: ab 2010 beginnt der Gleitflug. URL: [www.aelfke.bayern.de/betr2010.pdf](http://www.aelfke.bayern.de/betr2010.pdf).
- BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN (STMELF) (2009b): Bayerisches Zukunftsprogramm Agrarwirtschaft und Ländlicher Raum 2007 – 2013 aus dem Europäischen Landwirtschaftsfonds (ELER) gemäß Ver-

- ordnung (EG) Nr. 1698/2005. URL: [www.stmelf.bayern.de/agrarpolitik/programme/eler/24245/linkurl\\_1.pdf](http://www.stmelf.bayern.de/agrarpolitik/programme/eler/24245/linkurl_1.pdf).
- BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN (StMELF), BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND GESUNDHEIT (2010): Merkblatt Agrarumweltmaßnahmen (AUM). Bayerisches Kulturlandschaftsprogramm – Teil A (KULAP-A). Bayerisches Vertragsnaturschutzprogramm (VNP/EA). URL: [http://www.stmelf.bayern.de/agrarpolitik/programme/foerderwegweiser/11028/linkurl\\_2.pdf](http://www.stmelf.bayern.de/agrarpolitik/programme/foerderwegweiser/11028/linkurl_2.pdf).
- BECKER, J. (1988): Aggregation in landwirtschaftlichen Gesamtrechnungen über physische Maßstäbe: Futtergersteneinheiten als Generalnenner. Dissertation, Wissenschaftlicher Fachverlag, Uni Gießen.
- BECKMANN, M., KUHN, D. (2009): Temporärbeschäftigung und Unternehmenserfolg: Eine empirische Untersuchung anhand schweizerischer und deutscher Firmendaten. Forschungsbericht. Uni Basel. URL: [http://wwz.unibas.ch/fileadmin/wwz/redaktion/Forum/Forschungsberichte/2009/FBD\\_119Temporaerbeschaeftigungu.pdf](http://wwz.unibas.ch/fileadmin/wwz/redaktion/Forum/Forschungsberichte/2009/FBD_119Temporaerbeschaeftigungu.pdf).
- BEHÖRDE FÜR WIRTSCHAFT UND ARBEIT (2007): Plan der Freien und Hansestadt Hamburg zur Entwicklung des ländlichen Raums für den Zeitraum 2007 – 2013 nach der VO (EG) Nr. 1698/2005. URL: <http://www.hamburg.de/contentblob/1400526/data/eplr-hh-2007-2013.pdf>.
- BESCH, M., WÖHLKEN, E. (1976): Zielsetzung, Aussagemöglichkeiten und Aussagegrenzen von mengen- und wertmässigen Gesamtrechnungen, 2. berichtige Ausgabe, Giessen.
- BHARGAVA, A., FRANZINI, L., NARENDRANATHAN, W. (1982): Serial Correlation and the Fixed Effects Models. In: Review of Economic Studies, 49 (158), S. 533-549.
- BOHNENKEMPER, O., CHUDASKE, C., LÜPPING, W., RUTZMOSE, K., SCHENKEL, H., SOMMER, W., SPIEKERS, H., STALLJOHANN, G., STAUDACHER, W. (2005): Bilanzierung der Nährstoffausscheidungen landwirtschaftlicher Nutztiere. Frankfurt a. Main.
- BOULDING, K. (1955): Economic Analysis. 3. Aufl., Harper and Row, London.
- BÖHME, C. (1943a): Anbau-Wertzahlen. In: Mitteilungen für die Landwirtschaft, Jg. 58, H. 11, S. 74-76.
- BÖHME, C. (1943b): Leistungszahlen. In: Mitteilungen für die Landwirtschaft, Jg. 58, H. 45, S. 921-922.

- BRIEMLE, G., FINK, C., HUTTER, C. (1993): Wiesen, Weiden und anderes Grünland. Biotope erkennen, bestimmen, schützen. Stuttgart.
- BRUGGER, H. (1968): Statistisches Handbuch der schweizerischen Landwirtschaft. Bern.
- BRÜMMER, B., LOY J.P. (2000): The Technical Efficiency Impact of Farm Credit Programs: A Case Study of Northern Germany. In: Journal of Agricultural Economics, 51 (3), S. 405-418.
- BUNDESAMT FÜR BEVÖLKERUNGSSCHUTZ UND KATASTROPHENHILFE (BBK) (2007): Bevölkerungsschutz. URL: [http://www.bbk.bund.de/DE/02\\_\\_Themen/13\\_\\_Aus\\_\\_undWeiterbildung/06\\_\\_Dozenten/Dozenten\\_\\_node.html\\_\\_nnn=true#doc916480bodyText5](http://www.bbk.bund.de/DE/02__Themen/13__Aus__undWeiterbildung/06__Dozenten/Dozenten__node.html__nnn=true#doc916480bodyText5).
- BUNDESAMT FÜR LANDWIRTSCHAFT (2006): Wegleitung Suisse-Bilanz. 1. 5. Aufl. URL: [www.sz.ch/documents/wegleitung\\_suisse-bilanz\\_2006-2.pdf](http://www.sz.ch/documents/wegleitung_suisse-bilanz_2006-2.pdf).
- BUNDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT UND ERNÄHRUNG (BLE) (2006): Aufgaben der BLE auf dem Gebiet der Ernährungsnotfallvorsorge. Bonn. URL: [http://www.ble.de/nm\\_417426/SharedDocs/Downloads/06\\_\\_Aktuelles/Publikationen/Broschueren/ENV,templateId=raw,property=publicationFile.pdf/ENV.pdf](http://www.ble.de/nm_417426/SharedDocs/Downloads/06__Aktuelles/Publikationen/Broschueren/ENV,templateId=raw,property=publicationFile.pdf/ENV.pdf).
- BUNDESMINISTERIUM DER JUSTIZ (BMJ) (2004): Baugesetzbuch. Neugefasst durch Bek. v. 23.9.2004. URL: <http://bundesrecht.juris.de/bundesrecht/bbaug/gesamt.pdf>.
- BUNDESMINISTERIUM DER JUSTIZ (BMJ) (2007): Neunte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes URL: [http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/bimschv\\_9/gesamt.pdf](http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/bimschv_9/gesamt.pdf).
- BUNDESMINISTERIUM DER JUSTIZ (BMJ) (2009): Vierte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Art. 1 der Version zur Neufassung und Änderung von Verordnungen zur Durchführung des Bundes- Immissionsschutzgesetzes) (Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen - 4. BImSchV). URL: [http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/bimschv\\_4\\_1985/gesamt.pdf](http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/bimschv_4_1985/gesamt.pdf).
- BUNDESMINISTERIUM DER JUSTIZ (2008): Verordnung über das Inverkehrbringen von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln (Düngemittelverordnung - DüMV). Geändert durch Art. 2 V v. 6.2.2009. URL: [www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/d\\_mv\\_2008/gesamt.pdf](http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/d_mv_2008/gesamt.pdf).

BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN (BML) (1990): Statistisches Jahrbuch über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten der Bundesrepublik Deutschland 1990. Landwirtschaftsverlag, Bonn.

BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ (BMELV) (2006): Nationaler Strategieplan der Bundesrepublik Deutschland für die Entwicklung ländlicher Räume 2007 – 2013. URL: [www.bmelv.de/cln\\_044/nn\\_751686/SharedDocs/downloads/08-LaendlicheRaeume/Strategiepapier,templateId=raw,property=publicationFile.pdf/Strategiepapier.pdf](http://www.bmelv.de/cln_044/nn_751686/SharedDocs/downloads/08-LaendlicheRaeume/Strategiepapier,templateId=raw,property=publicationFile.pdf/Strategiepapier.pdf).

BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ (BMELV) (2007a): Förderung der ländlichen Entwicklung in Deutschland. Förderrahmen, Maßnahmen, Zuständigkeiten. URL: [www.bmelv.de/cln\\_044/nn\\_750578/SharedDocs/downloads/01-Broschueren/FoerderungLaendlicherEntwicklung,templateId=raw,property=publicationFile.pdf/FoerderungLaendlicherEntwicklung.pdf](http://www.bmelv.de/cln_044/nn_750578/SharedDocs/downloads/01-Broschueren/FoerderungLaendlicherEntwicklung,templateId=raw,property=publicationFile.pdf/FoerderungLaendlicherEntwicklung.pdf).

BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ (BMELV) (2007b): Statistisches Jahrbuch über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten 2007. Landwirtschaftsverlag, Bonn.

BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ (BMELV) (2008): Testbetriebsnetz. Buchführungsergebnisse der Testbetriebe Landwirtschaft 2007/2008: Detaillierte Auswertungen nach Betriebsformen und Ergebnisse nach Ländern. URL: <http://www.bmelv-statistik.de/de/testbetriebsnetz/buchfuehrungsergebnisse-landwirtschaft/#c1088>.

BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ (BMELV) (2009a): Nationaler Strategieplan für die Entwicklung ländlicher Räume 2007 bis 2013. URL: [www.bmelv.de/cln\\_044/nn\\_749972/DE/08-LaendlicheRaeume/natStrategieplan.html\\_\\_nnn=true](http://www.bmelv.de/cln_044/nn_749972/DE/08-LaendlicheRaeume/natStrategieplan.html__nnn=true).

BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ (BMELV) (2009b): Statistisches Jahrbuch über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten 2009. Landwirtschaftsverlag, Bonn.

BUNDESMINISTERIUM FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT, UMWELT UND WASSERWIRTSCHAFT (BMLFUW) (2007): Grüner Bericht 2007. Ausg. 48, Wien URL: <http://www.gruenerbericht.at/cms/index.php>.

- BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT (BMU) (2002): Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft. URL: <http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/taluft.pdf>.
- BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT (BMU) (2005): Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung. URL: <http://bundesrecht.juris.de/bundesrecht/uvpg/gesamt.pdf>.
- BUNDESMINISTERIUM FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ, ERNÄHRUNG UND LANDWIRTSCHAFT (BMVEL), REFERAT 425 (2002): Internes Arbeitspapier zur Erstellung einer Futtermittelbilanz.
- BUNDESMINISTERIUM FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ, ERNÄHRUNG UND LANDWIRTSCHAFT (BMVEL), REFERAT 425 (2005): Internes Arbeitspapier zu Datenquellen und Berechnungsmethodik der Futterbilanz.
- BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND TECHNOLOGIE (2009): Förderdatenbank. Förderprogramme und Finanzhilfen des Bundes, der Länder und der EU. Gemeinschaftsaufgabe „Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes“ (GAK). URL: <http://www.foerderdatenbank.de/Foerder-DB/Navigation/Foerderrecherche/suche.html?get=6f30e7ddc4905846ffb429291a9bd4e7;views;document&doc=10235&typ=KU>.
- CASAGRANDE, P. (2000): Travaux du SCEES sur l'alimentation animale. Ministère de l'Agriculture et de la Pêche.
- CENTRO REGIONAL DE ESTADÍSTICA DE MURCIA (2006): Superficie y producción por grupos de cultivos. URL: [http://www.carm.es/econet/sicrem/PU\\_datosBasicos/pdf/sec49.pdf](http://www.carm.es/econet/sicrem/PU_datosBasicos/pdf/sec49.pdf).
- CÉRÉOPA - CENTRE D'ÉTUDE ET DE RECHERCHE SUR L'ÉCONOMIE ET L'ORGANISATION DES PRODUCTIONS ANIMALES (2008a): Production nationale d'aliment composé. Estimation pour octobre 2008 à septembre 2009. URL: <http://www.feedbase.com/papers/estimations.pdf>.
- CÉRÉOPA - CENTRE D'ÉTUDE ET DE RECHERCHE SUR L'ÉCONOMIE ET L'ORGANISATION DES PRODUCTIONS ANIMALES (2008b): Process of the 'Prospective Aliment' Programme. Arbeitsbericht.
- CÉRÉOPA - CENTRE D'ÉTUDE ET DE RECHERCHE SUR L'ÉCONOMIE ET L'ORGANISATION DES PRODUCTIONS ANIMALES (2008c): Results of the Prospective Aliment Model. Estimation of raw material utilisation by feed compounders. URL:

<http://www.feedbase.com/ecotable.php?Lang=E&year=2008&quarter=1&SearchType2=all&button=Table>.

COLLEGE OF AGRICULTURE, FOOD AND RURAL ENTERPRISE (2008): Report on the Performance of the Future Herd. URL: [http://www.ruralni.gov.uk/annual\\_herd\\_performance\\_report-2007-08\\_dpdb-2.pdf](http://www.ruralni.gov.uk/annual_herd_performance_report-2007-08_dpdb-2.pdf).

CONSELLERÍA DO MEDIO RURAL (2004): Anuario de Estatística Agraria. Gallicien. URL: [http://mediorural.xunta.es/consellaria/arquivos/pdf/ea\\_2004/3\\_productions\\_agricolas.pdf](http://mediorural.xunta.es/consellaria/arquivos/pdf/ea_2004/3_productions_agricolas.pdf).

DÄMMGEN, U., HAENEL, H.D., RÖSEMANN, C., CONRAD, J., LÜTTICH, M., DÖHLER, H., EURICH-MENDEN, B., LAUBACH, P., MÜLLER-LINDENLAUF, M., OSTERBURG, B. (2009): Berechnungen der Emissionen aus der deutschen Landwirtschaft – Nationaler Emissionsbericht 2009 für 2007; Tabellen. Braunschweig. URL: [http://webdoc.sub.gwdg.de/e-book/serien/ya/landbauforschung\\_sh/lbf\\_sh324a.pdf](http://webdoc.sub.gwdg.de/e-book/serien/ya/landbauforschung_sh/lbf_sh324a.pdf).

DELAGE, J., SAUVANT, D. (1975): Etudes sur les Unités de Conversion a utiliser dans les bilans fourragers. Studie für Eurostat.

DEUTSCHER BUNDESTAG (2008): Rahmenplan der Gemeinschaftsaufgabe Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes. für den Zeitraum 2008 bis 2011. URL: [www.bmelv.de/cln\\_044/nn\\_751002/SharedDocs/downloads/04-Landwirtschaft/Foerderung/GAK/Rahmenplan2008-2011,templateId=raw,property=publicationFile.pdf/Rahmenplan2008-2011.pdf](http://www.bmelv.de/cln_044/nn_751002/SharedDocs/downloads/04-Landwirtschaft/Foerderung/GAK/Rahmenplan2008-2011,templateId=raw,property=publicationFile.pdf/Rahmenplan2008-2011.pdf).

DIEPOLDER, M., PERETZKI, F., HEIGL, L., JAKOB, B. (2006): Nitrat- und Phosphorbelastung des Sickerwassers bei Acker- und Grünlandnutzung. In: Schule und Beratung, Heft 4/06. URL: <http://www.lfl.bayern.de/iab/duengung/umwelt/17148/index.php?context=/lfl/iab/gruenland/>.

DÜNGEVERORDNUNG – DÜV (2006): Verordnung über die Anwendung von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln nach den Grundsätzen der guten fachlichen Praxis beim Düngen. Bundesministerium der Justiz. URL: [http://bundesrecht.juris.de/d\\_v/BJNR002000006.html](http://bundesrecht.juris.de/d_v/BJNR002000006.html).

EGLI, G. (1980): Ein Multiperiodenmodell der linearen Optimierung für die schweizerische Ernährungsplanung in Krisenzeiten. Dissertation, Witwer-Service Bern, Uni Freiburg.

EIDGENÖSSISCHE FORSCHUNGSANSTALT FÜR NUTZTIERE (1999b): Gelbes Buch-Fütterungsempfehlungen und Nährwerttabellen für Schweine, Landwirtschaftliche Lehrmittelzentrale, Posieux.

- EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY (2003): Europe's environment: The third assessment. URL: [www.eea.europa.eu/publications/environmental\\_assessment\\_report\\_2003\\_10/ki-ev\\_chapt\\_02\\_3.pdf](http://www.eea.europa.eu/publications/environmental_assessment_report_2003_10/ki-ev_chapt_02_3.pdf).
- EUROSTAT (1980): Futterbilanz-Aufkommen 1970/71-1977/78, Brüssel.
- FACHMANN, W., SOUCI, S. W., KRAUT, H. (2008): Die Zusammensetzung der Lebensmittel, Nährwert-Tabellen. Medpharm, Stuttgart.
- FÄHRMANN, B., GRAJEWSKI, B., KOCH, B., PETER, H. (2008): Die Politik zur ländlichen Entwicklung im Rahmen der Gemeinsamen Agrarpolitik: Von den Ursprüngen bis zur Gegenwart. Berlin.
- FAO (2008): Food Balance Sheets, Applications and Uses. URL: <http://www.fao.org/ES/ESS/pdf/fbs3-edg.pdf>.
- FAO (2002): Food Security: Concepts and Measurement. URL: <http://www.fao.org/DOCREP/005/Y4671E/y4671e06.htm#TopOfPage>.
- FEINDT, P. (2007): Integration von Umweltbelangen in die europäische Agrarpolitik. Institutioneller Wandel und Politik-Lernen im Mehrebenensystem. Wiesbaden.
- FLACHOWSKY, G., MEYER, U. (2008): CO<sub>2</sub>-Footprints für Lebensmittel tierischer Herkunft – Gegenwärtiger Stand und offene Fragen. In: K. Eder (Hrsg): 10. Tagung Schweine- und Geflügelernährung. Halle.
- FLACHOWSKY, G., RODEHUTSCORD M. (2005): Bedarfswerte für Nutztiere – Möglichkeiten und Grenzen einheitlicher europäischer Normen. In: Feed Magazine, Heft 11/05, S. 31-34.
- FRITSCH, F. (2007): Die neue Düngeverordnung. Hinweise für den Landwirt. KTBL-Heft 64.
- FOOD CHAIN ANALYSIS GROUP (2006): Food Security and the UK: An Evidence and Analysis Paper. Department for Environment Food and Rural Affairs. URL: <http://statistics.defra.gov.uk/esg/reports/foodsecurity/foodsecurity.pdf>.
- FU-BERLIN (2010): Der Mann-Whitney-Wilcoxon Test (U-TEST). Anwendung: Alternative zum t-Test zum Vergleich von zwei unabhängigen Gruppen. URL: [http://web.fu-berlin.de/biometrie/Texte/U\\_Test\\_Text.pdf](http://web.fu-berlin.de/biometrie/Texte/U_Test_Text.pdf)
- FUCHS, M. (2007): Förderung von Maßnahmen in Natura 2000 Gebieten. Hessisches Ministerium für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz. URL: [www.na-hessen.de/downloads/dvb2007natura2000hiap.pdf](http://www.na-hessen.de/downloads/dvb2007natura2000hiap.pdf).

- GAK-RAHMENPLAN 2010-2013 (2009): In: AGRA-EUROPE Nr. 21, Bonn.
- GERUCHSIMMISSIONSRICHTLINIE (GIRL) Niedersachsen (2006): Feststellung und Beurteilung von Geruchsimmissionen. URL: [http://www.umwelt-online.de/regelwerk/luft/laender/nds/girl\\_ges.htm](http://www.umwelt-online.de/regelwerk/luft/laender/nds/girl_ges.htm).
- GESELLSCHAFT FÜR ERNÄHRUNGSPHYSIOLOGIE DER HAUSTIERE – AUSSCHUSS FÜR BEDARFSNORMEN (1986): Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere - Milchkühe und Aufzuchtrinder. DLG Verlag, Frankfurt.
- GESELLSCHAFT FÜR ERNÄHRUNGSPHYSIOLOGIE DER HAUSTIERE – AUSSCHUSS FÜR BEDARFSNORMEN (1987): Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere - Schweine. DLG Verlag, Frankfurt.
- GESELLSCHAFT FÜR ERNÄHRUNGSPHYSIOLOGIE – AUSSCHUSS FÜR BEDARFSNORMEN (1995): Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Mastrinder. DLG Verlag, Frankfurt.
- GESELLSCHAFT FÜR ERNÄHRUNGSPHYSIOLOGIE – AUSSCHUSS FÜR BEDARFSNORMEN (2001): Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchtrinder 2001. DLG Verlag, Frankfurt.
- GESUNDHEITSAMT (2010). Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch. Trinkwasserverordnung - TrinkwV 2001 vom 21. Mai 2001, in Kraft getreten am 1. Januar 2003. URL: [http://www.gesundheitsamt.de/alle/gesetz/tw/twv/index\\_neu.htm](http://www.gesundheitsamt.de/alle/gesetz/tw/twv/index_neu.htm)
- GIRANTE, M. J., GOODWIN, B. K., FEATHERSTONE, A. M. (2008): Farmers' Crop Acreage Decision in the Presence of Credit Constraints: Do Decoupled Payments Matter? Vortrag im Rahmen der Jahrestagung der American Agricultural Economics Association, Orlando, 27.-29. Juli 2008.
- GIULIANI, S. (2008a): Internes Arbeitsblatt über die Berechnungen des Futterbedarfs des schweizerischen Viehbestandes.
- GRÄFE, E. (2008): Betriebswirtschaftliche Richtwerte der Kälberaufzucht und –mast. Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft. URL: <http://www.tll.de/ainfo/pdf/kalb0408.pdf>.
- GREENE, W. (1990): Econometric Analyses. New York.

- GRIMM, E. (2007): Zur Handhabung der TA Luft. 6. Informationsveranstaltung „Umweltverträgliche Landwirtschaft“. Berlin. URL: [http://www.eckhof.de/downloads/Grimm\\_%20Zur%20Handhabung%20der%20TA%20Luft.pdf](http://www.eckhof.de/downloads/Grimm_%20Zur%20Handhabung%20der%20TA%20Luft.pdf).
- GRIMM, E. (2009): Zur Anwendung des Immissionsschutzrechtes bei Tierhaltungsanlagen. 7. Informationsveranstaltung „Umweltverträgliche Landwirtschaft“. Berlin, URL: [http://www.eckhof.de/downloads/4.%20Grimm\\_Zur%20Anwendung%20des%20immissionsschutzrechtes%20bei%20Tierhaltungsanlagen.pdf](http://www.eckhof.de/downloads/4.%20Grimm_Zur%20Anwendung%20des%20immissionsschutzrechtes%20bei%20Tierhaltungsanlagen.pdf).
- GROTEN, J., KASSIES, J., VAN DEN BERG, W., VAN DIJK, W. (2006): PraktijkRapport Rundvee 85. Efficient use of silage maize Part 2: effect of genotype and harvest stage on crop yield and quality. Animal Sciences Group. Wageningen. URL: <http://www.pv.wageningen-ur.nl/Producten/Praktijknet/Zoeken/Antwoord/praktijkrapport/rsp/85.pdf>.
- GUJARATI, D., N. (2003): Basic Econometrics. 4. Aufl., Boston.
- HACKL, P. (2005): Einführung in die Ökonometrie. München.
- HÄFNER, K. (1978): EG-Versorgungsbilanzen - Kritisch betrachtet - Grundlagen, Probleme, Verbesserungsvorschläge. Bundesanzeiger, Bonn.
- HAMPICKE, U. (1988): Extensivierung der Landwirtschaft für den Naturschutz – Ziele, Rahmenbedingungen und Maßnahmen. In: Schriftenreihe des Bayerischen Landesamtes für Naturschutz, Heft 84, S. 9-35.
- HAHN, R. (2003): Milch: Wann lohnt sich die Grünland-Extensivierung? In: top agrar, Heft 5, S. 28-31.
- HARTMANN, E., SCHEKAHN, A., LUICK, R., THOMAS, F. (2006): Kurzfassungen der Agrarumwelt- und Naturschutzprogramme. Darstellung und Analyse von Maßnahmen der Agrarumwelt- und Naturschutzprogramme in der Bundesrepublik Deutschland. Bundesamt für Naturschutz. URL: [www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/skript161.pdf](http://www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/skript161.pdf).
- HEIDENREICH, T. A. (2003): Feststellung und Beurteilung von Geruchsimmissionen durch die Geruchsimmissionsrichtlinie (GIRL). In: Bauförderung Landwirtschaft e. V.. S. 56–59.
- HEIDENREICH, T. A. (2005): Großvieheinheiten-Umrechnungsschlüssel. Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft. URL: [www.smul.sachsen.de/de/wu/Landwirtschaft/download/Grossvieheinheiten.pdf](http://www.smul.sachsen.de/de/wu/Landwirtschaft/download/Grossvieheinheiten.pdf).
- HEIL, M., ODENING, M. (1999): Investitionsmanagement im landwirtschaftlichen Unternehmen. Bonn.

- HENNING, C. H. C. A., HENNIGSEN, A., STRUVE, C., MÜLLER-SCHEEBEL, J. (2004): Auswirkungen der Mid-Term-Review-Beschlüsse auf den Agrarsektor und das Agribusiness in Schleswig-Holstein und Mecklenburg-Vorpommern. Studie aus dem Institut für Agrarökonomie der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel. URL: [www.uni-kiel.de/agrar-pol/hage/pages/kap2.html#t1](http://www.uni-kiel.de/agrar-pol/hage/pages/kap2.html#t1).
- HENNY, H. (1944): Versuch einer schweizerischen Agrarautarkie. In: Weltwirtschaftliches Archiv, Jena.
- HESSISCHES MINISTERIUM FÜR UMWELT, LÄNDLICHEN RAUM UND VERBRAUCHERSCHUTZ (HMULV) (2008): Beihilferichtlinien für die nachhaltige Bewirtschaftung landwirtschaftlicher und naturschutzfachlich wertvoller Flächen in Hessen. URL: [www.hm.ulv.hessen.de/rj/HMULV\\_Internet?cid=ebe12a8d91274813f145cdbc5dcefcaa](http://www.hm.ulv.hessen.de/rj/HMULV_Internet?cid=ebe12a8d91274813f145cdbc5dcefcaa).
- HILDEN, R. (2007): Ausschreibung als ökonomisches Instrument zur Ausgestaltung von Agrarumweltprogrammen: Analyse am Beispiel der Grünlandextensivierung von Nordrhein-Westfalen. Göttingen.
- HIX, H., LOHMANN, B. (1975): Produktion und Wertschöpfung der Landwirtschaft in der Bundesrepublik. In: Agrarwirtschaft, 24. Jg., S. 61-76.
- HOLLERAN, C., SEABRIDGE, K., HORSFALL, A., KINDER, J. (2007): Agricultural Statistics in your Pocket 2007. Department for Environment, Food and Rural Affairs. URL: <http://statistics.defra.gov.uk/esg/publications/auk/pocketstats/ASIYP.pdf>.
- HÜBLER, O. (2003): Neuere Entwicklungen in der Mikroökonomie, in: FRANZ, W., RAMSER, H., J., STADLER, M. (Hrsg.): Empirische Wirtschaftsforschung – Methoden und Anwendungen. Wirtschaftswissenschaftliches Seminar Ottobeuren 32, Tübingen, S. 1-35.
- HÜBNER, K. (2002): Gewässerschutz und Abwasserbehandlung. Springer, Berlin.
- ISTITUTO NAZIONALE DI ECONOMIA AGRARIA (INEA) (2007): Italien agriculture in figures. URL: <http://www.inea.it/pdf%5Citaconta2007%5Citaconta07ing%5Citaconta07ing.pdf>.
- ISTITUTO NAZIONALE DI ECONOMIA AGRARIA (INEA) (2003): Rica Italia 1997-2000. Strutture e redditi Delle aziende agricole. Italien. URL: [http://www.inea.it/pubbl/pubbl\\_rica.cfm](http://www.inea.it/pubbl/pubbl_rica.cfm).

- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA (INE) (2005): Encuesta sobre la Estructura de las Explotaciones Agrícolas. Metodologías y Cuestionarios. URL: [http://www.ine.es/daco/daco42/agricultura/meto\\_2005.pdf](http://www.ine.es/daco/daco42/agricultura/meto_2005.pdf).
- INSTITUTO NAZIONALE DI STATISTICA (ISTAT) (2007): Dati su agricoltura e zootecnia – Dati annuali sulle coltivazione – Anno 2007. Italia. URL: <http://www.istat.it/agricoltura/datiagri/coltivazioni/anno2007/ital2007.htm>.
- INSTITUTO NAZIONALE DI STATISTICA (ISTAT) (2008a): Dati su agricoltura e zootecnia. Dati annuali sulla macellazione delle carni rosse - Anno 2002-2008. Italien. URL: <http://www.istat.it/agricoltura/datiagri/carnirosse/>.
- INSTITUTO NAZIONALE DI STATISTICA (ISTAT) (2008b). Dati su agricoltura e zootecnia. Dati annuali sulla macellazione delle carni bianche – Anno 2002-2008. Italien. URL: <http://www.istat.it/agricoltura/datiagri/carnibianche/>.
- ISERMAYER, F., OTTE, A., CHRISTEN, O., FROHBERG, K. HARTUNG, J., KIRSCHKE, D., SCHMITZ, M. SUNDRUM, A. (2008): Nutzung von Biomasse zur Energiegewinnung – Empfehlungen an die Politik. Sonderheft 216 der Berichte über Landwirtschaft. Stuttgart.
- JAHRBUCH FÜR DIE GEFLÜGELWIRTSCHAFT (1999): Jahrbuch des Zentralverbandes der deutschen Geflügelwirtschaft e.V. und seiner Mitgliedsverbände, (Hrsg.): v. J. Petersen, Eugen Ulmer Verlag, Bonn.
- JARRIGE, R. (1989): Ruminant nutrition: recommended allowances and feed tables. Institut National de la Recherche Agronomique. Paris.
- JUNGEHÜLSING, J. (1999): Agrarumweltprogramme in der EU ein Instrument der Anreizpolitik im Spannungsfeld zwischen guter fachlicher Praxis und Vertragsnaturschutz. 40. Jahrestagung der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues, 4. bis 6. Oktober 1999. URL: [www.uni-kiel.de/agrarmarketing/Gewisola99/c1jungh.pdf](http://www.uni-kiel.de/agrarmarketing/Gewisola99/c1jungh.pdf).
- KANTELHARDT, J. (2003): Perspektiven für eine extensive Grünlandnutzung. Modellierung und Bewertung ausgewählter Landnutzungsszenarien. Dissertation TU München.
- KENNEDY, P. (2003): A Guide to Econometrics. 5. Aufl., Cambridge, MA.
- KEY, N., ROBERTS, M., J. (2006): Government Payments and Farm Business Survival. In: American Journal of Agricultural Economics, 88 (2), S. 382-392.
- KIRCHGESSNER, M. (1997): Tierernährung. Verlagsunion Agrar. DLG-Verlag, Frankfurt a. Main.

- KLAPP, C., GÖSER, T., SCHRÖDER, L. (2010): Agrarumweltprogramme: (Wann) Lohnt sich die Teilnahme für landwirtschaftliche Betriebe? Internes Arbeitspapier des Departments für Agrarökonomie und Rurale Entwicklung. Arbeitsbereich Betriebswirtschaftslehre des Agribusiness.
- KLAPP, C., KÜEST, S., MYLIUS, D. (2010): Überblick und vergleichende Analyse der Abstandsauflagen in der TA Luft und den VDI-Richtlinien. Internes Arbeitspapier des Departments für Agrarökonomie und Rurale Entwicklung. Arbeitsbereich Betriebswirtschaftslehre des Agribusiness.
- KNILL, C. (2003): Europäische Umweltpolitik: Steuerungsprobleme und Regulierungsmuster im Mehrebenensystem. Opladen.
- KOESTER, U. (2005): Grundzüge der landwirtschaftlichen Marktlehre. 3. Aufl., München.
- KOMMISSION DER EUROPÄISCHEN GEMEINSCHAFTEN (2006): Entscheidung 2006/1013/EG der Kommission vom 22. Dezember 2006 über einen Antrag Deutschlands auf Genehmigung einer Ausnahmeregelung auf der Grundlage der Richtlinie 91/676/EWG des Rates zum Schutz der Gewässer vor Verunreinigung durch Nitrate aus landwirtschaftlichen Quellen. Bekanntgegeben unter Aktenzeichen K(2006) 7075. URL: [www.umwelt-online.de/regelwerk/eu/05\\_09/06\\_1013en.htm](http://www.umwelt-online.de/regelwerk/eu/05_09/06_1013en.htm).
- KOMMISSION DER EUROPÄISCHEN GEMEINSCHAFTEN (2006): Durchführungsbestimmungen zur Verordnung (EG) Nr. 1698/2005 des Rates über die Förderung der Entwicklung des ländlichen Raums durch den Europäischen Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums (ELER) Verordnung URL: [www.sfg.at/downloads/docs/3842\\_2006\\_1974\\_DurchfVO.pdf](http://www.sfg.at/downloads/docs/3842_2006_1974_DurchfVO.pdf).
- KOMMISSION DER EUROPÄISCHEN GEMEINSCHAFTEN (2002): Zweiter Bericht der Kommission an das Europäische Parlament und an den Rat über den Stand der Durchführung der Entscheidung 96/411/EG des Rates zur Verbesserung der Agrarstatistik der Gemeinschaft. Brüssel.
- KREITMAIR, S. (1989): Neuberechnung der Gesamtversorgung mit landwirtschaftlichen Erzeugnissen. In: Agrarwirtschaft, 38. Jg., S. 120-126.
- KTBL (2006a): Betriebsplanung Landwirtschaft 2006/2007. 20. Aufl., Darmstadt.
- KTBL (2006b): Handhabung der TA Luft bei Tierhaltungsanlagen - Ein Wegweiser für die Praxis. Darmstadt.

- KTBL (2008): Betriebsplanung Landwirtschaft 2008/09. 21. Aufl., Darmstadt.
- KTBL (2009a): Umweltverträglichkeitsprüfung bei Tierhaltungsanlagen - Ein Wegweiser für die Praxis. Darmstadt.
- KTBL (2009b): Wege zum neuen Stall. Darmstadt.
- LAMBERT, D., M., GRIFFIN, T., W. (2004): Analysis of Government Farm Subsidies on Farmland Cash Rental Rates Using a Fixed Effect Spatial Distributed Lag Model and a Translog Cost Model. In: Agricultural and Applied Economics. URL: <http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/19977/1/sp04la02.pdf>.
- LANDESJOURNAL SACHSEN-ANHALT (2009): Europäischer Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raumes (ELER). URL: [www.sachsen-anhalt.de/LPSA/index.php?id=31429](http://www.sachsen-anhalt.de/LPSA/index.php?id=31429).
- LAND NORDRHEIN-WESTFALEN (2006): Plan des Landes Nordrhein-Westfalen zur Entwicklung des Ländlichen Raums gemäß der Verordnung (EG) Nr. 1257/1999 des Rates vom 17. Mai 1999 über die Förderung der Entwicklung des ländlichen Raums durch den Europäischen Ausrichtungs- und Garantiefonds für die Landwirtschaft (EAGFL) und zur Änderung bzw. Aufhebung bestimmter Verordnungen zuletzt geändert durch VO (EG) Nr. 1783/2003.
- LANDWIRTSCHAFTSKAMMER NIEDERSACHSEN (2006): Richtwertdeckungsbeiträge. Oldenburg.
- LANDWIRTSCHAFTSKAMMER NIEDERSACHSEN (2007): Richtwertdeckungsbeiträge. Oldenburg.
- LANDWIRTSCHAFTSKAMMER NIEDERSACHSEN (2008a): Leitfaden Rinderhaltung für Meisterfortbildung und Betriebsleiterseminare. Oldenburg.
- LANDWIRTSCHAFTSKAMMER NIEDERSACHSEN (2008b): Richtwertdeckungsbeiträge. Oldenburg.
- LANDWIRTSCHAFTSKAMMER NIEDERSACHSEN (2008c): Richtwertdeckungsbeiträge für den ökologischen Landbau. Oldenburg.
- LANG, M. (2007): Die VDI-Richtlinie 3471 und ihr Bedeutungsgehalt für die Beurteilung von Geruchsimmissionen in der Landwirtschaft. URL: <http://www.ra-bohl.de/html/lang.html>.
- LANDBOUW-ECONOMISCH INSTITUUT (LEI) (2000-2008): Land- en tuinbouwcijfers. URL: <http://www.lei.wur.nl/NL/publicaties+en+producten/LEIpublicaties/Reeksen/Land+en+tuinbouwcijfers/?WBCMODE=PresentationUnpublished>.

- LENKEIT, W., BREIREM, K., CRASEMANN, E. (1969): Handbuch der Tierernährung -  
Allgemeine Grundlagen. Band 1. Paul Parey Verlag. Hamburg.
- LEROY, A., M. (1954): Utilisation de l'énergie par les animaux. In: Annales de Zootechnie,  
Bd. 4, S. 337-372.
- LOHM, F. (1954): Die ersten Futtereinheiten der Tschechei aus dem Jahre 1725 (übersetztes  
Manuskript).
- LOWE, P., BELL, M. (2004): The Localization of Farm Policy: Comparative Perspectives on  
the Relationship between Agriculture and Environment in Advanced Societies. XI.  
World Congress of Rural Sociology, Trondheim.
- MARGGRAF, R. (2000): Agriculture and the Environment. In: TANGERMANN, S. (Hrsg.): Agri-  
culture in Germany. Frankfurt a. Main, S. 231-254.
- MASCH, E. (1994): Feuchtgrünland-Bewirtschaftung und Wiesenbrüterschutz. Ein Beitrag aus  
der Sicht landwirtschaftlicher Tierhaltung. In: Naturschutz und Landschaftsplanung.  
Zeitschrift für angewandte Ökologie, 26 (26), S. 138-142.
- MAURER, P. (1985): Anbauschlacht: Landwirtschaftspolitik, Plan Wahlen, Anbauwerk 1937-  
1945. Dissertation, Chronos Verlag, Universität Bern.
- MCDIARMID, S., HOLDING, J. (2007): Food Statistics Pocket. URL:  
<http://statistics.defra.gov.uk/esg/publications/pocketstats/foodpocketstats/fsiyp.pdf>.
- MCDONNELL, P. (2008): Self-Sufficiency in Food. DEFRA. URL: [http://statistics.defra.gov.uk/esg/index/list.asp?i\\_id=054](http://statistics.defra.gov.uk/esg/index/list.asp?i_id=054).
- MEHL, P., PLANKL, R. (2001): „Doppelte Politikverflechtung“ als Bestimmungsfaktor der Ag-  
rarstruktur- und der Agrarumweltpolitik in der BR Deutschland. In: Agrarwirtschaft, 50  
Jg., S. 173-177.
- MERK, G. (2007): Begriffserläuterungen aus der Finanzwelt. URL: <http://www2.uni-siegen.de/~merk/downloads/finanzbegriffe.pdf>.
- MIELK, O. (1943): Leistungsmaßstab für die landwirtschaftliche Erzeugung. In: Mitteilungen  
für die Landwirtschaft, Jg. 58, H. 35, S. 695-699.
- MIELK, O. (1944): Leistungszahlen – Betriebsvergleich. In: Mitteilungen für die Landwirt-  
schaft, Jg. 59, H. 3, S. 55-56.
- MINISTERE DE L'AGRICULTURE ET DE LA PECHE (2007a): Bilans d'approvisionnement agroa-  
limentaires 2005-2006, Agreste, Chiffre et Données, Agriculture.

- MINISTERE DE L'AGRICULTURE ET DE LA PECHE (2007b): Bilans d'approvisionnement agroalimentaires 2005-2006, Total aliments pour animaux, aliments d'origine végétale, aliments d'origine animale, fourrages annuels, fourrages pluriannuels, produits fatals des cultures, aliments fourragers non désignés ailleurs (campagnes de 1996/97 à 2002/03). Agreste, Chiffre et Données, Agriculture.
- MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO (2007a): Anuario de Estadística Agroalimentaria, Cereales Grano: Resumen nacional de superficie, rendimiento y producción, 2006. URL: <http://www.mapa.es/es/estadistica/pags/anuario/2007/indice.asp?parte=2&capitulo=6>.
- MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO (2007b): Anuario de Estadística Agroalimentaria, Cultivos Forrajeros: Resumen nacional de superficie, rendimiento en verde y producción cosechada y uso, 2006 URL: [http://www.mapa.es/estadistica/pags/anuario/2007/pdf/PDF10\\_01.pdf](http://www.mapa.es/estadistica/pags/anuario/2007/pdf/PDF10_01.pdf).
- MINISTERIUM FÜR UMWELT UND NATURSCHUTZ, LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ DES LANDES NORDRHEIN-WESTFALEN (2007): Richtlinien zur Förderung einer markt- und standortangepassten Landbewirtschaftung URL. [www.umwelt.nrw.de/landwirtschaft/pdf/msl\\_070604.pdf](http://www.umwelt.nrw.de/landwirtschaft/pdf/msl_070604.pdf).
- MINISTRY OF THE ENVIRONMENT (2003): On Professional Livestock, Livestock Manure, Silage etc. Statutory Order No. 604, 15. Juli 2002. URL: [www.sns.dk/landbrug/hgb/engelskudgavehgb.pdf](http://www.sns.dk/landbrug/hgb/engelskudgavehgb.pdf).
- NIEDERSÄCHSISCHES MINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT, VERBRAUCHERSCHUTZ UND LANDESENTWICKLUNG (ML) (2009): Richtlinie über die Gewährung von Zuwendungen für das Niedersächsische und Bremer Agrarumweltprogramm (NAU/BAU) 2009. RdErl. D. ML v. (01.10.2009) – 107.2-60170/02/09 - - VORIS 78900.
- MURRAY, M., P. (2006): The Bad, the Weak, and the Ugly: Avoiding the Pitfalls of Instrumental Variables Estimation. Working Paper, Bates Collage, Lewiston.
- NATIONAL AGRICULTURAL STATISTICS SERVICE (2007): Grain and feed. United States Department of Agriculture. URL: [http://www.nass.usda.gov/Publications/Ag\\_Statistics/2007/CHAP01.PDF](http://www.nass.usda.gov/Publications/Ag_Statistics/2007/CHAP01.PDF).
- NEHRING, K. (1972): Lehrbuch der Tierernährung und Futtermittelkunde. 9. überarbeitete und erweiterte Auflage. Neumann Verlag. Melsungen.

- NETZWERK LÄNDLICHE RÄUME (2009a): ELER (2007-2013). URL: [www.netzwerk-laendlicher-raum.de/hintergrund/eler/](http://www.netzwerk-laendlicher-raum.de/hintergrund/eler/).
- NETZWERK LÄNDLICHE RÄUME (2009b): ELER-Finanzierung in den Ländern. URL: [www.netzwerk-laendlicher-raum.de/hintergrund/eler-in-deutschland/finanzierung/](http://www.netzwerk-laendlicher-raum.de/hintergrund/eler-in-deutschland/finanzierung/).
- NIEDERSÄCHSISCHE BAUORDNUNG (NBAUO) (2003). URL: <http://www.baurecht.de/landesbauordnung-niedersachsen.html>.
- NIEDERSÄCHSISCHES MINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT, VERBRAUCHERSCHUTZ UND LANDESENTWICKLUNG (ML) (2009): Niedersächsisches/Bremer Agrar-Umweltprogramm (NAU/BAU). URL: [www.ml.niedersachsen.de/master/C32974510\\_N24979051\\_L20\\_D0\\_I655.html](http://www.ml.niedersachsen.de/master/C32974510_N24979051_L20_D0_I655.html).
- NIEDERSÄCHSISCHES MINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT, VERBRAUCHERSCHUTZ UND LANDESENTWICKLUNG (ML) (2010): Niedersächsisches/Bremer Agrar-Umweltprogramm (NAU/BAU). Extensive Grünlandnutzung nach dem Prinzip der ergebnisorientierten Honorierung. URL: [http://www.ml.niedersachsen.de/live/live.php?navigation\\_id=1546&article\\_id=5315&psmand=7](http://www.ml.niedersachsen.de/live/live.php?navigation_id=1546&article_id=5315&psmand=7).
- NIEDERSÄCHSISCHES MINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN (2000): ProLand Niedersachsen. Programm zur Entwicklung der Landwirtschaft und des ländlichen Raumes. CD-Datenträger.
- NIEDERSÄCHSISCHES MINISTERIUM FÜR KLIMASCHUTZ UND UMWELT (2006): Umweltbericht 2006. Quellen und Einträge. URL: [http://www.umwelt.niedersachsen.de/master/C24142165\\_N23066340\\_L20\\_D0\\_I598.html](http://www.umwelt.niedersachsen.de/master/C24142165_N23066340_L20_D0_I598.html).
- NIES, V., DRALLE, M. (2005): Rechtsfragen beim landwirtschaftlichen Bauen. Bonn.
- OSTERBURG, B. (1999): Auswirkungen der Umsetzung der Agrarumweltprogramme gemäß Verordnung (EWG) 2078/92 in den deutschen Bundesländern auf die Wettbewerbsfähigkeit der Landwirtschaft unter besonderer Berücksichtigung des Futterbaus. 40. Jahrestagung der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues, 4. bis 6. Oktober 1999. Kiel. URL: [www.uni-kiel.de/agrarmarketing/Gewisola99/c1osterburg.pdf](http://www.uni-kiel.de/agrarmarketing/Gewisola99/c1osterburg.pdf).
- OSTERBURG, B., STRATMANN, U. (2002): Die regionale Agrarumweltpolitik in Deutschland unter dem Einfluss der Förderangebote der Europäischen Union. In: *Agrarwirtschaft*, 51 (5), S. 259-279.

- PADBERG, K. (1970): Berechnungen zur Revision des Getreideeinheitenschlüssels. Handschriftliche Unterlagen, Bonn.
- PADBERG, K., THIEL, O. (1950): Die Entwicklung der landwirtschaftlichen Produktion, (Hrsg.): Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Bonn.
- PUFAHL, A. (2009): Empirische Wirkungsanalyse direkter Transferzahlungen – am Beispiel von Agrarumweltmaßnahmen und der Ausgleichszulage für benachteiligte Gebiete. Dissertation Universität Göttingen.
- PUFAHL, A., WEISS, C.R. (2010). Effekte von Agrarumweltmaßnahmen und der Ausgleichszulage auf den betrieblichen Faktoreinsatz: Ergebnisse einer Propensity-Score-Matching-Analyse. In: German Journal of Agricultural Economics, 59 (1), S. 13-29.
- RAT DER EUROPÄISCHEN UNION (1999): Verordnung (EG) Nr. 1257/1999 des Rates vom 17. Mai 1999 über die Förderung der Entwicklung des ländlichen Raums durch den Europäischen Ausrichtungs- und Garantiefonds für die Landwirtschaft (EAGFL) und zur Änderung bzw. Aufhebung bestimmter Verordnungen. In: Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften. URL: [http://ec.europa.eu/agriculture/rur/leg/1257\\_de.pdf](http://ec.europa.eu/agriculture/rur/leg/1257_de.pdf).
- RAT DER EUROPÄISCHEN UNION (2005): Verordnung (EG) Nr. 1698/2005 des Rates vom 20. September 2005 über die Förderung der Entwicklung des ländlichen Raums durch den Europäischen Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums (ELER). In: Amtsblatt der Europäischen Union. URL: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2005:277:0001:0040:DE:PDF>.
- REDELBERGER, H. (2004): Management-Handbuch für die ökologische Landwirtschaft. Betriebswirtschaftliche Instrumente. Münster.
- REITER, K., ESSMANN, HORLITZ, T., S. PREISING, A., PUFAHL, A., ROGGENDORF, W., SANDER, A. (2003): Halbzeitbewertung des Hessischen Entwicklungsplans für den ländlichen Raum. Agrarumweltmaßnahmen – Kapitel VI der VO (EG) Nr. 1257/1999. Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft URL: [www.hessen.de/irj/HMULV\\_Internet?cid=619-a3e39eca2879cec6c9eb1c56ee27b](http://www.hessen.de/irj/HMULV_Internet?cid=619-a3e39eca2879cec6c9eb1c56ee27b).
- RIBAILLE, S. (2002): Handbuch für die Erstellung von Versorgungsbilanzen - Futtermittelbilanz: Aufkommen. Eurostat. Luxemburg: Amt für amtliche Veröffentlichungen der Europäischen Gemeinschaften. URL: [http://www.eds-destatis.de/downloads/publ/de5\\_handbuch\\_futtermittelbilanz.pdf](http://www.eds-destatis.de/downloads/publ/de5_handbuch_futtermittelbilanz.pdf).

- ROSEN, J. (1945): Die Entwicklung der Kriegsernährung in sieben europäischen Ländern 1939-1944. Der Verbrauch an Nährstoffen und Vitaminen. In: Schweizerische Medizinische Wochenschrift, Bd. 31.
- SALA, O. E., PARUELO, J. M. (1997): Ecosystem Services in Grasslands. In: Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems, Washington, S. 237-252.
- SCHULZE MÖNKING, S. (2009): Überarbeitung des Getreide- und Vieheinheitenschlüssels. Kennzahlen der tierischen Erzeugung. Unveröffentlichter Zwischenbericht – Juli 2009.
- SCHULZE MÖNKING, S. (2010): Aggregation landwirtschaftlicher Erzeugnisse unter Berücksichtigung aktueller Entwicklungen in der Agrarwirtschaft. Unveröffentlichter Endbericht – September 2010.
- SENSI, A. (1999): Landwirtschaft und Versauerung. Eurostat. URL: [http://ec.europa.eu/agriculture/envir/report/de/acid\\_de/report.htm#fig4](http://ec.europa.eu/agriculture/envir/report/de/acid_de/report.htm#fig4).
- SCHWEIZERISCHER BAUERNVERBAND (2007): Statistische Erhebungen und Schätzungen über Landwirtschaft und Ernährung 2007.
- STARK, K. (2008): Raw Materials Usage in Production of Animal Feedingstuffs in Great Britain. Compound Feedingstuff Survey. URL: <https://vs.exc.top.gwdg.de/exchweb/bin/re-dir.asp?URL=http://statistics.defra.gov.uk/esg/datasets/hstcomps.xls>.
- StatBank Denmark (2008): Agriculture.Harvest by region, crop and unit. URL: <http://www.statbank.dk/statbank5a/default.asp?w=1280>.
- STATISTICS DENMARK (2008a): Crop Production of Root Crops, Grass and Green Fodder. URL: [http://www.dst.dk/HomeUK/Statistics/focus\\_on/focus\\_on\\_show.aspx?sci=829](http://www.dst.dk/HomeUK/Statistics/focus_on/focus_on_show.aspx?sci=829).
- STATISTICS DENMARK (2008b): Harvest by Crop and Unit. Statbank Denmark. URL: [www.statbank.dk/hst6](http://www.statbank.dk/hst6).
- STATISTICS DENMARK (2008c): Livestock density. URL: [http://www.dst.dk/HomeUK/Statistics/focus\\_on/focus\\_on\\_show.aspx?sci=347](http://www.dst.dk/HomeUK/Statistics/focus_on/focus_on_show.aspx?sci=347).
- STATISTICS DENMARK (2008d): Statistical Yearbook 2008. URL: <http://www.dst.dk/HomeUK/Statistics/ofs/Publications/Yearbook/Yearbook.aspx>.
- STATISTICS DENMARK (2008e): The Supply and Use of Cereals and Feed. URL: <http://www.dst.dk/HomeUK/Guide/documentation/Varedeklarationer/emnegruppe/emne.aspx?sysrid=823>.

- STATISTIK AUSTRIA (2007): Statistik der Landwirtschaft 2006. Wien. URL: [http://www.statistik.at/web\\_de/services/publikationen/8/index.html](http://www.statistik.at/web_de/services/publikationen/8/index.html).
- STATISTISCHES AMT DER EUROPÄISCHEN GEMEINSCHAFTEN (2001): Pflanzliche Erzeugung. Leitfaden für die Herstellung der Versorgungsbilanzen, -Allgemeine Anmerkungen, Konzepte-. Luxemburg. URL: <http://www.uni-mannheim.de/edz/pdf/eurostat/01/KS-41-01-139-3A-N-EN.pdf>.
- STATISTISCHES LANDESAMT DES FREISTAATES SACHSEN (2008): Statistik in Sachsen 4/2008. Die Entwicklung des Viehbestandes in Sachsen 2001 bis 2007. URL: [http://www.statistik.sachsen.de/22/4\\_08schwede.pdf](http://www.statistik.sachsen.de/22/4_08schwede.pdf).
- STATISTISCHES LANDESAMT RHEINLAND-PFALZ (2007): Ernteberichterstattung über Feldfrüchte und Grünland - Getreide- und Winterrapsernte 2007 - (Vorläufiges Ergebnis), Statistische Berichte. URL: [http://www.statistik.rlp.de/verlag/berichte/C2023\\_200700\\_1j\\_L.pdf](http://www.statistik.rlp.de/verlag/berichte/C2023_200700_1j_L.pdf).
- STEINWIDDER, A., KRIMBERGER, K. (2003): Endbericht und Programmdokumentation. Arbeiten zur EDV-gestützten jährlichen „Erstellung einer Futtermittelbilanz für Österreich“. Irdning.
- STEINWIDDER, A. (2009): Modellrechnungen zum Einfluss der Lebendmasse von Milchkühen auf Futtereffizienz und Kraftfutterbedarf. Band 2 des Tagungsbandes der 10. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, S. 30-33. URL: [http://orgprints.org/13900/1/Steinwiddler\\_13900.pdf](http://orgprints.org/13900/1/Steinwiddler_13900.pdf).
- STMELF (2004): Bayerisches Kulturlandschaftsprogramm – Teil A – Umsetzung der Verordnung (EG) Nr. 1257/99. Maßnahmenübersicht. Auf Anfrage vom StMELF erhalten.
- STMELF (2008): Bayerisches Kulturlandschaftsprogramm – Teil A (KULAP-A) – Verpflichtungszeitraum 2008 – 2012. Maßnahmenübersicht. URL: [http://www.bsv-saaten.de/KuLaP\\_Uebersicht.pdf](http://www.bsv-saaten.de/KuLaP_Uebersicht.pdf).
- STOCK, J., H., WATSON, M., W. (2006): Introduction to Econometrics. 2. Aufl., Boston.
- STOCKER, H. (2010): Einführung in die angewandte Ökonometrie. Manuskript. URL: <http://www.uibk.ac.at/econometrics/>.
- THAER, A. (1809): Grundsätze der rationellen Landwirtschaft. Band 1, Realschulbuchhandlung, Berlin.

- THIEDE, G. (1970): Die Versorgungslage der EWG mit landwirtschaftlichen Erzeugnissen. In: Berichte über Landwirtschaft, Bd. 48, S. 227-275.
- THIEDE, G. (1980): Gesamtrechnungen zur EG-Versorgungslage mit Hilfe von Getreideeinheiten. Amt für Amtliche Veröffentlichung der Europäischen Gemeinschaften, Luxemburg.
- THOMAS, F., DENZEL, K., HARTMANN, E., LUICK, R., SCHMOOCK, K. (2008): Kurzfassungen der Agrarumwelt- und Naturschutzprogramme. Darstellung und Analyse der Entwicklung von Maßnahmen der Agrarumwelt- und Naturschutzprogramme in der Bundesrepublik Deutschland. Teil II-Kurzfassungen der Maßnahmen. Nicht veröffentlichter Entwurf. Bundesamt für Naturschutz.
- THOMAS, F., DENZEL, K., HARTMANN, E., LUICK, R., SCHMOOCK, K. (2009): Kurzfassungen der Agrarumwelt- und Naturschutzprogramme. Darstellung und Analyse der Entwicklung von Maßnahmen der Agrarumwelt- und Naturschutzprogramme in der Bundesrepublik Deutschland. Bundesamt für Naturschutz. URL: <http://www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/service/Skript253.pdf>.
- UMWELTBUNDESAMT (2006): Landwirtschaft und Nahrungsmittelindustrie- Emissionen. URL: <http://www.umweltbundesamt.de/landwirtschaft/emissionen/index.htm>.
- UMWELTLEITFADEN (2009): Feinstaub. URL: <http://www.umweltleitfaden.de/site05.htm>.
- UNIVERSITY COLLEGE DUBLIN (UCD) (2008): Economic Instruments - Charges and taxes. Surplus Nitrogen and Phosphorous Levy - MINAS (Netherlands) URL: <http://www.economicinstruments.deewhy.ie/index.php/land/article/140->.
- U. S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE (1998): Feed Yearbook. URL: <http://usda.mannlib.cornell.edu/usda/ers/FDS-yearbook//1990s/1998/FDS-yearbook-04-03-1998.asc>.
- U. S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE (2008): Feed Grains Database: Yearbook Tables. URL: <http://www.ers.usda.gov/Data/feedgrains/FeedYearbook.aspx>.
- U. S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (2001): Emissions from Animal Feeding Operations. Office of Air Quality Planning and Standards. URL: <http://www.epa.gov/ttn/chief/ap42/ch09/draft/draftanimalfeed.pdf>.
- VAN DEN WEGHE, H. (2009): Vorlesungsskript zum Modul „Emissionen und Immissionschutz“, Georg-August-Universität Göttingen.
- VDI-RICHTLINIE 3471 (1986): Emissionsminderung: Tierhaltung Schwein. Düsseldorf.

- VDI-RICHTLINIE 3472 (1986): Emissionsminderung – Tierhaltung Hühner. Düsseldorf.
- VDI-RICHTLINIE 3473/E (2001): Emissionsminderung – Tierhaltung Rinder – Geruchsstoffe. Düsseldorf.
- VDI-RICHTLINIE 3474/E (2001): Emissionsminderung – Tierhaltung – Geruchsstoffe. Düsseldorf.
- VDI-RICHTLINIE 3894/E Blatt 1 (2009): Emissionen und Immissionen aus Tierhaltungsanlagen - Haltungsverfahren und Emissionen Schweine, Rinder, Geflügel, Pferde. Düsseldorf.
- VETTER, H., STEFFENS, G. (1986): Wirtschaftseigene Düngung: umweltschonend – bodenpflegend – wirtschaftlich. Frankfurt a. Main.
- VINK, I. (1997): Handboek melkveehouderij. Lelystad.
- VON KORN, S. (2009): Landschaftspflege mit Weidetieren. Naturschutz und biologische Vielfalt. Bundesamt für Naturschutz. Bonn.
- WACHENDORF, M., BÜCHTER, M., TROTT, H., TAUBE F. (2004): Performance and Environmental Effects of Forage Production on Sandy Soils. II. Impact of Defoliation System and Nitrogen Input on Nitrate Leaching Losses. In: Grass and Forage Science, 59, S. 56-68.
- WAHLEN, F. T. (1940): Die Aufgaben unserer Landwirtschaft in der Landesversorgung der Kriegszeit. In: Schweizerische landwirtschaftliche Monatshefte, Bd. 18, S. 302-325.
- WEHRLI, M. (1957): Die Produktivität in der Landwirtschaft. Keller, Winterthur.
- WOERMANN, E. (1944): Ernährungswirtschaftliche Leistungsmaßstäbe. In: Mitteilungen für die Landwirtschaft, Jg. 59, Heft 36, S. 787-792.
- WOOLDRIDGE, J.M. (2002): Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data. Cambridge.
- WOOLDRIDGE, J. M. (2003): Introductory Econometrics: A Modern Approach, 2. Aufl., Thomson South-Western.
- WOOLDRIDGE, J. M. (2005), Introductory Econometrics: A Modern Approach. 2. Aufl., Thomson South-Western.
- WOOLDRIDGE, J. M. (2006): Introductory Econometrics: A Modern Approach, 3. Aufl., Thomson South-Western.

ZEDDIES, J., DOLUSCHITZ, R. (1996): Marktentlastungs- und Kulturlandschaftsausgleich (MEKA) – Wissenschaftliche Begleituntersuchungen und Auswirkungen. Agrarforschung in Baden-Württemberg, Band 25. Stuttgart.

ZEDDIES, J., SCHÖNLEBER, N., HENZE, A. (2007): Angebotspotenziale der Landwirtschaft in Europa zur Sicherung der Nahrungsmittelproduktion und ihr potenzieller Beitrag zu erneuerbaren Energien. URL: [http://www.wzw.tum.de/gewisola/beitraege-endfassung-pdf/p\\_85\\_d1\\_schoenleber\\_gewisola2007.pdf](http://www.wzw.tum.de/gewisola/beitraege-endfassung-pdf/p_85_d1_schoenleber_gewisola2007.pdf).

### **Expertenbefragung:**

BADER, R. (2008): Befragung zur Erstellung von Futterbilanzen. Statistik Austria, Österreich.

BAKER, A. (2008): Befragung zur Abschätzung des Futtermittelsverbrauchs in den USA. U. S. Department of Agriculture.

BRUGGEN, C. (2008): Befragung über die Ermittlung der Futtermittelmengen in den Niederlanden. Central Bureau voor de Statistiek.

BRÜMMER, B. (2010): Befragung über die Auswirkungen der Autokorrelation. Lehrstuhl für Landwirtschaftliche Marktlehre, Georg-August-Universität Göttingen.

CASAGRANDE, P. (2008): Befragung über die Erstellung von Futterbilanzen. Ministère De L'Agriculture Et De La Pêche. Bureau de l'analyse de la conjoncture, Frankreich.

DELGADO, A. (2008): Befragung über Erhebung der Futtermenge in Castilla-La Mancha. Consejería de agricultura y desarrollo rural, Spanien.

DIRECCIÓN GENERAL DE ECONOMÍA, PLANIFICACIÓN Y ESTADÍSTICA (2008): Befragung über Erhebung der Futtermittelmengen. Comunidad Autónoma de la Región de Murcia, Spanien.

ECKHOF, W. (2009): Befragung über die VDI-Richtlinie 3894. Ingenieurbüro Dr.-Ing. Wilfried Eckhof. Ahrensfelde.

FABHAUER, C. (2010): Befragung über die Entwicklung der Schafhaltung in Deutschland und ausgewählter Bundesländer. Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Pfaffenhofen a.d.Ilm.

GIULIANI, S. (2008b): Befragung über die Methodik zur Erstellung der schweizerischen Futterbilanz. Schweizerischer Bauernverband, Abteilung Statistik.

- GUIA LOPEZ, E. (2008): Befragung über die Methodik der Futterbilanzen bei Eurostat. DG AGRI.- Unit C.1, Arable crops, sugar, fibre plants, animal feed, Brüssel, Luxemburg.
- GONZÁLEZ-CONDE LLOPIS, D. (2008): Befragung über die Bewertung von Futter in der Statistik. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, Servicio de Cuentas Económicas, Subdirección General de Estadística, Spanien.
- HOLDING, J., HOLLERAN, C. (2008): Befragung zur Aggregation landwirtschaftlicher Produkte in Versorgungsbilanzen. DEFRA, Großbritannien.
- JONGBLOED, A. (2008): Befragung über Futtermittelmenge und Ausscheidungsmengen einzelner Tierarten. Animal Sciences Group Wageningen UR, Niederlande.
- KEMPER, S. (2009): Befragung über die ELER-Verordnung. Deutsche Vernetzungsstelle Ländliche Räume (DVS) in der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE).
- KIETZKE, K. (2009): Befragung über Fördermaßnahmen in Niedersachsen. Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Verbraucherschutz und Landesentwicklung.
- KUHNT, G. (2009): Befragung zur Geruchsimmisionsrichtlinie. Landwirtschaftskammer Niedersachsen, Bezirksstelle Oldenburg-Süd.
- MACKOVA, M. (2008): Befragung zur Methodik von Globalbilanzen und zu dem bei Eurostat gebräuchlichen VE-Schlüssel, Eurostat - Unit E1, Brüssel, Luxemburg.
- MALCHARECK, A. (2010): Befragung über Fördermaßnahmen in Bayern. Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten.
- OLSEN, O. (2008): Befragung über die Umrechnungseinheiten, welche in den Versorgungsbilanzen in Dänemark verwendet werden. Statistics Denmark.
- ROHDE, H. (2009): Befragung über den Zusammenhang von Pachtpreisen und Agrarumweltmaßnahmen. Landwirtschaftskammer Niedersachsen.
- SCHMIDT, I. (2008): Befragung über die Aggregation in der schweizerischen Futterbilanz und über die Berechnungen zur Nahrungsmittelversorgungslage in der Schweiz. Schweizerischer Bauernverband.
- ÜBERSAX, A. (2009): Befragung über die Definition und Anwendung des VE-Schlüssels in der Schweiz. Agrofutura, Schweiz.
- VERHOOG, D. (2008): Befragung zur Methodik der Versorgungsbilanzen in den Niederlanden. Agricultural Economics Research Institute.

WIJSMAN, D. (2008): Befragung zur Methodik der Versorgungsbilanzen in den Niederlanden. Landbouw-Economisch Instituut, Wageningen.

WILDLING, E. (2008): Befragung über Methodik zur Erstellung von Versorgungs- und Futterbilanzen. Direktion Raumwirtschaft, Statistik Austria, Österreich.

WEBER, M. (2008): Befragung über Systematik der naturalen Gesamtrechnung, BMELV, Referat 425, Deutschland.

ZELT, M. (2010): Befragung über Fördermaßnahmen in Sachsen. Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft.

### **Entwicklungspläne für den ländlichen Raum:**

MINISTERIUM FÜR LÄNDLICHEN RAUM, ERNÄHRUNG UND VERBRAUCHERSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (2009): Maßnahmen- und Entwicklungsplan Ländlicher Raum 2007 – 2013. URL: [http://www.landwirtschaft-mlr.baden-wuerttemberg.de/servlet/PB/menu/1-228918\\_11/index1268142341499.html](http://www.landwirtschaft-mlr.baden-wuerttemberg.de/servlet/PB/menu/1-228918_11/index1268142341499.html).

BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN (STMELF) (2009b): Bayerisches Zukunftsprogramm Agrarwirtschaft und Ländlicher Raum 2007 – 2013 aus dem Europäischen Landwirtschaftsfonds (ELER) gemäß Verordnung (EG) Nr. 1698/2005. URL: [www.stmelf.bayern.de/agrarpolitik/programme/eler/24245/linkurl\\_1.pdf](http://www.stmelf.bayern.de/agrarpolitik/programme/eler/24245/linkurl_1.pdf).

MINISTERIUM FÜR UMWELT, GESUNDHEIT UND VERBRAUCHERSCHUTZ DES LANDES BRANDENBURG (2007): Richtlinie des Ministeriums für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Verbraucherschutz (MLUV) des Landes Brandenburg zur Förderung umweltgerechter landwirtschaftlicher Produktionsverfahren und zur Erhaltung der Kulturlandschaft der Länder Brandenburg und Berlin (KULAP 2007). URL: <http://www.mugv.brandenburg.de/cms/media.php/lbm1.a.2317.de/kulap07.pdf>.

MINISTERIUM FÜR LÄNDLICHE ENTWICKLUNG, UMWELT UND VERBRAUCHERSCHUTZ DES LANDES BRANDENBURG (2009): Entwicklungsplan für den ländlichen Raum Brandenburgs und Berlins 2007 – 2013. URL: [http://www.mugv.brandenburg.de/cms/media.php/lbm-1.a.2317.de/eplr\\_aen.pdf](http://www.mugv.brandenburg.de/cms/media.php/lbm-1.a.2317.de/eplr_aen.pdf).

FREIE UND HANSESTADT HAMBURG (2009): Plan der Freien und Hansestadt Hamburg zur Entwicklung des Ländlichen Raums für den Zeitraum 2007 bis 2013 gemäß VO (EG)

Nr. 1698/2005. URL: <http://www.hamburg.de/contentblob/1400526/data/eplr-hh-2007-2013.pdf>.

HESSISCHES MINISTERIUM FÜR UMWELT, ENERGIE, LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ (2009): Entwicklungsplan für den ländlichen Raum des Landes Hessen – EPLR 2007 – 2013. URL: [http://www.hessen.de/irj/HMULV\\_Internet?cid=1adab867dcf14e2-29c7ee05016a6cde5](http://www.hessen.de/irj/HMULV_Internet?cid=1adab867dcf14e2-29c7ee05016a6cde5).

MINISTERIUM FÜR LANDWIRTSCHAFT, UMWELT UND VERBRAUCHERSCHUTZ DES LANDES-MECKLENBURG-VORPOMMERN (2009): Entwicklungsprogramm für den ländlichen Raum Mecklenburg-Vorpommern 2007 bis 2013. URL: [http://www.europa-mv.de/docs/download/10095/EPLR-Programm\\_2007-2013.pdf](http://www.europa-mv.de/docs/download/10095/EPLR-Programm_2007-2013.pdf).

NIEDERSÄCHSISCHEN MINISTERIUMS FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT, VERBRAUCHERSCHUTZ UND LANDESENTWICKLUNG (2009): Programm zur Förderung im ländlichen Raum Niedersachsen und Bremen 2007 bis 2013. URL: [http://www.profil.niedersachsen.de/live/live.php?navigation\\_id=1426&\\_psmand=7](http://www.profil.niedersachsen.de/live/live.php?navigation_id=1426&_psmand=7).

MINISTERIUM FÜR UMWELT UND NATURSCHUTZ, LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ DES LANDES NORDRHEIN-WESTFALEN (2009): NRW-Programm ‚Ländlicher Raum‘ 2007 – 2013 - Plan des Landes Nordrhein-Westfalen zur Entwicklung des ländlichen Raums. URL: [http://www.umwelt.nrw.de/landwirtschaft/nrw\\_programm/index.php](http://www.umwelt.nrw.de/landwirtschaft/nrw_programm/index.php).

MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, VERKEHR, LANDWIRTSCHAFT UND WEINBAU RHEINLAND-PFALZ (2009): Entwicklungsprogramm PAUL. Förderperiode 2007-2013. URL: <http://www.mwvlw.rlp.de/icc/internet/med/61c/61c76f85-3f04-1214-e644-9e3742f22-936,11111111-1111-1111-1111-111111111111.pdf>.

SAARLÄNDISCHES MINISTERIUM FÜR UMWELT (2009): Plan zur Entwicklung des Ländlichen Raums im Saarland gemäß Verordnung (EG) Nr. 1698/2005 vom 20.September 2005. URL: [http://www.saarland.de/dokumente/thema\\_naturnutzung/Kapitel\\_1-4\\_18-09-2007.pdf](http://www.saarland.de/dokumente/thema_naturnutzung/Kapitel_1-4_18-09-2007.pdf).

SÄCHSISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND LANDWIRTSCHAFT (2009): Entwicklungsprogramm für den ländlichen Raum im Freistaat Sachsen 2007-2013. URL: [http://www.smul.sachsen.de/foerderung/download/1\\_EPLR\\_2007-2013\\_genehmigte\\_Fassung\\_v.\\_2009.08.03\\_2.\\_Aenderung.pdf](http://www.smul.sachsen.de/foerderung/download/1_EPLR_2007-2013_genehmigte_Fassung_v._2009.08.03_2._Aenderung.pdf).

MINISTERIUM FÜR LANDWIRTSCHAFT UND UMWELT (2007)Entwicklungsprogramm für den ländlichen Raum des Landes Sachsen-Anhalt (EPLR) im Förderzeitraum 2007 bis 2013.

Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein (2009): Entwicklungsprogramm für den ländlichen Raum des Landes Schleswig-Holstein (Deutschland)für den Programmplanungszeitraum 2007 – 2013 in der mit Entscheidung der Kommission vom 04-XII-2007 K(2007)6167 genehmigten Fassung. S. 330-337 URL: [http://www.schleswig-holstein.de/UmweltLandwirtschaft/-DE/LandFischRaum/11\\_ZPLR/PDF/zplr\\_programm\\_komplett,templateId=raw,property=publicationFile.pdf](http://www.schleswig-holstein.de/UmweltLandwirtschaft/-DE/LandFischRaum/11_ZPLR/PDF/zplr_programm_komplett,templateId=raw,property=publicationFile.pdf).

Thüringer Ministerium für Landwirtschaft, Naturschutz und Umwelt (2010): Förderinitiative Ländliche Entwicklung in Thüringen 2007 - 2013 (FILET). URL: [http://www.thueringen.de/imperia/md/content/tmlnu/leader/teil\\_iii\\_stand\\_23.11.2009.pdf](http://www.thueringen.de/imperia/md/content/tmlnu/leader/teil_iii_stand_23.11.2009.pdf).

## 15. Anhang

**Tabelle 27: Versorgungsbilanzschema für Getreide des BMELV**

<b>Erzeugungsbilanz</b>	
	Verwendbare Erzeugung
	Anfangsbestand
	Endbestand
	<b>Eigenverbrauch</b>
	Saatgut
	Futter
	Verluste
	Nahrung direkt
	<b>Verkäufe</b>
<b>Marktbilanz</b>	
	Verkäufe der Landwirtschaft
	Anfangsbestand (Markt)
	Endbestand (Markt)
	Einfuhr
	Ausfuhr
	<b>Inlandsverwendung über den Markt</b>
	Saatgut (Markt)
	Futter (Markt)

	Verluste (Markt)
	Industrielle Verwertung
	Nahrung (Markt)
<b>Gesamtbilanz</b>	
	Verwendbare Erzeugung
	Anfangsbestand
	Endbestand
	Einfuhr
	Ausfuhr
	<b>Inlandsverwendung insgesamt</b>
	Saatgut
	Futter
	davon aus Inlandserzeugung
	aus Einfuhren
	Verluste
	Industrielle Verwertung
	Davon für Alkohol
	Braumalz
	technische Stärke
	Nahrungsverbrauch
	in Getreidewert
	Ausbeute in %
	in Produktgewicht
	dgl. kg je Kopf
	Selbstversorgungsgrad in %

Quelle: BMELV 2007: 196 ff

**Tabelle 28: Übersicht über die nationalen sowie durch supranationale Organisationen entwickelten Vorgehensweisen**

	EUROSTAT	FAO	Dänemark	Großbritannien	Österreich	Frankreich	USA	Spanien	Italien	Niederlande	Schweiz
Für die Berechnungen verantwortliche Institution	EUROSTAT	FAO	Statistics Denmark	Department for Environment Food and Rural Affairs	Statistik Austria	Service Central des Enquêtes et Études Statistiques / Centre d'Étude et de Recherche sur l'Économie et l'Organisation des Productions Animales	U. S. Department of Agriculture	Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino	Instituto nazionale di statistica / Istituto Nazionale di Economia Agraria	Landbouw-Economisch Instituut	Schweizerischer Bauernverband
Gesamte Pflanzenproduktion	nur Gewicht	-	Dänische Futtereinheit	Trockenmasse	-	Trockenmasse	-	Frischmasse	„Unità Foraggere“ nach französischem Futterwert	Trockenmasse	Frischmasse
Gesamte Nahrungsmittelproduktion	-	Aggregation über den Pro-Kopf-Verbrauch an Nährstoffen	-	Monetäre Aggregation	-	-	-	-	Monetäre Aggregation	Monetäre Aggregation	Gewicht und Nährstoffe, welche der menschlichen Ernährung zur Verfügung stehen
Gesamtselbstversorgungsgrad	Nur für Nahrungsmittelgruppen	Aggregation über den Pro-Kopf-Verbrauch an Nährstoffen	-	Monetäre Aggregation	Nur für Nahrungsmittelgruppen	Nur für Nahrungsmittelgruppen	Nur für Nahrungsmittelgruppen	Nur für Nahrungsmittelgruppen	Monetäre Aggregation	Handelsbilanzen	Nahrungsmittelverbrauch in Gewicht und Nährstoffen dividiert durch Inlandproduktion
Futtermittel	Trockenmasse	Trockenmasse	Dänische Futtereinheit	Trockenmasse	Trockenmasse, Frischmasse und Heuwert	Trockenmasse	Gesamtnährstoff	Frischmasse	„Unità Foraggere“ nach französischem Futterwert	Voedereenheid Voor Melkproductie	Umsetzbare Energie Wiederkäuer
Abschätzung des Futterraufkommens	Aus Versorgungsbilanzen der EU-Mitgliedstaaten / Projektausschreibung	aus Versorgungsbilanzen	Residualgröße	Residualgröße	Überprüfung der Residualgröße Futtermittels EDV gestützter Futterbilanz	Residualgröße und Erhebungen (Überarbeitung der Futterbilanzen)	Residualgröße	Residualgröße und Erhebungen auf Betrieben	Residualgröße	Residualgröße	Residualgröße
Futterraufteilung nach Tierarten	Versuch wurde eingestellt	-	-	-	EDV gestützte Futterbilanz (unveröffentlicht)	Verteilung der Mischfutterrohstoffe auf Tiere	Auf Basis veralteter Tierindizes	-	-	durch Befragung und VE-Schlüssel, unveröffentlicht (Zweck: Nährstoffausscheidungen der Tier)	Nach Trockenmassebedarf der Tiere / Überprüfung durch VE-Schlüssel (nicht veröffentlicht)
Darstellung von Viehbeständen in der Statistik	Veralteter VE-Schlüssel basierend auf Futterbedarf	selber Schlüssel wie EUROSTAT	VE-Schlüssel nach N-Ausscheidungen	Anzahl der Tiere	VE-Schlüssel nach Lebendgewicht	Anzahl der Tiere	Veraltete Tierindizes basierend auf Futterbedarf in Gesamtnährstoff	VE-Schlüssel nach Lebendgewicht	VE-Schlüssel nur im Steuerrecht verankert (Unterscheidung Gewerbe vs. Landwirtschaft)	VE-Schlüssel nach P-Ausscheidungen	VE-Schlüssel nach N- und P-Ausscheidungen

Quelle: Eigene Darstellung

**Tabelle 29: VE-Schlüssel aus der Strukturhebung von Eurostat**

<b>Tierkategorie</b>	<b>Unterkategorie</b>	<b>Umrechnungskoeffizienten</b>
<b>Rinder</b>	unter 1 Jahr	0.400
	1 aber weniger als 2 Jahre alt	0.700
	männlich, 2 Jahre alt und älter	1.000
	Färse, 2 Jahre und älter	0.800
	Milchkühe	1.000
	andere Kühe, 2 Jahre und älter	0.800
<b>Schafe und Ziegen</b>		0.100
<b>Equiden (Pferd)</b>		0.800
<b>Schweine</b>	Ferkel mit einem Lebendgewicht von unter 20 kg	0.027
	Zuchtsauen über 50 kg	0.500
	Andere Schweine	0.300
<b>Geflügel</b>	Masthähnchen	0.007
	Legehennen	0.014
	Strauß	
	Anderes Geflügel	0.030
<b>Hasen, Zuchttiere</b>		0.020

Quelle: MACKOVA 2008

**Tabelle 30: VE-Schlüssel aus Dänemark nach N-Ausscheidung der Tiere**

<b>Tierkategorie</b>	<b>Einheit</b>	<b>Anzahl der Tiere die 1 VE entsprechen</b>
<b>Rinder:</b>		
Großrahmige Milchkuh	365 Futtertage	0,85
Jersey Milchkuh	„-“	1
Großrahmige Färsen und Jungbullen (0-28 Monate)	„-“	2,9
Jersey Färsen und Jungbullen (0-25 Monate)	„-“	4
Mutterkuh ohne Nachzucht	„-“	1,9
Bullen bis 250 kg Lebendgewicht	Anzahl/Jahr	7,5

Bullen bis 350 kg Lebendgewicht	-,-	4,4
Bullen bis 450 kg Lebendgewicht	-,-	2,9
Großrahmiger Zuchtbulle	365 Futtertage	2,15
Jersey Zuchtbulle	-,-	2,9
<b>Schweine:</b>		
Sauen mit Wurf und Absetzferkeln (4 Wochen~7,2 kg)	365 Futtertage	4,3
Ferkel von 7,2-30 kg	Anzahl/Jahr	175
Mastschweine von 30-100 kg	-,-	36
<b>Geflügel:</b>		
Legehennen:	-,-	170
Junghennen für Eierproduktion	-,-	1360
Junghennen für HPR	-,-	1050
Masthähnchen bis 35 Tage	-,-	3900
Masthähnchen bis 40 Tage	-,-	2900
Masthähnchen bis 56 Tage	-,-	2600
Bio-Masthähnchen bis 81 Tage	-,-	1200
Truthahn, Hennen	-,-	340
Truthähne	-,-	190
Enten	-,-	900
Gänse	-,-	290
<b>Andere Arten:</b>		
Schaf mit Lamm	365 Futtertage	7
Ziege mit Kitz	-,-	7
Pferd unter 500 kg	-,-	2,9
Pferd 500 bis 700 kg	-,-	2,3
Pferd mehr als 700 kg	-,-	1,9
Mink, Frettchen etc. (weiblich)	-,-	44
Füchse, Silberfüchse und ähnliches (weiblich)	-,-	18
Strauß, ausgewachsen	-,-	8
Zuchtstrauß bis 14 Monate	Anzahl/Jahr	10
Rotwild, Hirschkuh mit Kalb	-,-	5
Dammwild, Dammtier mit Kalb	-,-	9

Quelle: MINISTRY OF THE ENVIRONMENT 2003

**Tabelle 31: Vorrasschätzung der französischen Mischfutterproduktion für August 2008 bis September 2009 (in 1000 t)**

	Milchkühe	Rinder	Ferkel	Sauen	Mastschweine	Broiler	Legehennen	Puten	Perlhuhn	Schwimmvögel	Ovicap	Kaninchen	Gesamt
Aug.	245	117	59	85	364	265	169	129	15	119	38	33	1728
Sept.	271	120	61	87	374	277	171	126	17	133	38	35	1791
Okt.	321	130	66	96	409	289	186	137	19	148	43	37	1952
Nov.	296	117	56	83	358	245	163	125	17	125	45	32	1732
Dez.	354	139	63	94	398	268	184	138	17	134	59	38	1944
Jan.	348	135	59	90	370	265	178	133	15	128	65	38	1892
Febr.	313	122	54	83	334	245	164	124	13	117	68	34	1736
März	324	128	59	90	358	266	176	139	14	125	75	38	1865
April	268	110	62	93	366	268	183	141	14	122	64	37	1806
Mai	198	89	57	85	347	255	169	133	12	109	49	34	1617
Juni	215	96	59	88	362	271	166	133	12	112	45	34	1676
Juli	240	109	62	91	382	278	177	134	14	117	43	36	1768
Aug.	241	112	58	84	360	262	169	127	15	117	37	32	1710
Sept.	275	124	62	88	379	279	173	127	17	133	39	35	1808

Quelle: CÉRÉOPA 2008a

**Tabelle 32: Verteilung der Futterkomponenten in der französischen Futtermittelindustrie in 1000 t des ersten Quartals 2008**

	Milch- kühe	Andere Rinder	Schwei- ne	Mastge- flügel	Lege- hennen	andere	total
<b>Weizen</b>	0	0	539	483	40	10	1072
<b>Mais</b>	251	80	239	429	258	33	1290
<b>Anderes Ge- treide</b>	31	6	156	68	38	29	328
<b>Gerste</b>	35	20	172	1	0	77	305
<b>Erbsen</b>	0	0	6	0	0	0	6
<b>Maisneben- produkte</b>	51	1	0	1	0	8	61
<b>Weizenneben- produkte</b>	119	44	65	3	0	25	256
<b>Luzerne</b>	0	0	0	0	0	26	26
<b>Melasse</b>	31	11	15	1	0	13	71
<b>Zuckerrüben- schnitzel</b>	1	1	0	0	0	8	10
<b>Zitrus</b>	0	0	0	0	0	0	0
<b>Erdnusschrot</b>	5	1	0	0	0	0	6
<b>Rapsschrot</b>	101	28	116	3	0	1	249
<b>geschütztes Rapsschrot</b>	70	71	0	0	0	7	148
<b>Sojabohnen- schrot</b>	22	0	134	470	126	2	754
<b>geschütztes Sojabohnen- schrot</b>	158	51	0	0	0	3	212
<b>Sonnenblu- menschrot (29)</b>	0	47	12	0	0	30	89
<b>Sonnenblu- menschrot (33)</b>	0	0	0	0	0	0	0
<b>Fleisch- und Knochenmehl</b>	0	0	0	0	0	0	0
<b>Protein- und öhlhaltige Saa- ten</b>	0	0	0	0	0	0	0
<b>pflanzliches Öl</b>	0	0	1	55	6	0	62
<b>Andere</b>	88	56	63	63	58	27	355
<b>Gesamt</b>	963	417	1518	1577	526	299	5300

Quelle: CÉRÉOPA 2008c

**Tabelle 33: VE-Schlüssel aus Spanien nach dem Lebendgewicht der Tiere**

Milchkuh	1
andere Kühe	0,8
männl. Rinder (24 Monate oder älter)	1
weibl. Rinder (24 Monate oder älter)	0,8
Rinder (12-24 Monate)	0,7
Rinder (jünger als 12 Monate)	0,4
Schafe und Ziegen	0,1
Zuchtsauen	0,5
Ferkel	0,027
andere Schweine	0,3
Pferde	0,8
Hühner	0,014
Legehennen	0,014
Masthühner und -hähne	0,007
Enten, Gänse	0,03
anderes Geflügel	0,03
Kaninchen	0,02

Quelle: INE 2005

**Tabelle 34: VE-Schlüssel zur Abgrenzung der landwirtschaftlichen von der gewerblichen Tierhaltung in Italien**

Tierart	Kategorie	VE
Rinder	Kühe und Büffel jünger als ein Jahr	0.4
	Kühe und Büffel zwischen 1 und 2 Jahren	0.6
	Kühe und Büffel älter als 2 Jahre	1
	Schlachtfärsen und Büffelkühe zur Mast	0.8
	Milchkuh und -büffel	1
	andere Kühe und Büffel älter als 2 Jahre	0.8
Equiden	ausgewachsenes Pferd	0.6
Schafe und Ziegen	Schafe (zusammengefasst)	0.1
	Ziegen (zusammengefasst)	0.1
Schweine	Ferkel (100 Tiere)	2.7
	Zuchtsauen	0.5
	Mastschweine	0.3
Geflügel	Broiler (100 Tiere)	0.7
	Legehennen (100 Tiere)	1.4
	anderes Geflügel	3
	Gänse, Enten, Puten (100 Tiere)	3
	Perhühner, Fasane, Rebhühner (100 Tiere)	1.1
Hasen	Zuchthasen (100 Tiere)	3
	andere Hasen (100 Tiere)	1.4
Andere	Küken und andere Tiere	0

Quelle: INEA 2003

**Tabelle 35: VE-Schlüssel (Graasdiereeneheden (GDE)) für Raufutterfresser aus den Niederlanden nach dem Energiebedarf der Tiere**

Tierart		Futterbedarf (in 1000 VEM)	GDE
Milchkuh	6000 kg Milch	4960	1,00
	7000 kg Milch	5420	1,09
	8000 kg Milch	5880	1,19

<b>Mutterkuh</b>		3835	0,77
<b>Weibliches Jungvieh</b>	0-1 Jahre	1373	0,28
	1-2 Jahre	2543	0,51
	über 2 Jahre	2740	0,55
<b>Fleischrinder</b>	Bullen bis ca. 16 Monate	1912	0,39
<b>Ziegen</b>	Milchziege	752	0,15
<b>Schafe</b>	Mutterschafe	488	0,10
	Mutterschafe (incl. 1,7 Lämmer)	740	0,15
<b>Pferde</b>		2268	0,46

Quelle: VINK 1997: 453

**Tabelle 36: VE-Schlüssel aus den Niederlande nach dem Phosphatausstoß der Tiere**

	<b>Tierkategorie</b>	<b>Ausscheidungsmengen an Phosphor (in kg) pro Tier und Jahr</b>	<b>VE je Tier</b>
<b>Rinder</b>	Milchkühe	41,0	1,000
	Jungvieh (unter 1 Jahr)	9,0	0,220
	Jungvieh (1 Jahr und älter)	18,0	0,439
	Schlachtkalb (weißes Fleisch)	5,2	0,127
	Weidende Kühe (rotes Fleisch)	41,0	1,000
	Fleischbullen (rotes Fleisch)	13,4	0,327
<b>Schweine</b>	Zuchtsauen (incl. Ferkel bis 6 Wochen)	14,6	0,356
	Zuchtsauen (incl. Ferkel bis 25 kg)	20,3	0,495
	Jungsauen (von ca. 25 kg bis 7 Monate)	7,1	0,173
	Jungsauen (von ca. 7 Monaten bis zum ersten Decken)	11,8	0,288
	Jungsauen (von ca. 25 kg bis zum ersten Decken)	8,2	0,200
	Ferkel (6 Wochen bis ca. 25 kg)	2,7	0,066
	Mastschweine	7,4	0,180
<b>Geflügel</b>	Aufzuchthennen und -hähne von Legerassen	0,2	0,005
	Hennen und -hähne von Legerassen	0,5	0,012
	Aufzuchthennnen und -hähne von Fleischrassen	0,25	0,006
	Elterntiere von Fleischrassen	0,74	0,018
	Masthähnchen	0,24	0,006
Puten	Schlachtputen	0,79	0,019
Schafe	Zuchtschafe (incl. Lämmer bis ca. 25 kg)	5,10	0,124

Quelle: VINK 1997: 453

**Tabelle 37: Verteilung der Futtermittel auf die einzelnen Produktionsrichtungen für das Jahr 2004 in der Schweiz**

	Rindvieh (insgesamt)	davon Milchkühe	Schafe/ Ziegen	Schweine	Geflügel	Andere
Weizen	17,4	15,0	0,6	51,0	28,0	3,0
Dinkel	36,4	25,0	0,6	60,0	-	3,0
Roggen (inbegr. Wintermenggetreide)	36,4	25,0	0,6	60,0	-	3,0
Gerste	17,4	15,0	0,6	51,0	28,0	3,0
Hafer (inbegr. Sommermenggetreide)	23,4	15,0	0,6	46,0	-	30,0
Körnermais	17,4	15,0	0,6	51,0	28,0	3,0
Sorghum	17,4	15,0	0,6	51,0	28,0	3,0
Triticale	36,4	25,0	0,6	60,0	-	3,0
Andere Getreide (außer Reis)	17,4	15,0	0,6	51,0	28,0	3,0
Reis (Bruch-)	17,4	15,0	0,6	51,0	28,0	3,0
Getrocknete Hülsenfrüchte (Körner)	-	-	-	-	-	-
Futtererbsen (inbegr. Kichererbsen)	17,4	15,0	0,6	51,0	28,0	3,0
Ackerbohnen	17,4	15,0	0,6	51,0	28,0	3,0
Andere getrocknete Hülsenfrüchte (Bohnen, Linsen)	17,4	15,0	0,6	51,0	28,0	3,0
Kartoffeln (Knollen)	36,4	25,0	0,6	60,0		3,0
Zucker	36,4	25,0	0,6	60,0		3,0
Pflanzliche Fette und Öle (unverarbeitet)	17,4	15,0	0,6	51,0	28,0	3,0
Grünfutter verarbeitet	-	-	-	-	-	-
Luzerne	17,4	15,0	0,6	51,0	28,0	3,0
Andere Grünfutter verarbeitet						
Andere Grünfutter verarbeitet (Trockengras)	17,4	15,0	0,6	51,0	28,0	3,0
Maniok (inbegr. Tapioka)	17,4	15,0	0,6	51,0	28,0	3,0
Andere Produkte pflanzlichen Ursprungs						
Johannisbrot	100,0	65,0				
Übrige andere Produkte pflanzlichen Ursprungs						
Übrige andere Produkte pflanzlichen Ursprungs (Top)	39,4	30,0	0,6	60,0		
Ölsaaten						
Raps	17,4	15,0	0,6	51,0	28,0	3,0
Sonnenblumen	20,4	15,0	0,6	51,0	28,0	
Soja	100,0	65,0				
Andere Ölsaaten						
Andere Ölsaaten (Leinsamen)	17,4	15,0	0,6	51,0	28,0	3,0
Andere Ölsaaten (Baumwoll-, Erdnussamen, usw.)	100,0	65,0				
Nebenerzeugnisse aus Verarbeitung						
Nebenerzeugnisse der Müllerei						
Nebenerzeugnisse der Müllerei, Weizen						
Nebenerzeugnisse der Müllerei,	17,4	15,0	0,6	51,0	28,0	3,0

Weizen (-kleie)						
Nebenerzeugnisse der Müllerei, Weizen (Mehl, Gries)	17,4	15,0	0,6	51,0	28,0	3,0
Mais (Mehl, Griess, Pellets und Kleie)	17,4	15,0	0,6	51,0	28,0	3,0
Reis	17,4	15,0	0,6	51,0	28,0	3,0
Andere Nebenerzeugnisse der Müllerei						
Andere Nebenerzeugnisse der Müllerei (Gerste)	17,4	15,0	0,6	51,0	28,0	3,0
Andere Nebenerzeugnisse der Müllerei (Hafer)	23,4	15,0	0,6	46,0		30,0
Andere Nebenerzeugnisse der Müllerei (Getreidekeime)	36,4	25,0	0,6	60,0		3,0
Andere Nebenerzeugnisse der Müllerei (übriges Getreide)	36,4	25,0	0,6	60,0		3,0
Nebenerzeugnisse der Brauerei						
Biertreber, trocken	97,0	90,0				3,0
Malzkeime	17,4	15,0	0,6	51,0	28,0	3,0
Futterhefe	17,4	15,0	0,6	51,0	28,0	3,0
Nebenerzeugnisse der Stärkeherstellung						
Gluten (Kleber)	17,4	15,0	0,6	51,0	28,0	3,0
Kartoffelprotein	17,4	15,0	0,6	51,0	28,0	3,0
Nebenerzeugnisse der Zuckerherstellung						
Zuckerrübenschnitzel						
Zuckerrübenschnitzel, Trocken	100,0	65,0				
Zuckerrübenschnitzel, Gepresst	100,0	65,0				
Melasse						
Melasse, von Zuckerrüben	17,4	15,0	0,6	51,0	28,0	3,0
Nebenerzeugnisse der Ölherstellung (Ölkuchen)						
Raps-Rübsen	100,0	65,0				
Sonnenblumen	17,4	15,0	0,6	51,0	28,0	3,0
Soja	17,4	15,0	0,6	51,0	28,0	3,0
Lein	36,4	25,0	0,6	60,0		3,0
Andere Ölkuchen	17,4	15,0	0,6	51,0	28,0	3,0
Andere Nebenerzeugnisse						
Abfälle der Fruchtsaftindustrie						
Abfälle der Fruchtsaftindustrie (Nasstrester)	100,0	65,0				
Abfälle der Fruchtsaftindustrie (getrockneter Trester)	36,4	25,0	0,6	60,0		3,0
Futtermittel tierischen Ursprungs						
Verarbeitung von Seetieren						
Fischmehl				70,0	30,0	
Andere Verarbeitung von Seetieren					100,0	

(Garnelenschalen)						
Verarbeitung von Landtieren						
Fleischmehl (verboten)	20,4	15,0	0,6	51,0	28,0	
Blutmehl (für Wiederkäuer verboten)				70,0	30,0	
Andere Verarbeitung von Landtieren (Grieben)				100,0		
Tierische Fette und Öle						
Seetiere	56,4	40,0	0,6		40,0	3,0
Landtiere (teilweise verboten)	17,4	15,0	0,6	51,0	28,0	3,0
Milch und Milchprodukte		-				
Vollmilch, flüssig						
Vollmilch, flüssig, von Kühen	100,0					
Mager- und Buttermilch, flüssig	20,0			80,0		
Molke, flüssig	10,0			90,0		
Mager- und Buttermilchpulver						
Magermilchpulver	76,4		0,6	20,0		3,0
Molkepulver	80,0			20,0		
Futtermittel in der Regel nicht marktfähig						
Einjähriger Futterbau						
Hackfrüchte						
Zuckerrüben (Wurzeln)	100,0	65,0				
Futterrüben/Runkelrüben (Wurzeln)	100,0	65,0				
Grünmais						
Grünmais, in Grünmasse	91,0	65,0	4,0			5,0
Silomais						
Silomais mittlerer Qualität	91,0	65,0	4,0			5,0
Mehrjähriger Futterbau (temporär und dauerhaft)						
Futterpflanzen und Weiden, Daueranbau						
Wiesen (Heu)						
Heu und Emd mittlerer Qualität	91,0	65,0	4,0			5,0
Heu und Emd geringer Qualität	91,0	65,0	4,0			5,0
Weide						
Weide und Grasen guter Qualität	91,0	65,0	4,0			5,0
Weide und Grasen mittlerer Qualität	91,0	65,0	4,0			5,0
Alpweide	96,0	65,0	4,0			
Silage						
Grassilage guter Qualität	96,0	65,0	4,0			
Grassilage mittlerer Qualität	96,0	65,0	4,0			
Kuppelprodukte						
Stroh und Spreu						
Stroh und Spreu von Weizen	91,0	65,0	4,0			5,0
Blätter und Köpfe						
Blätter und Köpfe von Zuckerrüben	96,0	65,0	4,0			
Andere Blätter und Köpfe (Rückstände von Maispflanzen)	96,0	65,0	4,0			
An anderer Stelle nicht genannte Futtermittel						

Gemüse				100,0		
Obst						
Äpfel	91,0	65,0	4,0			5,0
Anderes Obst (Schalenfrüchte)	39,4	30,0	0,6	60,0		
Abfälle (übrige)						
Abfälle (aus Metzgereien)				100,0		
Abfälle (aus Bäckereien)				100,0		
Abfälle (Paniermehl)				100,0		
(Küchen-) Abfälle				100,0		
Abfälle (aus der Schokoladeproduktion)				100,0		
Abfälle (Stärke und Leime, Inulin)	36,4	25,0	0,6	60,0		3,0
Abfälle (Öle und Fette gemischt oder Öl- und Fetts)	100,0	65,0				
Abfälle (aus der Samenproduktion, usw.)	36,4	25,0	0,6	60,0		3,0
Eicheln				100,0		
Übrige an anderer Stelle nicht genannte Futtermittel	17,4	15,0	0,6	51,0	28,0	3,0

Quelle: GIULIANI 2008

**Tabelle 38: VE-Schlüssel aus der Schweiz**

	Faktor je Tier	
	1999	2004
<b>Tiere der Rindergattung</b>		
<b>Zucht und Nutzung</b>		
Kühe (ohne Mutter- und Ammenkühe)	1,0	1,0
Stiere und Rinder über 2 Jahre	0,6	0,6
Jungvieh 1-2 Jahre	0,4	0,4
Jungvieh unter 1 Jahr	0,25	0,25
<b>Mutter- und Ammenkuhhaltung</b>		
Mutter- und Ammenkühe (ohne Kälber), Ausmastkühe	0,8	0,8
Kälber von Mutter- und Ammenkühen unter 1 Jahr	0,17	0,17
<b>Grossviehmast</b>		
Rinder, Stiere und Ochsen über 4 Monate	0,4	0,4
Kälber zur Grossviehmast unter 4 Monate	0,08	0,08
<b>Kälbermast</b>		
Mastkälber (2,8 bis 3 Umtriebe pro Platz)	0,1	0,1
<b>Tiere der Pferdegattung</b>		
Säugende und trächtige Stuten	1,0	1,0
Fohlen bei Fuss (im Faktor der Mutter eingerechnet)	-	-
Anderer Pferde über 3 Jahre	0,7	0,7
Anderer Fohlen unter 3 Jahre	0,5	0,5
Maultiere und Maulesel jeden Alters	...	0,4
Ponys, Kleinpferde und Esel jeden Alters	0,25	0,25
<b>Schafe</b>		
Schafe gemolken	0,2	0,2
Anderer Schafe über 1 Jahr	0,17	0,17
Jungschafe unter 1 Jahr (in den Faktoren der weiblichen Tiere eingerechnet)	-	-

Weidelämmer (Mast) unter ½ Jahre, nicht den Muttertieren anzurechnen sind (ganzjährige Weidelämmermast)	...	0,03
<b>Ziegen</b>		
Ziegen gemolken	0,2	0,2
Andere Ziegen über 1 Jahr	0,17	0,17
Jungziegen unter 1 Jahr (im Faktor der weiblichen Tiere eingerechnet)	-	-
Zwergziegen: Nutztierhaltung (grössere Bestände zu Erwerbszwecken)	...	0,085
<b>Andere Raufutter verzehrende Nutztiere</b>		
Bisons über 3 Jahre (erwachsene Zuchttiere)	0,8	0,8
Bisons unter 3 Jahre (Aufzucht und Mast)	0,4	0,4
Damhirsche jeden Alters	0,1	0,1
Rothirsche jeden Alters	0,2	0,2
Lamas über 2 Jahre	0,17	0,17
Lamas unter 2 Jahre	0,11	0,11
Alpakas über 2 Jahre	0,11	0,11
Alpakas unter 2 Jahre	0,07	0,07
<b>Kaninchen</b>		
Kaninchen jeden Alters	0,125	0,009
<b>Schweine</b>		
Säugende Zuchtsauen (4 bis 8 Wochen Säugedauer; 5,7 bis 10,4 Umtriebe pro Platz)	0,55	0,55
Saugferkel (im Faktor der Mutter eingerechnet)	-	-
Nicht säugende Zuchtsauen über 6 Monate alt (ca. 3 Umtriebe pro Platz)	0,26	0,26
Zuchteber	0,25	0,25
Abgesetzte Ferkel (ausgestallt mit ca. 25 kg, 8 bis 12 Umtriebe pro Platz oder ausgestallt mit ca. 35 kg, 6 bis 8 Umtriebe pro Platz)	0,06	0,06
Remonten und Mastschweine (ca. 3 Umtriebe pro Platz)	0,17	0,17
<b>Nutzgeflügel</b>		
Zuchthennen, Zuchthähne und Legehennen	0,01	0,01
Junghennen, Junghähne und Küken (ohne Mastpoulets)	0,004	0,004
Mastpoulets jeden Alters (Mastdauer ca. 40 Tage; 6,5 bis 7,5 Umtriebe pro Platz)	0,004	0,004
Truten jeden Alters (ca. 3 Umtriebe pro Platz)	0,015	0,015
Trutenvormast (ca. 6 Umtriebe pro Platz)	...	0,005
Trutenausmast	...	0,028
Strausse bis 13 Monate	...	0,14
Strausse älter als 13 Monate	...	0,26

Quelle: BUNDESAMT FÜR LANDWIRTSCHAFT (2006)

**Tabelle 39: Nährstoff- und Gülleanfall bei verschiedenen Tierarten je DGV beziehungsweise DE (Gülleanfall bei mittleren Trockensubstanz- bzw. Nährstoffgehalten)**

	kg N	kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	kg K <sub>2</sub> O	m <sup>3</sup> Gülle
1,5 GVE Rinder				
an 200 Stalltagen	69	36	84	15
an 365 Stalltagen	126	66	153	27
7 Mastschweine	77	53	46	14
100 Hennen	80	68	39	8
300 Masthähnchen	57	54	48	-

Quelle: VETTER (1986): 151

**Tabelle 40: Aktuelle Dungeinheit für ausgewählte Ökoverbände**

Tierart	Dungeinheit/Stück	Stück/Dungeinheit
Zuchtbulle	0,8	1,25
Kühe	0,7	1,5
Rinder (über 2 Jahre)	0,7	1,5
Rinder (1-2)	0,5	2
Kälber	0,2	5
Schafe und Ziegen bis 1 Jahr	0,03	30
Schafe und Ziegen über 1 Jahr	0,05	18
Zuchtsauen und Ferkel bis 20 kg	0,33	3
Legehennen	0,01	100
Junghennen	0,005	200
Masthähnchen	0,005	200
Mastenten	0,007	150
Mastgänse	0,005	200
Mastputen	0,01	100

Quelle: HEIDENREICH (2005)

**Tabelle 41: Tabelle für die Umrechnung von Viehstückzahlen in GVE gemäß ELER-Verordnung**

Bullen, Kühe und sonstige Rinder über zwei Jahre, Equiden über sechs Monate	1,0 GVE
Rinder von sechs Monaten bis zwei Jahre	0,6 GVE
Rinder unter sechs Monaten	0,4 GVE
Schafe	0,15 GVE
Ziegen	0,15 GVE
Zuchtschweine > 50 Kg	0,5 GVE
Sonstige Schweine	0,3 GVE
Legehennen	0,014 GVE
Sonstiges Geflügel	0,003 GVE

Quelle: Kommission der europäischen Gemeinschaften 2006: 59

**Tabelle 42: Umrechnungsfaktoren pro GVE für den Wirtschaftsdüngeranfall**

Milchkühe	20 m <sup>3</sup> /GVE
Mastrinder	13 m <sup>3</sup> /GVE
Zuchtschweine	8 m <sup>3</sup> /GVE
Mastschweine	11 m <sup>3</sup> /GVE
Aufzuchtferkel	18 m <sup>3</sup> /GVE
Legehennen	17 m <sup>3</sup> /GVE

Quelle: Deutscher Bundestag 2008: 54

**Tabelle 43: Kurztabelle VNP/nur Maßnahmen mit Viehbeschränkung**

Bundesland	Begrenzung des Viehbesatzes	Keine Umwandlung von Grünland in Ackerland	Zeitliche Nutzungsbeschränkung	Max. Wirtschaftsdüngermenge entsprechend 1,4 GVE/ha LF	Verzicht auf chemisch-synthetische Düngemittel	Förderhöhe	Gebietskulissenbeschränkung
<b>Grünlandextensivierung „leichter Standard“</b>							
<b>Baden-Württemberg (BW) - G 1.1</b>	Keine	x	Aufgabe oder verschiedene Mahdvarianten	Grenze nach DüV	angepasste Stickstoffdüngung erlaubt	Zwischen 140 €/ha und 300 €/ha	In nach naturschutzfachlichen Kriterien abgegrenzten Gebieten
<b>Bayern (BY) – KULAP-A 2.1</b>	0,3 RGV/ha HFF bis 2,0 GVE/ha LF	x	5 % erst ab 15.06. nutzbar	Dokumentationspflicht	x	50 €/ha	Flächen ohne besondere naturschutzfachliche Auflagen
<b>Schleswig-Holstein (SH) – 2 Dauergrünlandprogramm</b>	Min. 0,3 RGV/ha HFF	x	Dokumentationspflicht, Sperrfristen für Bodenbearbeitung und organische Düngung in Abhängigkeit des Vorkommens von Kiebitzen und/oder Amphibien	Dokumentationspflicht	Keine Beschränkung	35 €/ha	In großräumigen Grünlandregionen, Verbreitungsschwerpunkte der Wiesenvögel und Amphibien
<b>Bewirtschaftung besonderer Biotope / Standorte</b>							
<b>Brandenburg/Berlin (BB/BE) – A4</b>	0,2 RGV/ha bis 1,0 RGV/ha HFF	x	Min. einmal jährliche Beweidung	Ausbringungsverbot	x	220 €/ha bzw. 165 €/ha	Grundwasserferne, ertragsschwache Heiden, offen zu haltende Flächen, Standorte mit typischen, verholzenden Gewächsen
<b>Baden-Württemberg (BW) – B4</b>	Ausreichender Viehbestand	x	Beweidung	Grenze nach DüV	x	140 €/ha	Almenflächen mit anerkannten Weidgemeinschaften
<b>Hessen (HE) – B 3.1</b>	Max. 2,0 RGV/ha	x	Min. einmal jähr-	Ausbringungsver-	x	140 €/ha + Zu-	Weidetagebuch

	HFF		liche landwirtschaftliche Nutzung, zusätzliche freiwillige Anforderungen an Aufwuchsverhältnisse, technische Umsetzung und Beweidungsverfahren	bot		schläge für verschiedene Bewirtschaftungsschwernisse 25/50/75/100 €/ha	aus dem Identität der Flächen hervorgeht
<b>Hamburg (HH) – 8A-HA</b>	Durchschnittliche Besatzdichte von 0,5 GVE/ha	x	Ganzjährige Beweidung	Ausbringungsverbot	x	263,57 €/ha	Halboffene Weidelandschaft mit min. 10ha
<b>Mecklenburg-Vorpommern (MV) – 3 Besondere Biotope</b>	Max. 1,7 GVE/ha, bei Insellage max. 1,4 GVE/ha	x	Nutzungstermine für Oberflächenbearbeitung, Mahd und Beweidung	Ausbringungsverbot	x	225 €/ha bei Beweidung	Salzgrasland, Trockenrasen, Feuchtgrünland, nährstoffarmes Grünland
<b>Niedersachsen/Bremen (NI/HB) – KoopNat 2.1</b>	Extensiv entsprechend dem jeweiligen Biototyp	x	Keine Bodenbearbeitung, Beweidungsplan	Ausbringungsverbot	x	150 €/ha bis 835 €/ha	Montane Wiesen, Magerrasen, Sand- und Moorheiden
<b>Nordrhein-Westfalen (NW) – 4 Sonstige Grünlandbiotope</b>	keine Beschränkung	x	Keine zeitlichen Extensivierungsbeschränkungen, gegebenenfalls Mahd ab 01.07. und Beweidung mit Pferden möglich	Ausbringungsverbot	x	250 €/ha bzw. 450 €/ha	Nasswiesen, Feuchtheiden, Heiden, etc.
<b>Rheinland-Pfalz (RPF) – PAULa Südpfalz</b>	Max. 1,2 RGV/ha	x	Min. einmal jährliche Nutzung zwischen 15.05. und 14.11.	Grenze nach DüV	Grenze nach DüV	125 €/ha	Grünlandflächen in den Talauen der Südpfalz
<b>Schleswig-Holstein (SH) – 3 VNP A/B/C/D</b>	Zwischen 0,3 und 8 Tieren/ha, Schafhaltung häufig ohne Besatzbegrenzung	x	Unterschiedliche Einschränkungen hinsichtlich Bodenbearbeitung, erster Schnitt,	Unterschiedliche Einschränkungen	Unterschiedliche Einschränkungen	85 €/ha bis 450 €/ha	Je nach Vertragsart unterschiedliche Angebotsregionen

			Umfang der Weidetage, obligatorische Pflegemaßnahmen				
<b>Sachsen-Anhalt (ST) – 3 Naturschutzgerechte Mahd</b>	Von der zuständigen Naturschutzbehörde festgelegt	Von der zuständigen Naturschutzbehörde festgelegt	Schlagbezogene Aufzeichnungen, Beweidungstagebuch, Erstmahdzeitpunkt, Schnitthöhe min. 10 cm, Beweidung nach Erstmahd	Von der zuständigen Naturschutzbehörde festgelegt	Von der zuständigen Naturschutzbehörde festgelegt	115 €/ha bis 400 €/ha	Ertragreiche Lebensraumtype in Natura 2000-Gebieten und Grünlandflächen, die dem Biotopschutz unterliegen
<b>Thüringen (TH) – N3</b>	Nach Pflegeplan	Nach Pflegeplan	Bei 1.Nutzung Mahd mit Beräumung, Mahdruhe min. 7 Wochen, Termin- und Bewirtschaftungsauflagen, Beweidung ab 15.08., vorübergehende Aussparung von Teilflächen	Kein Einsatz von Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft, bei Flachlandwiesen Festmist einmal jährlich zulässig	x	Nach Gebiet 259 €/ha bis 350 €/ha	Biotope der Mager- und Trockenstandorte, Bergwiesen und Borstgrasrasen, Feuchtbiotope, Brutgebiete wiesenbrütender Vogelarten, mesotrophe Wiesen des Flach- und Hügellandes
<b>Förderung von besonders steilem Grünland</b>							
<b>Baden-Württemberg (BW) – B3</b>	Max. 2,0 GVE/ha LF	x	Erforderliche Weidepflege, min. 5 % nicht vor 15.06.	Aufzeichnungspflicht	x	120 €/ha	Flächen mit Hangneigung von 25 % und mehr
<b>Bayern (BY) – KULAP-A 2.4</b>	-	erlaubt	Mähnutzung muss Erosionsschutz gewährleisten	Grenze nach DüV	x	Nach Steigung 400 €/ha bzw. 600 €/ha	Mindesthangneigung von 35 %
<b>Schnittzeitpunkte und terminierte Nutzung</b>							
<b>Brandenburg/Berlin (BB/BE) – A3</b>	Nach Pflegeplan	x	Min. einmal jährlich Mahd oder Beweidung nach Nutzungsplan	Ausbringungsverbot	x	75 €/ha + 25 €/ha mit bestimmtem Mähwerk	Auswahl durch Bewilligungs- und Naturschutzbehörde
<b>Bayern (BY) – KU-</b>	Min. 0,3 RGV/ha	erlaubt	Weide bis 15.03,	Grenze nach DüV	x	300 €/ha	Landwirtschaftli-

<b>LAP-A 2.6</b>	HFF		Schnitt ab 01.07.				che Flächen ohne besondere naturschutzfachliche Auflagen
<b>Hessen (HE) – 5. NSL 1)</b>	Max. 2,0 RGV/ha HFF	x	Min. einmal jährliche landwirtschaftliche Nutzung zu bestimmten Terminen	Ausbringungsverbot	x	140 €/ha + Zuschläge für verschiedene Bewirtschaftungsschwernisse 25/50/75/100 €/ha	Weidetagebuch aus dem Identität der Flächen hervorgeht
<b>Nordrhein-Westfalen (NW) – 4 b)</b>	Unterschiedlich nach Standort Max. 2 GVE bzw. Max. 4 GVE durch Beweidung	x	Zwei Extensivierungsstufen mit unterschiedlichen Pflege- und Nutzungszeiträumen	Keine Gülle	x	Für Weiden ca. 280€/ha bzw. ca. 335€/ha, abhängig auch von Viehdensatzdichte	spezielle Biotopie wie Nasswiesen, Feuchtheiden, Heiden, etc.
<b>Sachsen (SN) – G3 a)/b)</b>	Keine Angabe	x	Nur Nachbeweidung frühestens ab 01.08. bzw. 01.09., Aufzeichnungspflicht für verschiedene Nutzungs- und Pflegetermine	Keine N-Düngung vor der ersten Nutzung bzw. Verzicht	Oder nach der ersten Nutzung	Nach Auflagen 284 €/ha bis 373 €/ha	Nach Stellungnahme der Naturschutzbehörde
<b>Grünlandnutzung und –pflege durch besondere Tierarten, Hutungen</b>							
<b>Baden-Württemberg (BW) – C3</b>	-	x	Beweidung	Ausbringungsverbot	x	185 €/ha bzw. 310 €/ha bei Hütetehaltung mit mehr als zwei Weidegängen +50/90/150/210 €/ha für Zulagen, spezielle technische Einrichtungen Arbeits- und Beratungsaufwand, Hangneigung	In naturschutzfachlich abgegrenzten Gebieten
<b>Bayern (BY) – KU-</b>	Max. 1,2 GVE/ha	x	Gezielte Bewei-	Ausbringungsver-	x	110 €/ha	Auf extensiven

LAP-A 2.5	LF		dung	bot			Sommerweiden für Wanderschafe/-ziegen und ausgewiesenen Sonderflächen
<b>Hamburg (HH) – 8A-HB</b>	2 Tiere/ha	x	Beweidung mit Heidschnucken und/oder anteilig Ziegen, im Einzelfall Beweidungs- und Pflegevorgaben	Ausbringungsverbot	x	271,11 €/ha	Heide und Magerrasen, Eignung wird geprüft
<b>Nordrhein-Westfalen (NW) – 3</b>	Max. 0,6 GVE/ha	x	Ganzjährige Standweide für Heckrinder und Koning-Pferde, Zufütterung nur im Winter, Weidpflege ab 15.06.	Ausbringungsverbot	x	200 €/ha	In Biotopen wie Nasswiesen, Feuchtheiden, Heiden, etc. mit mind. 10 ha
<b>Sachsen (SN) – G7 a/b)</b>	Min. 0,3 RGV/ha pro Teilschlag	x	Keine Zufütterung, Einhaltung des Weideplans, Aufzeichnungspflicht, mind. einmal jährliche Weidenutzung, Hutung mit Schafen und/oder Ziegen	Keine zusätzliche N-Düngung	x	Nach Vertragsart 237 €/ha bis 450 €/ha	Nach Stellungnahme der Naturschutzbehörde, Mind. 0,3 ha
<b>Sachsen-Anhalt (ST) – 3 Naturschutzgerechte Beweidung</b>	Von zuständiger Naturschutzbehörde festgelegt	Von zuständiger Naturschutzbehörde festgelegt	Beweidung mit Schafen und/oder Ziegen, festgelegtes Weidemanagement, Aufzeichnungspflicht, Beweidungstagebuch	Von zuständiger Naturschutzbehörde festgelegt	Von zuständiger Naturschutzbehörde festgelegt	Bis 450 €/ha	Weniger ertragreiche Lebensraumtypen und Grünlandflächen, die dem Biotopschutz unterliegen
<b>Thüringen (TH) – N25</b>	0,3 bis 1,0 GVE/ha, bei	x	Weidetagebuch, erste Nut-	Kein Wirtschaftsdünger tierischer	x	260 €/ha bzw. 330 €/ha bei Hü-	Biotope der Mager- und Trocken-

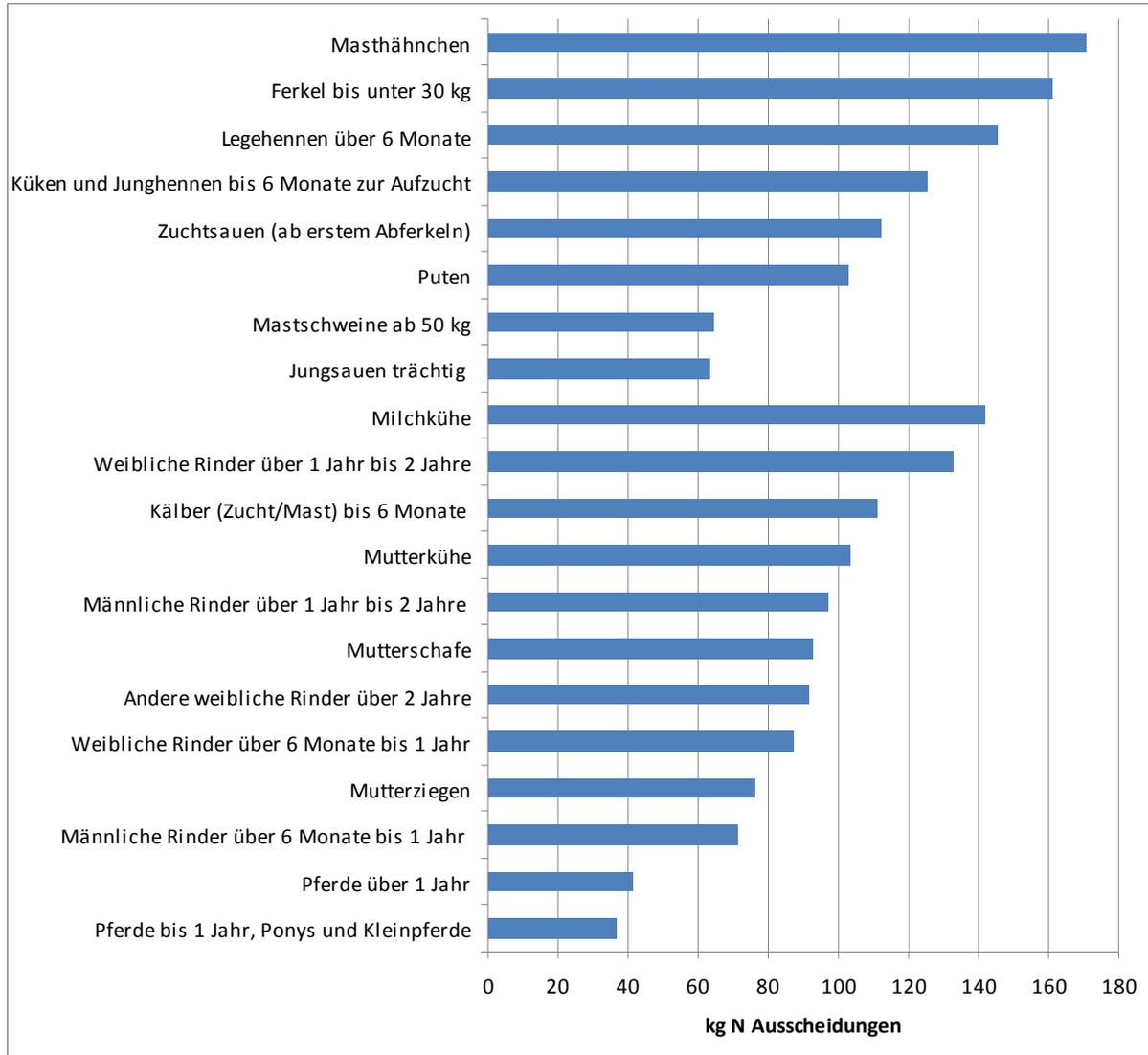
	Hüteschaf- bzw. Ziegenhaltung auf Mager- und Trockenstandorten min. 0,5 GVE/ha		zung=Beweidung, alternativ bis 20 % Mahdnutzung, Nachmahd nach 01.07., Gehölze auf max. 25 % halten, keine Zufütterung, Pflegeplan einhalten	Herkunft		teschafhaltung	standorte, Bergwiesen und Borstgrasrasen, Feuchtbiopte, Brutgebiete wiesenbrütender Vogelarten, mesotrophe Wiesen des Flach- und Hügellandes
<b>Ungedüngt; Düngungsverzicht</b>							
<b>Baden-Württemberg (BW) – D1</b>	Keine	x	Beweidung	Ausbringungsverbot	x	185 €/ha bzw. 310 €/ha bei Hütehaltung mit mehr als zwei Weidegängen	In naturschutzfachlich abgegrenzten Gebieten
<b>Bayern (BY) – VNP/EA 2.1 0.1</b>	Keine	x	In Kombination mit anderen Maßnahme, Grundleistung ergibt sich aus jeweiliger Maßnahme	Ausbringungsverbot	x	350 €/ha	Flächen in den Nationalparks Berchtesgaden und Bayerischer Wald, in Biosphärenreservaten, in Naturschutzgebieten, Feuchtflächen, geschützte Flächen mit Mindestgröße von 0,05 ha
<b>Hamburg (HH) – 8A-GC</b>	Max. 2 Rinder bzw. 1 Pferd/ha bis Ende Juni, ab Juli bis November max. 2,5 GVE/ha	x	Mindestens einmaliger Pflegeschnitt, keine maschinelle Bearbeitung zwischen 01.04. und 30.06., Gewährleistung einer ausreichenden Grünlandpflege	Ausbringungsverbot	x	388,66 €/ha	Grünlandflächen, Eignung wird geprüft

<b>Rheinland-Pfalz (RPF) – PAULa VN Grünland artenreich</b>	Max. 1,0 RGV/ha	x	Nachweis von 8 Kennarten oder Bewirtschaftungsauflagen: min. einmal jährliche Nutzung durch Beweidung oder Mahd, Nutzungseinschränkungen	Ausbringungsverbot	x	175 €/ha bzw. 225 €/ha mit Kennarten + 130 €/ha bei Teilflächenbewirtschaftung und/oder abweichenden Bewirtschaftungszeiträumen	Grünlandflächen mit programm-spezifischem Potenzial
<b>Saarland (SL) – AUM artenreiches GL</b>	Keine Beweidung	x	Pflegeplan, ein bis zwei Nutzungen/Jahr, 5 % nicht vor 15.08., Erstmahd ab 01.06., Verzicht auf Bearbeitung und Befahrung vom 01.03. bis zur Mahd	Ausbringungsverbot	x	216 €/ha + 40/70/100 €/ha für spätere Erstmahdtermine	Halbtrockenrasen, Borstgrasrasen, Pfeifengraswiesen, magere Flachland-Mähwiesen, Feucht- und Nasswiesen
<b>Stallmist</b>							
<b>Hamburg (HH) – 8A-GB</b>	Max. 2 Rinder bzw. 1 Pferd/ha bis Ende Juni, ab Juli bis November max. 2,5 GVE/ha	x	Mindestens einmaliger Pflegeschnitt, keine maschinelle Bearbeitung zwischen 01.04. und 30.06., ausreichende Grünlandpflege gewährleisten	Düngung ausschließlich mit Stallmist, keine Düngung zwischen dem 01.04. und 30.06 sowie zwischen dem 15.10. und 15.02.	x	225,62 €/ha	Grünlandflächen, Eignung wird geprüft
<b>Vielfältiges Maßnahmenangebot nach Tabelle</b>							
<b>Niedersachsen/Bremen (NI/HB) – EA-VO</b>	Optional max. 2 Tiere/ha zu bestimmtem Zeitpunkt	x	Einmal jährliche landwirtschaftliche Nutzung, Aufzeichnungspflicht, Wahl aus regional-optionalen Bewirtschaftungsbe-	Optional ganzjähriges Ausbringungsverbot von organischem Dünger	x	Bewirtschaftungsleistungen in Tabelle mit Punkten bewertet, pro Punkt 10,23 €/ha	Feldblöcke, die innerhalb der speziellen vom Umweltministerium festgelegten Förderkulisse liegen

			dingungen				
<b>Standweide</b>							
<b>Nordrhein-Westfalen (NW) – 4 Standweide</b>	Max. 0,6 GVE/ha	x	Verbot der mechanischen Weidpflege vor dem 15.06., Zufütterung nur im Winter, Heckrinder und Koning-Pferde	Ausbringungsverbot	x	200 €/ha	In Biotopen wie Nasswiesen, Feuchtheiden, Heiden, etc. mit Mindestgröße von 10 ha

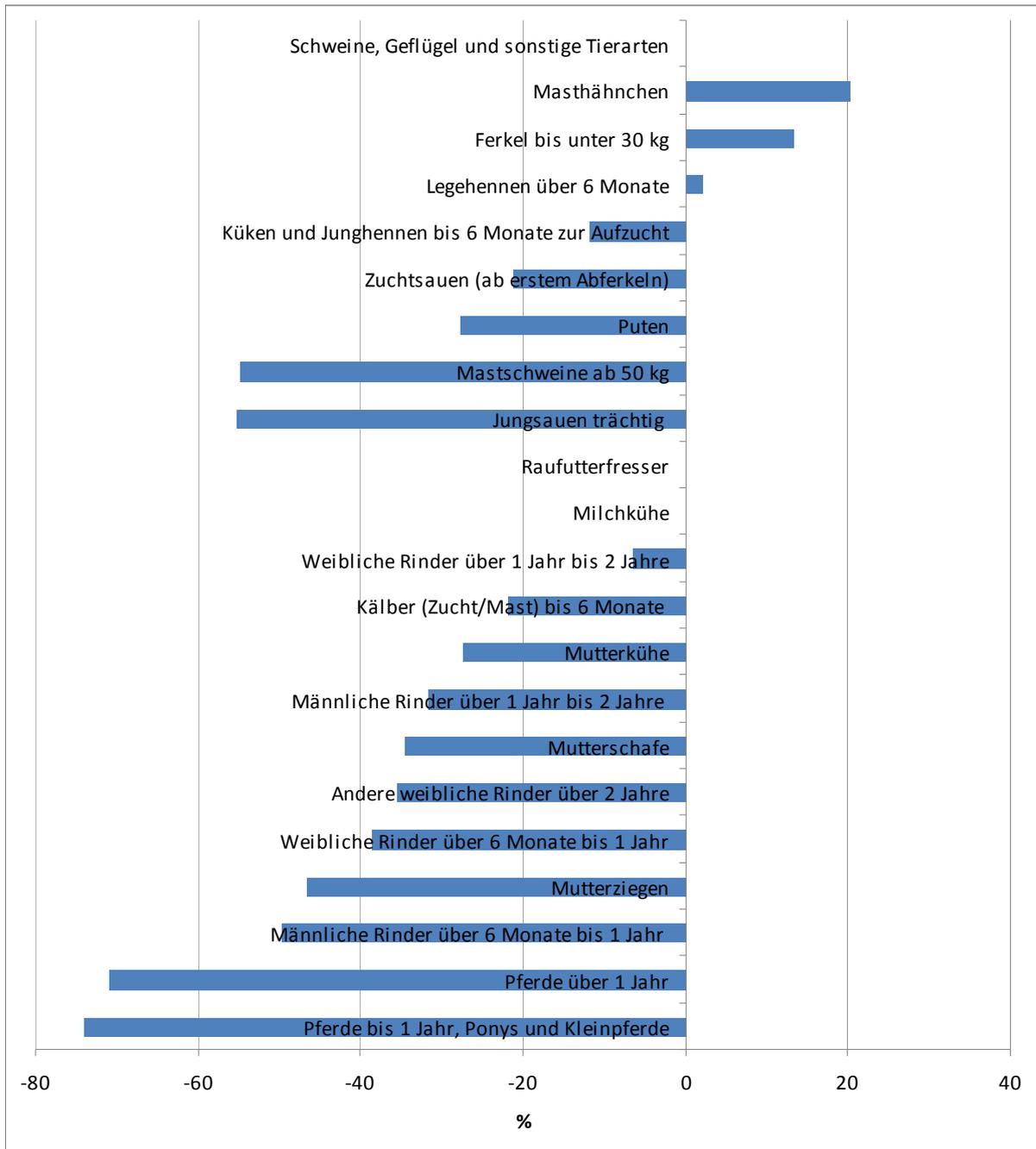
Quelle: Eigene Darstellung nach Daten der EPLR der Länder

**Abbildung 101: N-Ausscheidungen aller Tiere je 1,4 GVE**



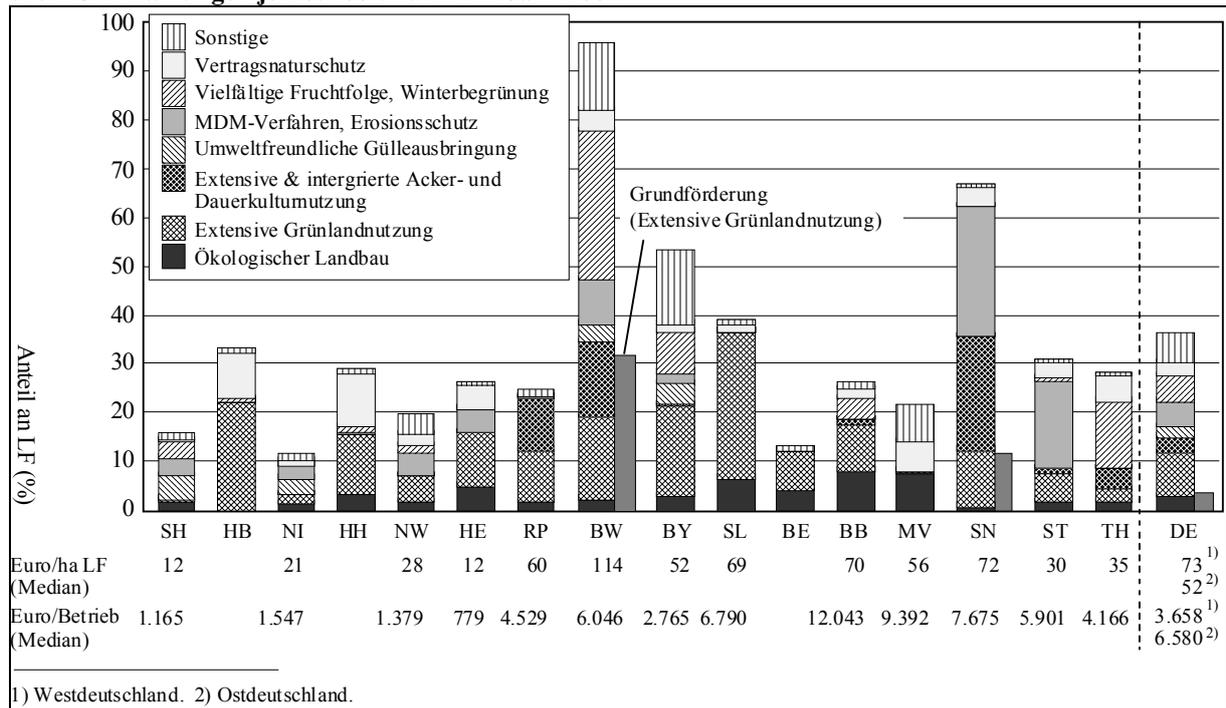
Quelle: Eigene Berechnungen nach BOHNENKEMPER 2005; FRITSCH 2007

**Abbildung 102: Abweichung für alle Tierarten zwischen 1,4 GVE-Grenze nach GAK und zulässiger GVE-Anzahl nach anrechenbaren N-Ausscheidungen gemäß § 4 Absatz 3 und Anlage 6 DüV (2006)**



Quelle: Eigene Berechnungen nach BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT 2007; BOHNENKEMPER 2005; FRITSCH 2007

**Abbildung 103: Flächenanteile der geförderten Agrarumweltmaßnahmen an der LF und durchschnittliche AUM-Zahlungen je Betrieb und LF im Jahr 2004**



Quelle: PUF AHL 2010: 15

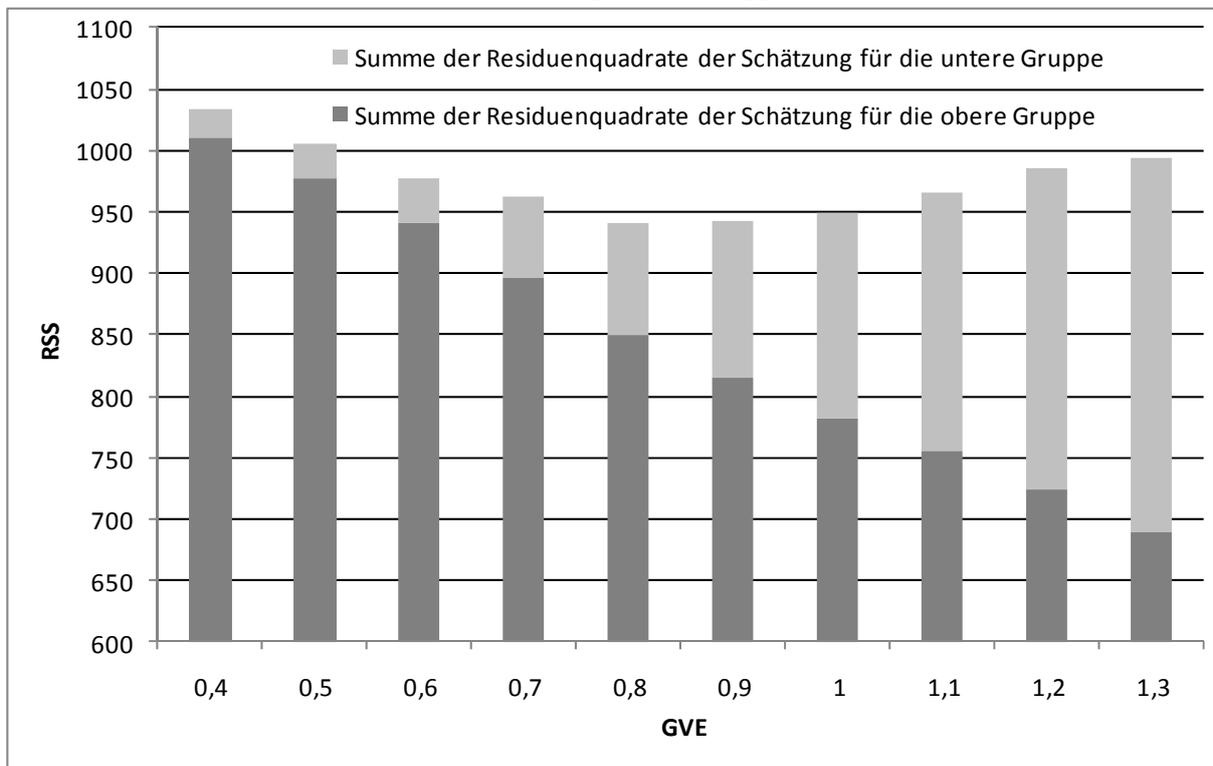
**Tabelle 44: Kolmogorov-Smirnov-Test zur Überprüfung der Verteilungsform für die Betriebsdaten mit Teilnahme an dem Programm 120 und 121 im Jahr 2008**

	N	Parameter der Normalverteilung-g,a,b		Extremste Differenzen			Kolmogorov-Smirnov-Z	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)
		Mittelwert	Standardabweichung	Absolut	Positiv	Negativ		
BFF	183 4	66,5122	85,02274	,231	,162	-,231	9,901	,000
Grünland	183 3	36,6362	49,12522	,252	,202	-,252	10,783	,000
HFF	183 4	37,8735	49,72644	,247	,197	-,247	10,576	,000
RGV/HFF	183 4	1,033630	,8981636	,174	,174	-,125	7,471	,000
GVE/BFF	183 4	,882307	,9932332	,187	,168	-,187	8,016	,000
Kälber bis 6m/HFF	909	,372838	,4328617	,212	,187	-,212	6,406	,000
Mastkaelber/HFF	23	,212609	,1656727	,237	,237	-,114	1,136	,152
Rinder 6mon bis 2 Jahre HFF	104 0	,681462	1,1011070	,272	,235	-,272	8,775	,000
Milchkühe/HFF	310	,848774	,5279402	,113	,113	-,084	1,990	,001
Mutterkühe/HFF	657	,528493	,3587130	,096	,096	-,078	2,473	,000
Rinder ue 2j/HFF	784	,253431	,2854833	,197	,167	-,197	5,504	,000
Equidenbis6m/HFF	211	,164502	,2892422	,287	,252	-,287	4,171	,000
Equidenab6m/HFF	826	,490969	,5012890	,169	,120	-,169	4,847	,000
Schafe bis 1 Jahr/HFF	211	2,569905	3,3119557	,219	,171	-,219	3,180	,000

Schafe ue 1 Jahr/HFF	215	,495581	1,4702608	,368	,300	-,368	5,396	,000
Schafe/Ziegen/HFF	286	2,896538	3,4443142	,201	,117	-,201	3,399	,000
Damwild bis 1 Jahr/BF	10	,762258	1,3807106	,417	,417	-,294	1,318	,062
Damwild ue 1 Jahr/BF	14	,784221	1,7677115	,378	,378	-,339	1,415	,036
Gefluegel/BF	241	35,754808	333,5106465	,490	,490	-,457	7,610	,000
Ferkel/BF	67	8,194348	15,6378426	,303	,285	-,303	2,479	,000
Laeufer/BF	77	2,309594	4,9590280	,322	,306	-,322	2,825	,000
Mastschwein ue 50 kg/BF	79	1,297352	1,9323190	,272	,272	-,253	2,415	,000
Mastschwein/BF	128	5,126405	7,5996516	,251	,208	-,251	2,835	,000
Zuchtschwein/BF	67	1,671220	3,4181868	,315	,248	-,315	2,575	,000
Sonstiges/BF	6	,280803	,2406415	,184	,184	-,146	,450	,988

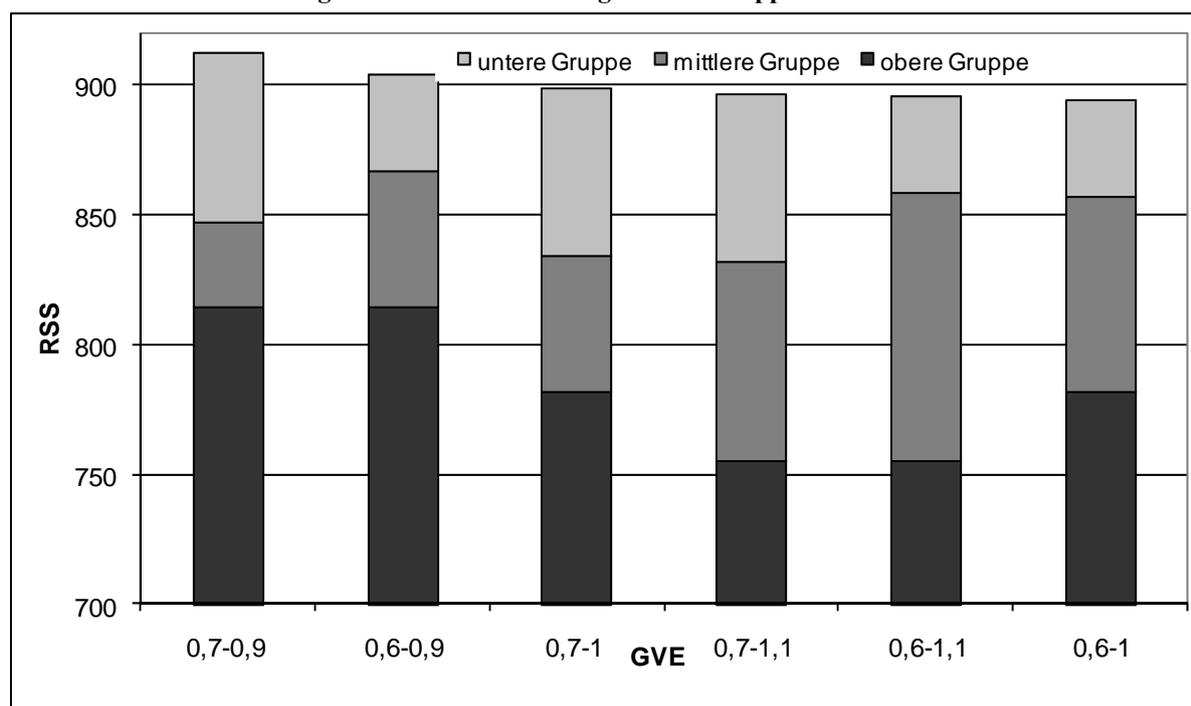
Quelle: Eigene Berechnungen nach InVeKoS-Daten des ML

**Abbildung 104: Summen der Residuenquadrate der Modelle zur Schätzung der Auswirkungen des Betriebswechsels von der Maßnahme 120 zu 121 für 2 gebildete Gruppen**



Quelle: Eigene Berechnungen

**Abbildung 105: Summen der Residuenquadrate der Modelle zur Schätzung der Auswirkungen des Betriebswechsels von dem Programm 120 zu 121 für 3 gebildete Gruppen**



Quelle: Eigene Berechnungen

**Abbildung 106: Zufällige-Effekte-Modell für die Gruppe mit weniger als 0,6 RGV/ha HFF und Milchkühen als abhängige Variable in Niedersachsen**

<i>Milchkühe</i>	<i>Koeffizient</i>	<i>Std. Fehler</i>	<i>t-Quotient</i>	<i>P-Wert</i>
Const	0,809816	0,317971	2,5468	0,01110 **
D120_121	-0,216995	0,528659	-0,4105	0,68160
dt_2	0,330711	0,392377	0,8428	0,39963
dt_3	-0,16732	0,400824	-0,4174	0,67650
dt_4	-0,295633	0,405196	-0,7296	0,46590
Mittel d. abh. Var.	0,748466	Stdabw. d. abh. Var.		4,053170
Summe d. quad. Res.	10657,26	Stdfehler d. Regress.		4,055415
Log-Likelihood	-1835,976	Akaike-Kriterium		3681,953
Schwarz-Kriterium	3704,353	Hannan-Quinn-Kriterium		3690,640

Quelle. Eigene Berechnungen

**Abbildung 107: Zufällige-Effekte-Modell für die Gruppe mit weniger als 0,6 RGV/ha HFF und Rinder über 2 Jahre als abhängige Variable in Niedersachsen**

<b>Rinder über 2 Jahre</b>	<i>Koeffizient</i>	<i>Std. Fehler</i>	<i>t-Quotient</i>	<i>P-Wert</i>
const	4,4908	1,04394	4,3018	0,00002 ***
D120_121	-1,28945	0,973757	-1,3242	0,18590
dt_2	0,872455	0,573558	1,5211	0,12872
dt_3	1,38634	0,593045	2,3377	0,01971 **
dt_4	1,94736	0,60304	3,2292	0,00130 ***
Mittel d. abh. Var.	5,374233	Stdabw. d. abh. Var.		13,28586
Summe d. quad. Res.	114836,2	Stdfehler d. Regress.		13,31226
Log-Likelihood	-2610,965	Akaike-Kriterium		5231,930
Schwarz-Kriterium	5254,330	Hannan-Quinn-Kriterium		5240,617

Quelle: Eigene Berechnungen

**Abbildung 108: Zufällige-Effekte-Modell für die Gruppe mit weniger als 0,6 RGV/ha HFF und Schafe, Ziegen (Muttertiere) als abhängige Variable in Niedersachsen**

<b>Schafe, Ziegen (Muttertiere)</b>	<i>Koeffizient</i>	<i>Std. Fehler</i>	<i>t-Quotient</i>	<i>P-Wert</i>	
const	2,14724	1,10921	1,9358	0,05332	*
D120_121	1,74652	1,6122	1,0833	0,27907	
dt_2	-0,266487	1,02731	-0,2594	0,79541	
dt_3	0,63103	1,05721	0,5969	0,55079	
dt_4	0,69402	1,0726	0,6470	0,51783	
Mittel d. abh. Var.	2,639571	Stdabw. d. abh. Var.		14,12596	
Summe d. quad. Res.	129520,2	Stdfehler d. Regress.		14,13778	
Log-Likelihood	-2650,192	Akaike-Kriterium		5310,385	
Schwarz-Kriterium	5332,785	Hannan-Quinn-Kriterium		5319,072	

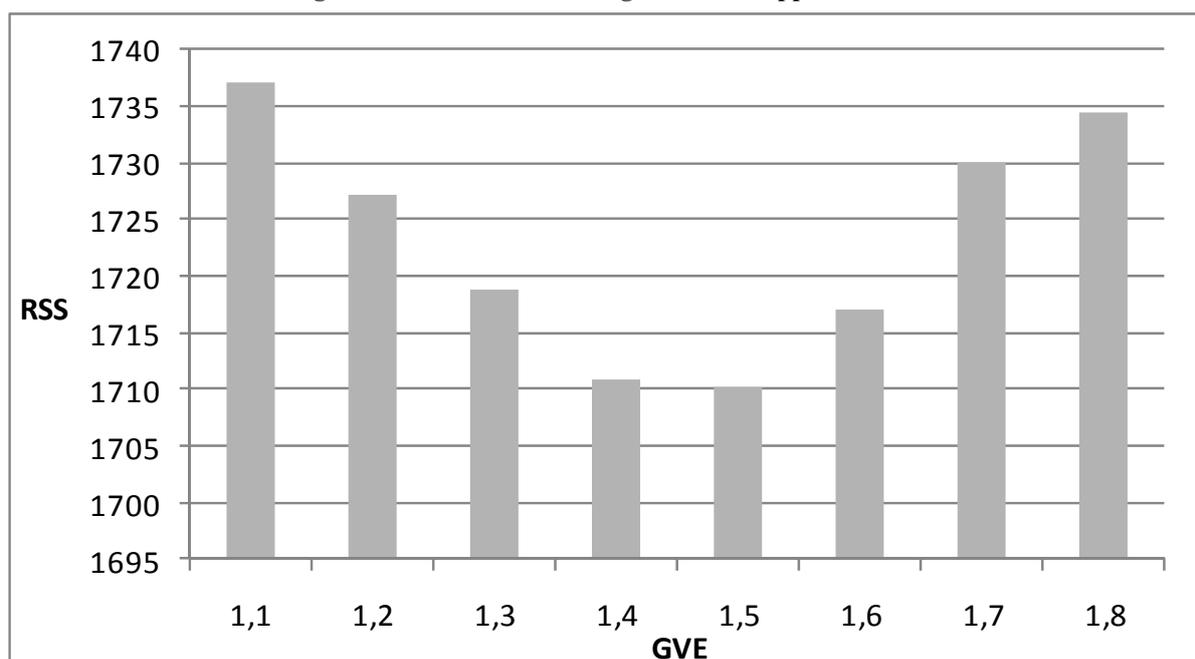
Quelle: Eigene Berechnungen

**Abbildung 109: Zufällige-Effekte-Modell für die Gruppe mit weniger als 0,6 RGV/ha HFF und Rinder von 6 Mon. bis 2 Jahre als abhängige Variable in Niedersachsen**

<b>Rinder von 6 Mon. bis 2 Jahre</b>	<i>Koeffizient</i>	<i>Std. Fehler</i>	<i>t-Quotient</i>	<i>P-Wert</i>	
const	5,28834	1,19665	4,4193	0,00001	***
D120_121	-0,82662	0,890156	-0,9286	0,35343	
dt_2	1,29987	0,517509	2,5118	0,01225	**
dt_3	1,43942	0,53555	2,6877	0,00738	***
dt_4	0,980112	0,544797	1,7990	0,07248	*
Mittel d. abh. Var.	6,110429	Stdabw. d. abh. Var.		15,22025	
Summe d. quad. Res.	150592,4	Stdfehler d. Regress.		15,24453	
Log-Likelihood	-2699,334	Akaike-Kriterium		5408,667	
Schwarz-Kriterium	5431,068	Hannan-Quinn-Kriterium		5417,355	

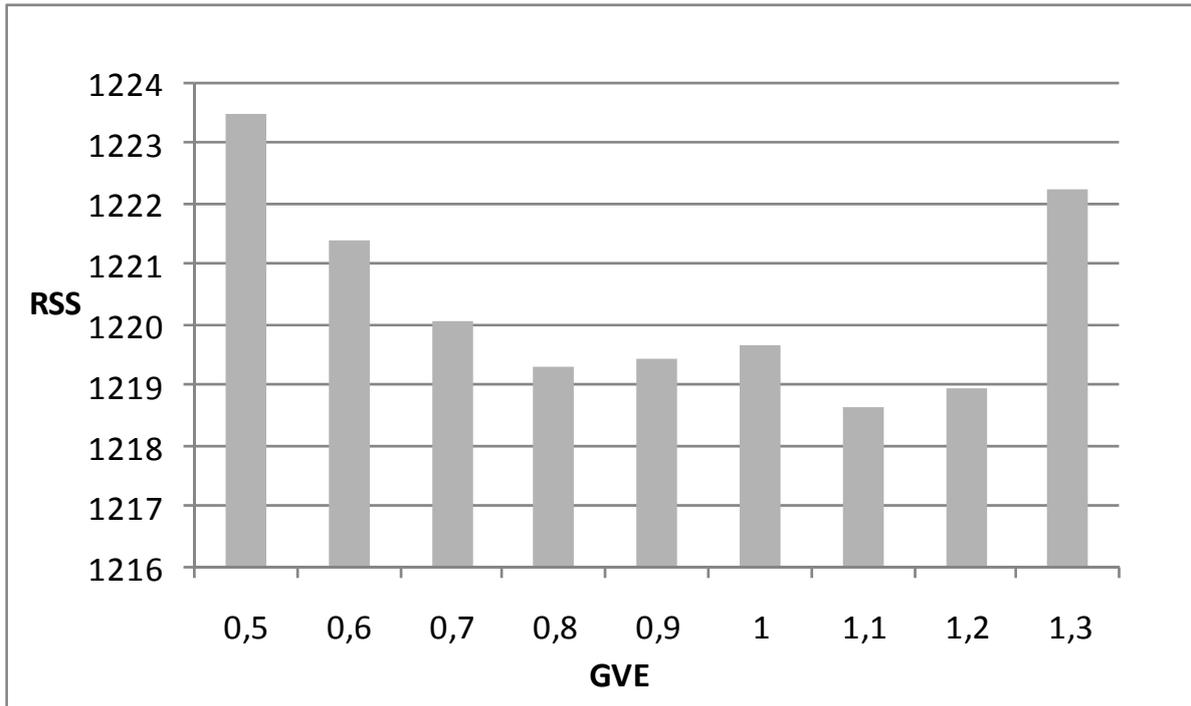
Quelle: Eigene Berechnungen

**Abbildung 110: Summen der Residuenquadrate der Modelle zur Schätzung der Auswirkungen des Betriebswechsels von dem Programm K 34 zu A 23 für 2 gebildete Gruppen**



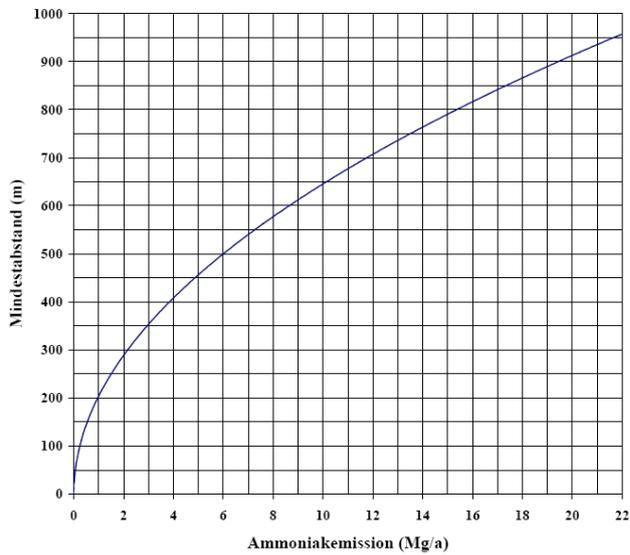
Quelle: Eigene Berechnungen

**Abbildung 111: Summen der Residuenquadrate der Modelle zur Schätzung der Auswirkungen des Betriebswechsels von dem Programm K 34 zu A 23 für 2 gebildete Gruppen bis 1,4 GVE/ha HFF**



Quelle: Eigene Berechnungen

**Abbildung 112: Mindestabstand von Anlagen zu empfindlichen Pflanzen und Ökosystemen aufgrund der Einwirkung von Ammoniak**



Quelle: TA LUFT 2002: 209

**Tabelle 45: GVE-Schlüssel nach TA Luft und KTBL**

Tierart	Mittlere Tierlebensdauer [GV/Tier]	
	TA Luft	KTBL
<b>Schwein</b>		
Mastschweine (bis 110 kg)	0,13	
Mastschweine (bis 115 kg)		0,14
Mastschweine (bis 120 kg)	0,15	
Niedertragende und leere Sauen, Eber	0,3	
Sauen mit Ferkel (bis 10 kg)	0,4	
Sauen mit Ferkel (bis 13,4 kg)		0,45
Aufzuchtferkel (bis 15 kg)		0,02
Aufzuchtferkel (bis 25 kg)	0,03	
Aufzuchtferkel (bis 28 kg)		0,04
Jungsauen (bis 90 kg)	0,12	
<b>Geflügel</b>		
Legehennen	0,0034	
Junghennen (bis 18. Woche)	0,0014	
Masthähnchen (bis 35 Tage)	0,0015	
Masthähnchen (bis 49 Tage)	0,0024	
Pekingentenaufzucht (bis 3. Woche)	0,0013	
Pekingentenmast (bis 7. Woche)	0,0038	
Flugentenaufzucht (bis 3. Woche)	0,0012	
Flugentenmast (bis 10. Woche)	0,0050	
Truthühneraufzucht (bis 6. Woche)	0,0022	
Truthühnermast, Hennen (bis 16. Woche)	0,0125	
Truthühnermast, Hähne (bis 21. Woche)	0,0222	
<b>Rind</b>		
Kühe und Rinder (über 2 Jahre)		1,2
Weibliche Rinder (1-2 Jahre)		0,6
Männliche Rinder (1-2 Jahre)		0,7
Weibliche Rinder (0,5-1 Jahr)		0,4
Männliche Rinder (0,5-1 Jahr)		0,5
Weibliche Rinder (bis 6 Monate, Aufzucht)		0,19
Männliche Rinder (bis 6 Monate, Mast)		0,3

Quelle: Eigene Darstellung nach KTBL 2006b: 82

**Tabelle 46: Ammoniakemissionsfaktoren für Anlagen zum Halten oder zur Aufzucht von Nutztieren**

Tierart, Nutzungsrichtung, Aufstallung, Wirtschaftsdüngerlagerung	Ammoniakemissionsfaktor (kg/(Tierplatz•a))
<b>Mastschweine</b>	
Zwangslüftung, Flüssigmistverfahren (Teil- oder Vollspaltenböden)	3,64
Zwangslüftung, Festmistverfahren	4,86
Außenklimastall, Kistenstall (Flüssig- oder Festmistverfahren)	2,43
Außenklimastall, Tiefstreu- oder Kompostverfahren	4,86
<b>Ferkelerzeugung (Zuchtsauenhaltung)</b>	
Alle Bereiche und Aufstallungsformen (Zuchtsauen inkl. Ferkel bis 25 kg)	7,29
<b>Legehennen</b>	
Käfighaltung mit belüftetem Kotband	0,0389
Volierenhaltung mit belüftetem Kotband	0,0911
Bodenhaltung/Auslauf (Entmistung 1 mal je Durchgang)	0,3157
<b>Mastgeflügel</b>	
Masthähnchen, Bodenhaltung	0,048
Enten	0,1457
Puten	0,7286
<b>Milchvieh</b>	
Anbindehaltung, Fest- oder Flüssigmistverfahren	4,86
Liegeboxenlaufstall, Fest- oder Flüssigmistverfahren	14,57
Laufstall, Tiefstreuverfahren	14,57
Laufstall, Tretmistverfahren	15,79
<b>Mastbullen, Jungvieh inkl. Aufzucht (0,5 bis 2 Jahre)</b>	
Anbindehaltung, Fest- oder Flüssigmistverfahren	2,43
Laufstall, Tiefstreuverfahren	3,04
Laufstall, Tretmistverfahren	3,64

Quelle: BMU 2002: 207