

Zukunftsweisende Wege für eine nachhaltige Nutztierhaltung

Kurztitel:

AnimalFuture

Endbericht Dezember 2020

Vanessa Karger, Anton Reindl,
Dr. Monika Zehetmeier, Dr. Gerhard Dorfner

Zuwendungsempfänger: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL)
Institut für Betriebswirtschaft und Agrarstruktur (IBA)

Förderkennzeichen: 2817ERA01D

Deutsche Bezeichnung „Zukunftsweisende Wege für eine nachhaltige Nutztierhaltung“

Englische Bezeichnung „Steering Animal Production Systems towards a Sustainable Future“

Akronym: AnimalFuture

Laufzeit des Vorhabens: 01.09.2017 – 31.08.2020

Berichtszeitraum: 01.09.2017 – 31.12.2020

Projektleitung: Dr. Gerhard Dorfner

Projektbearbeitung: Vanessa Karger, Anton Reindl, Dr. Monika Zehetmeier

Gefördert im Rahmen des Cofund ERA-NET SusAn (Sustainable Animal Production)

Inhaltsverzeichnis

0.	Kurzfassungen zum Abschlussbericht	5
0.1	Kurzfassung Deutsch.....	5
0.2	Kurzfassung Englisch.....	5
1.	Beitrag des Ergebnisses zu den förderpolitischen Zielen des BMEL7	
2.	Wissenschaftlich-technische Ergebnisse des Vorhabens	8
2.1	Charakterisierung der Case Study Regionen und Identifikation der zu modellierenden Innovationen	9
2.2	Datenerhebung und -auswertung zur Bewertung der Nachhaltigkeit der Case Study Betriebe	11
2.2.1	Entwicklung des Fragebogens zur Datenerhebung, Validierung der Daten und Identifikation geeigneter Nachhaltigkeitsindikatoren	11
2.2.2	Nachhaltigkeitsanalyse: Vergleich der Case Studies.....	11
2.2.3	Nachhaltigkeitsanalyse: Spezifische Betrachtung der deutschen Case Studies.....	14
2.3	Entwicklung des LfL-IBAX Simulationsmodells und Modellierung der in AP1 identifizierten Innovationen für die bayerischen Case Studies	17
2.3.1	Modellierung in der Milchvieh Case Study.....	17
2.3.2	Modellierung in der Schweinemast Case Study	18
2.4	Stakeholder Engagement.....	21
2.5	Wissenstransfer	23
2.6	Visuelle Darstellung der AnimalFuture Ergebnisse in einer freizugänglichen Internetanwendung.....	24
3.	Ausführungen zu der Angemessenheit von Aufwand und Zeit	25
4.	Probleme im Projektablauf und Arbeiten, die zu keiner Lösung geführt haben	26
5.	Ausführungen zur wissenschaftlichen Anschlussfähigkeit für eine mögliche nächste Phase.	27
6.	Sind inzwischen von dritter Seite (FE-)Ergebnisse bekannt geworden, die für eine mögliche Fortführung des Vorhabens relevant sein können?.....	27

7.	War der Einsatz der Bundesmittel für die Erreichung des geplanten Vorhabenziels ursächlich oder wäre dieses Ziel auch ohne Bundesmittel erreicht worden?.....	27
8.	Auflistung der erfolgten und geplanten Veröffentlichungen des Ergebnisses.....	27
9.	Tabellarische Aufführung durchgeführter Maßnahmen des Wissenstransfers	28
10.	Anhang	29

0. Kurzfassungen zum Abschlussbericht

0.1 Kurzfassung Deutsch

Im Rahmen des EU-Projekts AnimalFuture wurden umfassende Nachhaltigkeitsanalysen von Nutztierhaltungssystemen in acht verschiedenen Regionen Europas erstellt. Dazu wurden auf 102 Betrieben Daten aus den Bereichen Ökonomie, Ökologie und Soziales erhoben. Mit regionalen Stakeholdern wurden Nachhaltigkeitsprobleme und Lösungsmöglichkeiten identifiziert. Diese Lösungsmöglichkeiten wurden modelliert und Effekte auf verschiedene Nachhaltigkeitsaspekte aufgedeckt. Zwei deutsche Case Studies (CS) wurden untersucht: 1) Milchvieh-Zweinutzungsrasse in Oberbayern und 2) Spezialisierte Schweinemast in Niederbayern. Die Nachhaltigkeitsanalyse der deutschen CS ergab Nährstoffüberschüsse und Flächenknappheit als Hauptproblemfelder. Die Nachhaltigkeitsauswertung der Teilnahmebetriebe zeigte, dass in der Milchvieh CS das Potential einer grünlandbasierten Fütterung nicht voll ausgeschöpft wurde und in der Schweinemast CS, dass heimische Eiweißquellen nicht optimal genutzt wurden. In der Modellierung wurden diese beiden Aspekte beleuchtet. In der Milchvieh CS zeigte sich, dass eine grünlandbasierte Fütterung von Zweinutzungskühen in etwa die gleiche Menge an Treibhausgas (THG)-Emissionen verursachte, wie eine krafftutterbasierte Fütterung von hochleistungs-Milchkühen, sofern die Fleischproduktion der nicht auf dem Herkunftsbetrieb ausgemästeten Kälbern berücksichtigt, und eine hohe Silagequalität erreicht wurde. Zudem wurde die Nahrungskonkurrenz zur menschlichen Ernährung reduziert. Für die Schweine CS wurde die Fütterung von fermentiertem Rapsextraktionsschrot (RES) modelliert. Die Fermentation macht RES als heimische Eiweißfutterkomponente nutzbar, da Bitterstoffe im RES reduziert werden. Durch die Einsparung von Importsoja und eine verbesserte Futtermittelverwertung konnten für den Modellbetrieb die THG-Emissionen im Bereich Zukauffuttermittel um 33% gesenkt werden. Die Kosten pro Mastschwein sanken um 4,23€. Die Ergebnisse der Nachhaltigkeitsbewertungen aller CS wurden in einer interaktiven Internetanwendung veröffentlicht und visualisiert.

0.2 Kurzfassung Englisch

For the EU-project AnimalFuture, comprehensive sustainability assessments of livestock farming systems were carried out in 8 case study regions across Europe. Economic, ecological, and social data were collected on 102 test farms. Sustainability issues and possible solutions were identified in a stakeholder-based approach and subsequently modelled to capture multi-dimensional sustainability effects. Two German case studies (CS) were examined: 1) dual-purpose dairy cows in Upper Bavaria and 2) specialised pig fattening in

Lower Bavaria. The assessment of the CS regions identified nutrient surpluses and the scarcity of land as the main regional sustainability issues. The sustainability assessment of the test farms in the regions showed that the potential for grassland-based forage was not fully met in the dairy CS and that domestic protein feed was not optimally used in the pig fattening CS. These aspects were analysed in the modelling activity. Modelling results showed for the dairy CS that greenhouse gas (GHG) emissions were almost equal in a grass-based dual-purpose scenario and in an intensive dairy breed scenario, if silage quality was high and meat-output from calves that were fattened off farm were considered. Additionally, grass-based forage rendered more arable land available for human food production and preserved grassland as carbon storage. For the pig fattening CS, the effects of feeding fermented rape seed meal (RSM) were modelled. Fermentation allows RSM to be used as a domestic protein source as it reduces the bitter taste of RSM. Results showed that GHG-Emissions of purchased feed were reduced by 33% for the modelled farm, because less import soja was used. Additionally, costs were reduced by 4,23€ per fattening pig. The results of all CS were visualised and made available for the public in an interactive online tool.

1. Beitrag des Ergebnisses zu den förderpolitischen Zielen des BMEL

Das Projekt AnimalFuture trägt in verschiedenen Bereichen zu den förderpolitischen Zielen des BMEL bei.

Multi-dimensionale Nachhaltigkeit: Die im Projekt vorgenommenen Nachhaltigkeitsanalysen beziehen sowohl ökologische als auch ökonomische und soziale Faktoren in die Bewertung mit ein. Im Projekt konnten insbesondere Zielkonflikte zwischen Ökonomie und Ökologie aufgedeckt und quantifiziert werden. Gleichzeitig konnten Maßnahmen identifiziert werden, die Synergien zwischen Ökonomie und Ökologie – wie bspw. die Fermentierung von Futterkomponenten in der Schweinefütterung – ermöglichen. AnimalFuture fördert somit ein besseres Verständnis der Wechselwirkungen zwischen Nachhaltigkeitsindikatoren. Generell sind Maßnahmen, die zu einer effizienteren Inputnutzung führen, meist sowohl wirtschaftlich als auch ökologisch vorteilhaft und damit für die Praxis von besonderem Interesse. Verbesserungen im Bereich Biodiversität und Tierwohl gehen hingegen oft mit wirtschaftlichen Einbußen einher, sodass in diesem Bereich ohne staatliche Eingriffe bzw. Ausgleichszahlungen eine geringe Bereitschaft zur Umsetzung von Maßnahmen zu erwarten ist. Durch den überregionalen bzw. internationalen Projektfokus konnte verdeutlicht werden, welche Problemfelder regionsspezifisch und welche strukturell übergreifend in den verschiedenen Case Studies auftreten. Im Gegensatz zur derzeit gängigen Praxis der Treibhausgas(THG)-Bilanzierung – mit einem ausschließlichen Fokus auf die Betrachtung von THG-Emissionen ohne die Berücksichtigung von Wechselwirkungen - wurden in den Modellberechnungen der deutschen Case Studies Effekte auf wirtschaftliche und weitere ökologische Indikatoren wie Stickstoff(N)- und Phosphor(P)-Salden mitberücksichtigt.

Neue Methodik für praxisnahe Lösungen: Ein gänzlich neuer Ansatz wurde im Projekt verfolgt mit der Erweiterung der Datengrundlage um qualitative Daten aus Experteninterviews zur Unterstützung der quantitativen Betriebsdaten und der Ergebnisse aus der Modellierung. Insbesondere zur Identifikation standortspezifischer Problemfelder, Lösungsmöglichkeiten und Erfassung regionsspezifischer Nachhaltigkeitseffekte war dieses Vorgehen hilfreich und sicherte den Praxisbezug im Projektverlauf. Dieser Ansatz kann in weiterführenden Forschungsvorhaben als Grundlage zur Nutzung unterschiedlicher Datentypen und damit einer umfassenderen Nachhaltigkeitsanalyse dienen. Das in AnimalFuture angewandte Vorgehen zur Integration von Praxisdaten, Modellierung und qualitativen Daten wird im Kapitel 2 näher erläutert. Durch die Untersuchung verschiedenster Tierhaltungssysteme in unterschiedlichen Regionen Europas – von extensiver Schafhaltung in Spanien bis hin zu intensiver Mastschweinehaltung in Niederbayern – musste im Projektverlauf

größter Wert auf die Auswahl und Identifikation geeigneter Indikatoren zur Bewertung von Nachhaltigkeit gelegt werden. Ziel war es, eine Vergleichbarkeit innerhalb dieser heterogenen Gruppe sicherzustellen und so valide Aussagen über die Nachhaltigkeit der Systeme zu treffen. Auch dies stellt eine wichtige Grundlage für eine zielgerichtete Gestaltung der Nachhaltigkeitsförderung dar und unterstützt die BMEL-Strategie.

Wissenstransfer: Die im Projekt AnimalFuture generierten Ergebnisse werden im Rahmen einer frei zugänglichen, interaktiven Internetanwendung – den sogenannten Dashboards – der Öffentlichkeit zugänglich gemacht. Erläuterungen zur Entwicklung und Anwendung der Dashboards finden sich im Kapitel 2.6. Nutzer dieser Dashboards - Landwirte, Berater, politische Entscheidungsträger und auch Konsumenten - können sich so einen Überblick über das Projekt und die Herausforderungen in den einzelnen Case Studies verschaffen. Der Nutzer kann sich mit verschiedenen aktuellen Themen der Nachhaltigkeit der Tierhaltung in den einzelnen Case Studies vertraut machen. Das Projekt trägt damit zu einer Sensibilisierung der Öffentlichkeit für den Themenkomplex Nachhaltigkeit - insbesondere für die Beziehungen zwischen verschiedenen Nachhaltigkeitsaspekten - bei.

2. Wissenschaftlich-technische Ergebnisse des Vorhabens

Hauptziel von AnimalFuture war die Bewertung der Nachhaltigkeit verschiedener Nutztierhaltungssysteme und die Analyse von Auswirkungen verschiedener Nachhaltigkeitsmaßnahmen. Dafür wurden zum einen Wechselwirkungen zwischen verschiedenen Nachhaltigkeitsindikatoren aufgedeckt und zum anderen Verlagerungseffekte zwischen betrieblicher, lokaler und überregionaler Ebene berücksichtigt (Abbildung 1). Die Ergebnisse wurden im Rahmen einer Internetanwendung - eines sogenannten Dashboards in Arbeitspaket 2 (AP 2) - den verschiedenen Stakeholdern zugänglich gemacht (vgl. Abschnitt 2.6). Dazu wurden in AP 1 Problemfelder in den Case Studies und Lösungsmöglichkeiten identifiziert. Mit Hilfe von quantitativen Praxisdaten (AP 2) und Modellierung (AP 3) sowie qualitativen Daten aus Experteninterviews (AP 5) wurde die Leistungsfähigkeit der Tierhaltungssysteme im Bereich Nachhaltigkeit sowie die Wechselwirkungen zwischen verschiedenen Nachhaltigkeitsindikatoren untersucht. Dazu wurden verschiedene Nachhaltigkeitsmaßnahmen für die Case Study Regionen modelliert. Die Analyse von Verlagerungseffekten zwischen verschiedenen räumlichen Ebenen erfolgte in AP 4. Die LfL war in AP 4 nicht fachlich eingebunden.

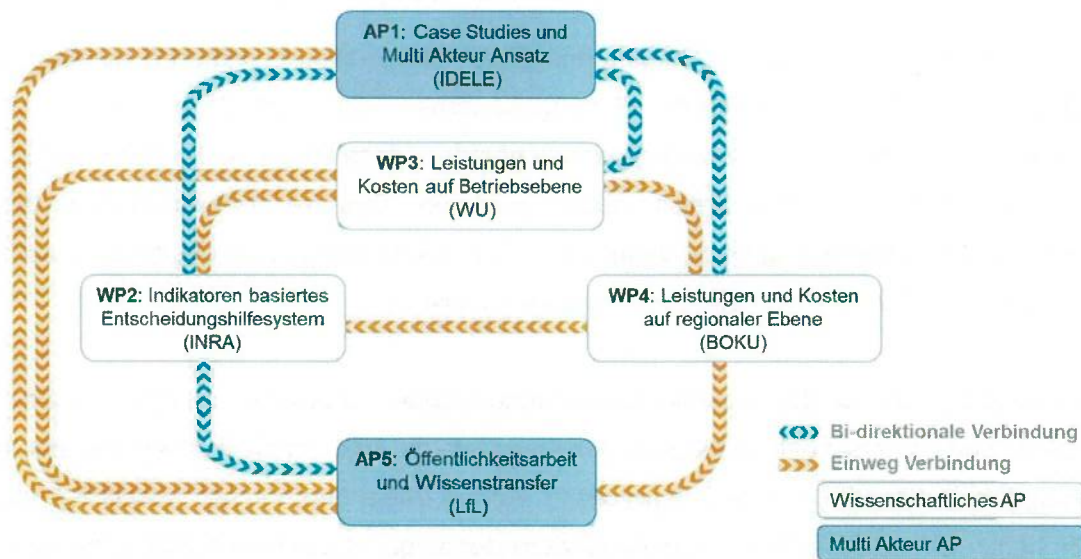


Abbildung 1: Übersicht der verschiedenen Arbeitspakete (AP)

Im Verlauf des Projektes wurden verschiedene Anpassungen bezüglich der Projektziele vorgenommen. Eine ausführliche Darstellung zu diesem Aspekt findet sich unter Kapitel 3. Nachfolgend werden die Projektergebnisse in Auszügen anhand charakteristischer Fallbeispiele erläutert. Eine detaillierte Aufbereitung der Projektergebnisse findet sich in den bereits erfolgten und geplanten Veröffentlichungen (siehe Kapitel 8). Die Darstellung der wissenschaftlich-technischen Ergebnisse des Vorhabens erfolgt der besseren Übersichtlichkeit halber anhand der Zielstellung und -erfüllung der einzelnen, unter Mitwirkung der LfL, bearbeiteten Arbeitspakete.

2.1 Charakterisierung der Case Study Regionen und Identifikation der zu modellierenden Innovationen

Ziel der zu AP 1 gehörenden Arbeitsschritte war eine umfassende Charakterisierung der Case Studies. Zu diesem Zweck wurde als erster Schritt im März 2018 an der LfL ein Multi-Actor-Workshop durchgeführt. Teilnehmer aus Praxis, Beratung, Forschung, nachgelagerten Bereichen und Interessenvertretungen diskutierten Stärken und Schwächen der ausgewählten Case Studies Oberbayern (Milchvieh-Zweinutzungsrasse) und Niederbayern (Spezialisierte Schweinemast) im Hinblick auf die verschiedenen zu beachtenden Nachhaltigkeitsdimensionen, sowie mögliche Ansätze zur Verbesserung der Nachhaltigkeit. Zu den identifizierten Problemfeldern wurden in diesem Kontext THG-Emissionen, Nährstoffüberschüsse und Konflikte zwischen landwirtschaftlicher Flächennutzung und Biodiversität genannt. Des Weiteren wurde die Problematik der Unsicherheit bezüglich zukünftiger Rechtssetzungen und -auslegungen ausgiebig diskutiert. Die – aus Sicht vieler Teilnehmer – wachsende Dynamik in der Anhebung von Richtlinien zum Umwelt- und

Tierschutz sowie Unklarheit im Umgang mit Zielkonflikten zwischen diesen Nachhaltigkeitsaspekten führe zu mangelnder Planungssicherheit und damit Verunsicherung der Landwirte. Als problematisch wurde zudem empfunden, dass steigende Kosten durch höhere Auflagen stagnierenden Preisen gegenüberstehen. Des Weiteren wurde neben Aspekten der Arbeitsbelastung insbesondere die im Landwirtschaftssektor empfundene mangelnde Wertschätzung durch die Gesellschaft thematisiert.

Basierend auf den von den Stakeholdern vorgenommenen Charakterisierungen der Case Studies, wurden verschiedene Maßnahmen diskutiert, die zu einer Nachhaltigkeitsverbesserung führen könnten. Als vielversprechend wurden dabei Maßnahmen identifiziert, die Nährstoffkreisläufe schließen, sowie die Effizienz der eingesetzten Futtermittel verbessern. Diese Überlegungen bildeten die Grundlage für die Modellierung und Bewertung von Nachhaltigkeitseffekten verschiedener Maßnahmen in AP 3 und AP 5. Drei verschiedene Maßnahmen wurden in diesem Kontext näher betrachtet. Auswirkungen einer verstärkten Flächenbindung der Produktion wurden im Rahmen von Experteninterviews ausführlich untersucht (Kapitel 2.4). In der Milchvieh Case Study wurde eine effizientere Flächennutzung durch eine grünlandbasierte Fütterung modelliert (Kapitel 2.3.1). In der Schweinemast Case Study wurde eine technische Innovation modelliert, die es erlaubt, durch die Fermentierung von Futterkomponenten die N- und P-Ausscheidungen sowie den Einsatz von Importfuttermitteln zu reduzieren (Kapitel 2.3.2).

Auf Basis der im Rahmen des Workshops gesammelten Informationen wurden zudem im weiteren Projektverlauf erste Entwürfe für eine Indikatorenliste erstellt. Diese Indikatorenliste diente der umfassenden Bewertung der Leistungsfähigkeit der untersuchten Tierhaltungssysteme im Bereich Nachhaltigkeit - unter Beachtung von Wechselwirkungen - in den Case Study Regionen. Detaillierte Ausführungen zur Entwicklung der Indikatorenliste finden sich im Kapitel 2.2.1.

2.2 Datenerhebung und -auswertung zur Bewertung der Nachhaltigkeit der Case Study Betriebe

Arbeitspaket 2 befasste sich neben der Datenerhebung und -auswertung auf den Case Study Betrieben mit der Entwicklung eines webbasierten Dashboards (siehe Kapitel 2.6).

2.2.1 Entwicklung des Fragebogens zur Datenerhebung, Validierung der Daten und Identifikation geeigneter Nachhaltigkeitsindikatoren

Die Vielschichtigkeit der Tierhaltungssysteme und Regionen, die im Rahmen von Animal-Future untersucht wurden, entwickelte sich zu einer Herausforderung für die Auswertung – insbesondere für vergleichende Aussagen. Die LfL war als einziger Projektpartner mit betriebswirtschaftlichem Hintergrund maßgeblich und federführend an der Entwicklung der Fragen zur Datenerhebung (siehe Anhang Tabelle A1, Tabelle A2 und Tabelle A3) und zur Identifikation aussagekräftiger Nachhaltigkeitsindikatoren beteiligt. Dazu wurde unter anderem ein einwöchiger Workshop an der LfL in München im November 2019 mit dem Projektleiter Francesco Accatino vom Französischen Forschungsinstitut INRAE durchgeführt. Der Workshop diente der Validierung der Datengrundlage und der Entwicklung aussagekräftiger Indikatoren in den Bereichen Ökonomie und Ökologie. Aufgrund der sehr heterogenen Datenlage mussten bei der Indikatorenauswahl aus fachlicher Sicht Kompromisse eingegangen werden. So erreichten die meisten Case Studies im Bereich ökonomischer Daten nicht die Datentiefe der deutschen Case Studies. Nicht in allen Case Studies waren Daten zu allen Bereichen (Ökonomie, Ökologie und Soziales) vorhanden.

2.2.2 Nachhaltigkeitsanalyse: Vergleich der Case Studies

Zur Analyse der Nachhaltigkeit der verschiedenen Case Study Betriebe wurden sogenannte Leistungs-Kosten-Portfolios angelegt, die im Folgenden beispielhaft vorgestellt werden. Bei der Auswertung wurde berücksichtigt, dass die Stichprobengröße in einigen Case Studies gering war und, dass in einigen Fällen nicht alle Daten auf allen Betrieben oder in allen Case Studies erhoben werden konnten. Von einigen Case Studies fehlten Datensätze. In den Niederlanden konnten aufgrund mangelnder Bereitschaft der Betriebsleiter keine ökonomischen Daten erhoben werden.

Tabelle 1: Betriebsdatengrundlage in den verschiedenen Case Studies in den Bereichen Ökologie, Ökonomie und Soziales (n=Anzahl Betriebe)

Case Study	Ökologie	Ökonomie	Soziales
Portugal, Fleischrinder extensiv	43	43	31
Spanien, Schafhaltung extensiv	10	10	10
Deutschland, Milchvieh Zweinutzungsrasse	21	21	21
Deutschland, spezialisierte Schweinemast	8	8	8
Frankreich, Milchvieh extensiv	10	10	0
Frankreich, Fleischrinder extensiv	10	10	0

Beim Blick auf die Portfolios (Abbildung 2) zeigt sich, dass insbesondere in den Effizienzindikatoren die deutsche Case Study zur Mastschweinehaltung hohe Leistungen erbringen konnte. In der gewählten Darstellung sind die beiden deutschen Case Studies hervorgehoben. Die Portfolios der anderen Case Studies sind im unteren Bereich schematisch abgebildet. In der Darstellung sind dabei Werte am äußeren Rand des Diagramms positiv bewertet, während Werte im Inneren eine geringere Leistung signalisieren. Extensive Tierhaltungssysteme, wie beispielweise die spanische Case Study Schafhaltung, erreichten vergleichsweise gute Bewertungen beim Indikator Energieverbrauch je Flächeneinheit sowie im Raufutteranteil in der Ration. Generell kann festgehalten werden, dass jede Case Study ein charakteristisches Portfolio mit spezifischen Stärken und Schwächen aufweist. Allerdings sollte die Heterogenität innerhalb der Case Studies, sowie die teils geringe Stichprobengröße bei der Interpretation der Ergebnisse berücksichtigt werden.

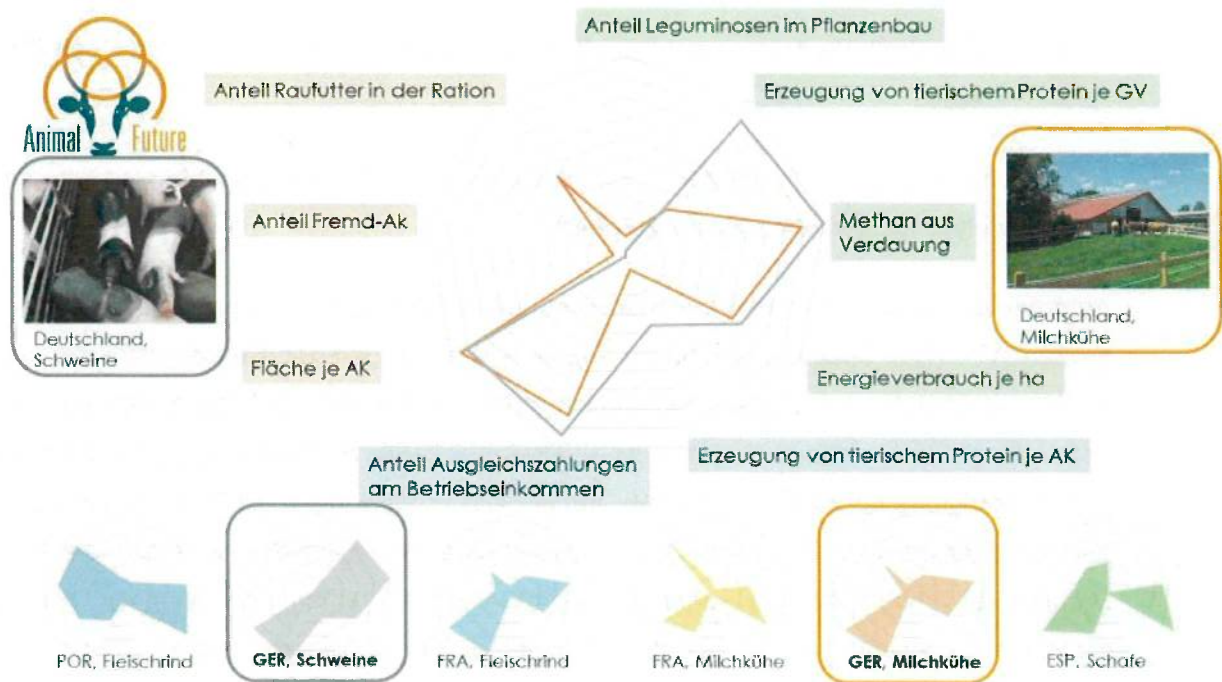


Abbildung 2: Nachhaltigkeitsportfolios der deutschen Case Studies

Im Vergleich zu den anderen Case Studies zeichnen sich die beiden deutschen Case Studies durch eine höhere Intensität (Proteinerzeugung je Großvieheinheit [GV], effizienterer Energieverbrauch) und geringere Abhängigkeit von Ausgleichszahlungen aus (siehe Abbildung 3).

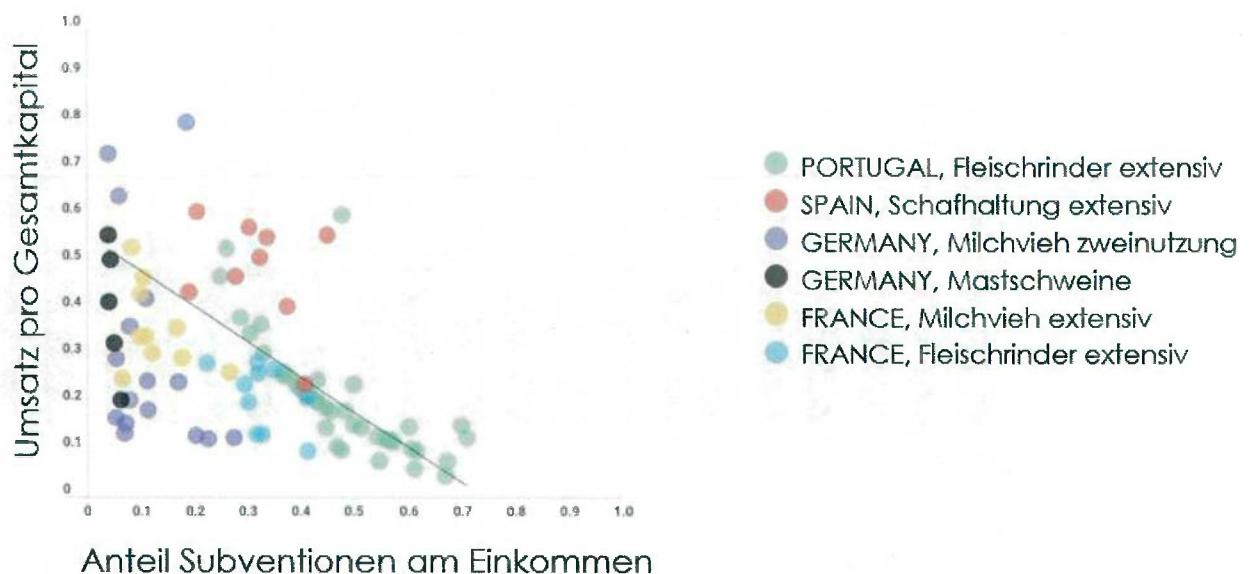


Abbildung 3: Verhältnis zwischen Umsatz in Relation zum eingesetzten Gesamtkapital und Anteil der Subventionen am Einkommen in den Case Studies

2.2.3 Nachhaltigkeitsanalyse: Spezifische Betrachtung der deutschen Case Studies

Die umfangreiche Datengrundlage in den deutschen Case Studies, erlaubte eine tiefere Analyse als der europäische Vergleich.

Aufgrund der wirtschaftlichen Rahmenbedingungen waren die ökonomischen Erfolgskenngrößen in 2017/18 überdurchschnittlich – aber sehr heterogen. Die Herdengröße der AnimalFuture-Betriebe in der Case Study „Milchvieh Zweinutzungsrasse“ lag im Mittel bei 38, wobei der größte Betrieb im Projekt rund 120 Kühe hielt. Die Milchleistung lag bei 7.900 kg energiekorrigierte Milch (ECM) pro Kuh. Auf der Kostenseite lagen die Teilnahmebetriebe über dem bayerischen Durchschnitt. Als besonders aufschlussreich erwies sich die Auswertung der produktionstechnischen Daten im Bereich Fütterung (Abbildung 4). Obwohl die Betriebe eine verhältnismäßig hohe Grobfutterleistung aufwiesen, zeigt sich beim Blick auf die Auswertungen, dass das Potential hier noch nicht ausgeschöpft war. Die Betriebe 7 und 21 setzten bei diesem Kriterium den Maßstab. Da der Krafftutereinsatz beim Wiederkäuer auch im Hinblick auf die Nachhaltigkeitsbewertung aufgrund der Flächenkonkurrenz zur menschlichen Ernährung kritisch zu hinterfragen ist, wurde dieser Aspekt in der Modellierung unter Kapitel 2.3.1 detailliert untersucht.

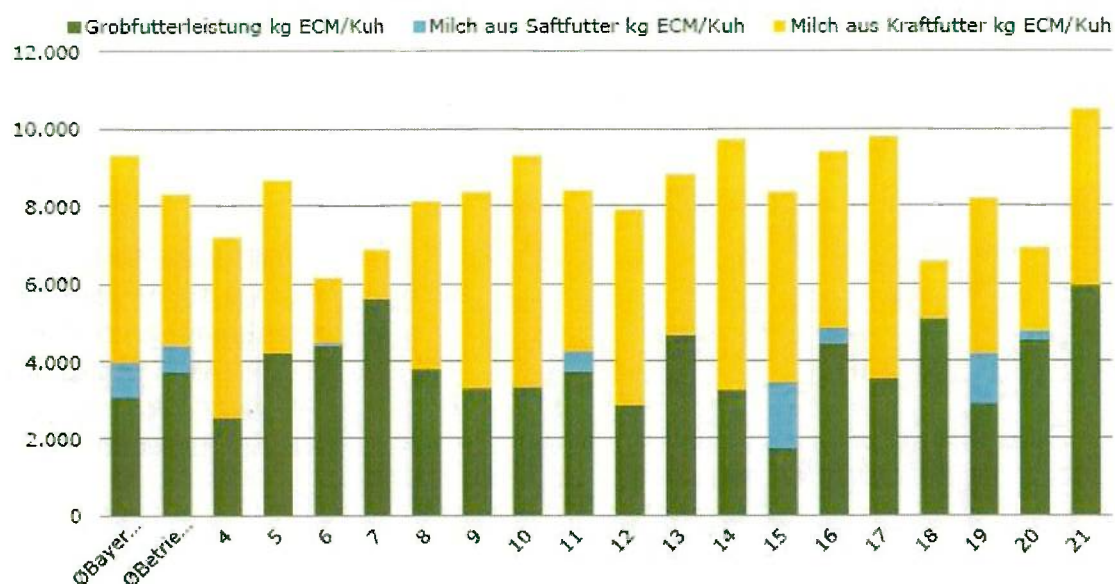


Abbildung 4: Anteil Milch aus Kraft-, Saft- und Grobfutter in den Teilnahmebetrieben

Im Rahmen der niederbayerischen Schweinemast Case Study wurden insgesamt elf spezialisierte Schweinemastbetriebe analysiert. Zum Zeitpunkt der Berichterstellung wurden acht Betriebe im Hinblick auf ihre Umweltwirkung modelliert und ausgewertet.

Abbildung 5 zeigt, dass zugekaufte und eigenerzeugte Futtermittel bei allen untersuchten Praxisbetrieben die Hauptemissionsquelle darstellten. Weiterführende Analysen der Betriebe ergaben einen Zusammenhang zwischen Futterzukauf und erhöhten THG-Emissionen aus der Futterbereitstellung. Betrieb 3 stellte einen flächenlosen Betrieb dar, der seine gesamte Futtergrundlage durch Futterzukäufe sichern musste. Betrieb 1 hingegen nutzte seine komplette bewirtschaftete Ackerfläche zur Erzeugung von Futtermitteln für die Mastschweine. Kombiniert mit den vorherrschend hohen Erträgen in der Region erlaubte diese Flächennutzung reduzierte Futterzukäufe mit verringerten Gesamtemissionen in der betrieblichen Schweinemast.

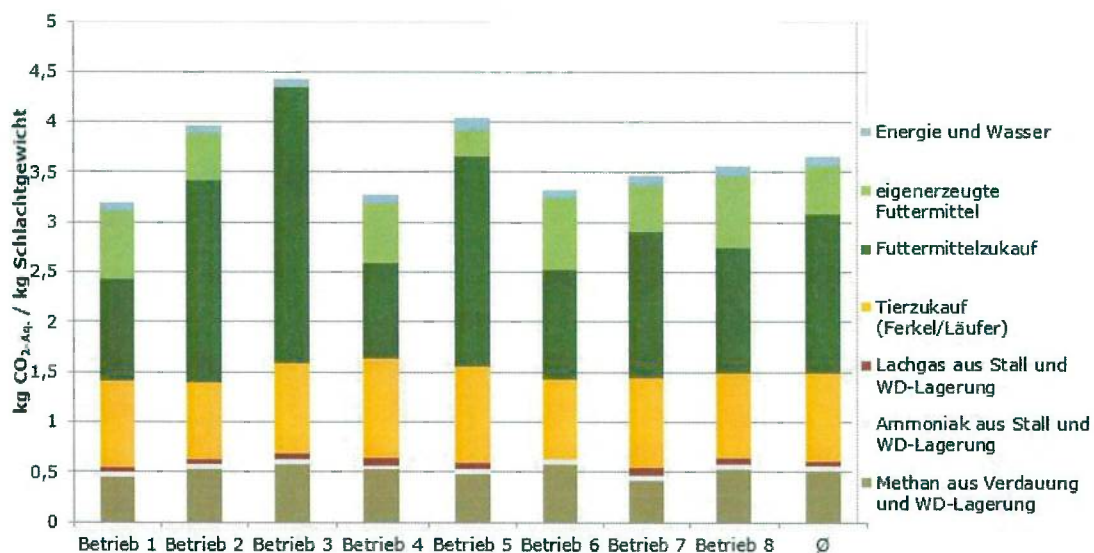


Abbildung 5: THG-Emissionen in CO₂-Äq in den Teilnahmebetrieben der Schweinemast Case Study

Nachfolgend wurden Zusammenhänge zwischen den THG-Emissionen und dem mittleren Rohproteingehalt der Ration (Abbildung 6) bzw. der Futterverwertung als Effizienzmaßstab (Abbildung 7) untersucht. Anhand dieser beiden Analysen zeigt sich der Einfluss des Rohproteingehalts und der Futterverwertung auf die THG-Emission der Schweinemast. Darauf aufbauend wurde im Kapitel 2.3.2 eine Innovation modelliert, die beide Indikatoren positiv beeinflusst.

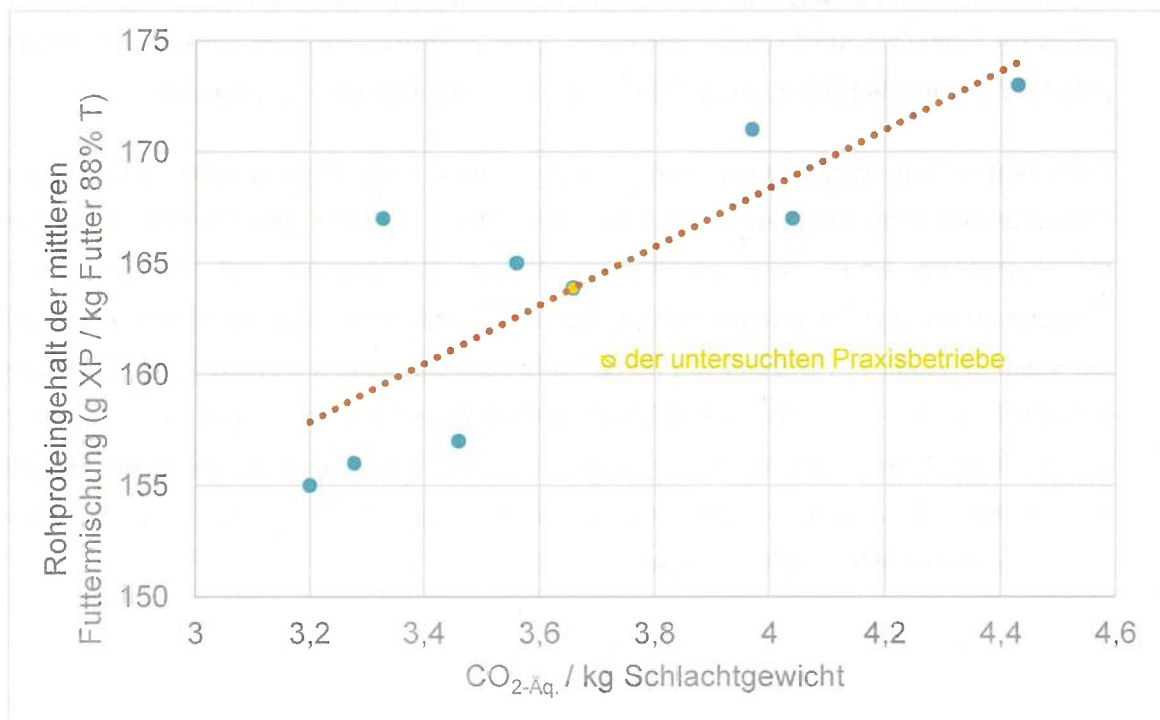


Abbildung 6: Zusammenhang zwischen THG-Emissionen in kg CO₂-Äq pro kg Schlachtgewicht und Rohproteingehalt der mittleren Futtermischung

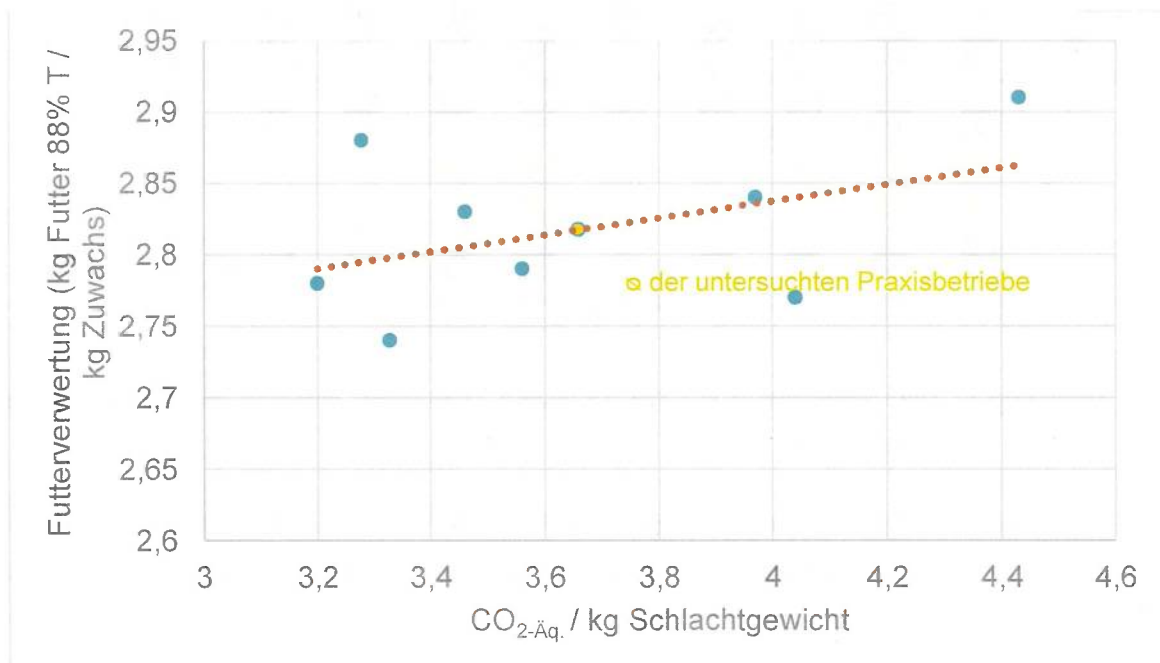


Abbildung 7: Zusammenhang zwischen THG-Emissionen in kg CO₂-Äq pro kg Schlachtgewicht und Futterverwertung

2.3 Entwicklung des LfL-IBAX Simulationsmodells und Modellierung der in AP1 identifizierten Innovationen für die bayerischen Case Studies

Im Rahmen des Projektes wurde ein neues Simulationsmodell – nachfolgend IBAX genannt – mitentwickelt. Im Projektantrag war dieses Vorgehen ursprünglich nicht vorgesehen. Stattdessen sollte auf bereits bestehende Modelle zurückgegriffen werden. Es zeigte sich allerdings im Projektverlauf, dass Synergien genutzt werden konnten durch eine Beteiligung an der Entwicklung des neuen, umfassenderen Modells. Anders als bisher veröffentlichte Modelle ist IBAX in der Lage, neben THG-Bilanzierungen auch weitere Nährstoffströme (N und P) sowie ökonomische Aspekte in der Auswertung zu berücksichtigen. Das Modell ist vollständig Datenbank gestützt und daher für die Verarbeitung von umfangreichen Datensätzen besser geeignet als bisherige Excel Modelle. IBAX wird daher der Zielsetzung von AnimalFuture, der Erfassung multi-dimensionaler Nachhaltigkeitseffekte, gerecht.

2.3.1 Modellierung in der Milchvieh Case Study

In der Analyse der Betriebsdaten der Milchvieh Case Study zeigte sich, dass im Bereich der Fütterung, insbesondere der Grobfutterleistung, das Potential noch nicht ausgeschöpft war. Für die grünlandstarken Betriebe wurden daher drei Szenarien zu unterschiedlichen Fütterungsstrategien modelliert.

- Im Basisszenario 1 wird ein intensives System modelliert. Die Jahresleistung der Kühe der Rasse Holstein-Friesian beträgt 12.000 kg ECM/Kuh. Die Futtermittel stammen von Acker- sowie Grünlandflächen.
- Das Szenario 2 „Zweinutzung-hohe Silagequalität“ bildet ein System mit Zweinutzungskühen der Rasse Fleckvieh, einer grünlandbasierten Fütterung hoher Silagequalität bei einer Jahresleistung von 6.000 kg ECM/Kuh ab.
- Das Szenario 3 „Zweinutzung-mittlere Silagequalität“ bildet das gleiche System ab wie Szenario 2, jedoch ist die Qualität der Silage herabgesetzt.

Die Modellierung ermöglichte eine umfassende Einordnung der Nachhaltigkeitseffekte der verschiedenen Szenarien (die Auswertungen sind unter Anhang Tabelle A4 einsehbar). In den Bereichen Kosten und Arbeitsbedarf wurden in Szenario 1 die besten Ergebnisse erzielt. Mit Blick auf die THG-Bilanzierung zeigte sich ein differenzierteres Bild. Wurden die THG-Emissionen ausschließlich auf die produzierte Milchmenge bezogen, schnitt Szenario 1 am besten ab. Wurde jedoch die Fleischproduktion auch „hinter dem eigenen Hoftor“

mitberücksichtigt, wurden in allen Szenarien nahezu identische Werte erreicht. Dieser Effekt liegt in der besseren Mastfähigkeit der Fleckvieh-Kälber begründet.

Ein weiterer wichtiger Nachhaltigkeitsindikator ist die Konkurrenz zwischen tierischer und menschlicher Ernährung. Ackerflächen könnten statt zur Produktion von Tierfutter auch direkt der menschlichen Ernährung zur Verfügung stehen, wohingegen Grünland nur über den Umweg der Nutzung durch Wiederkäuer zur menschlichen Ernährung beitragen kann. Eine stärkere Nutzung von Grünland in der Wiederkäuerernährung verringert damit die Nahrungskonkurrenz zwischen Mensch und Tier. In der Modellierung zeigte sich, dass die Szenarien 2 und 3 in diesem Aspekt eine größere Effizienz erreichten, sowohl im Hinblick auf die Nutzung von Energie als auch von Protein. Es zeigte sich damit, dass je nachdem wie die Systemgrenzen gezogen wurden, unterschiedliche Szenarien bessere Leistungen erzielten. Im Falle einer umfassenderen Nachhaltigkeitsanalyse, in der Fleischproduktion sowie Konkurrenz zur menschlichen Ernährung berücksichtigt werden, schnitten die grünlandbasierten Szenarien besser ab als das Hochleistungsszenario 1.

2.3.2 Modellierung in der Schweinemast Case Study

Im Bereich Schweinemast wurden die Auswirkungen eines innovativen Fütterungskonzeptes – der Fermentation von Futterkomponenten – modelliert und hinsichtlich ihrer Effekte auf THG-Emissionen und wirtschaftliche Aspekte untersucht.

Die bei der Produktion von Futtermitteln entstehenden THG-Emissionen sind einer der größten Einflussfaktoren in der betrieblichen THG-Bilanz. Insbesondere sojabasierte Futtermittel aus Südamerika sind durch hohe CO₂-Fußabdrücke gekennzeichnet. Es gibt daher zunehmend Bestrebungen von Landwirten, den Anteil von Sojaextraktionsschrot (SES) in der Ration zu reduzieren und durch heimische Eiweißfuttermittel wie beispielsweise Rapsextraktionsschrot (RES) zu ersetzen. Problematisch ist in diesem Kontext, dass die Futtermittelaufnahme bei erhöhtem Einsatz von RES aufgrund der enthaltenen Bitterstoffe in der Regel stark zurückgeht. Somit sinken die Tageszunahmen und die Mastleistung generell.

Die Bitterstoffe in RES lassen sich durch eine Fermentierung der Futterkomponente reduzieren. Im Modellbetrieb lagen die Innovationskosten bei rund 30.000 €. Zusätzlich musste mit Kosten pro Mastschwein von rund 0,75 € für Milchsäurebakterien und 0,40 € für die Warmwasserbereitstellung gerechnet werden. Die Fütterung im Fermentationsszenario war stark N- und P-reduziert (Abbildung 8). Dies führt zu einer Reduktion der Nährstoffgehalte im Stall und im Güllelager und damit zu einem Rückgang von N-Verlusten (Abbildung 9).

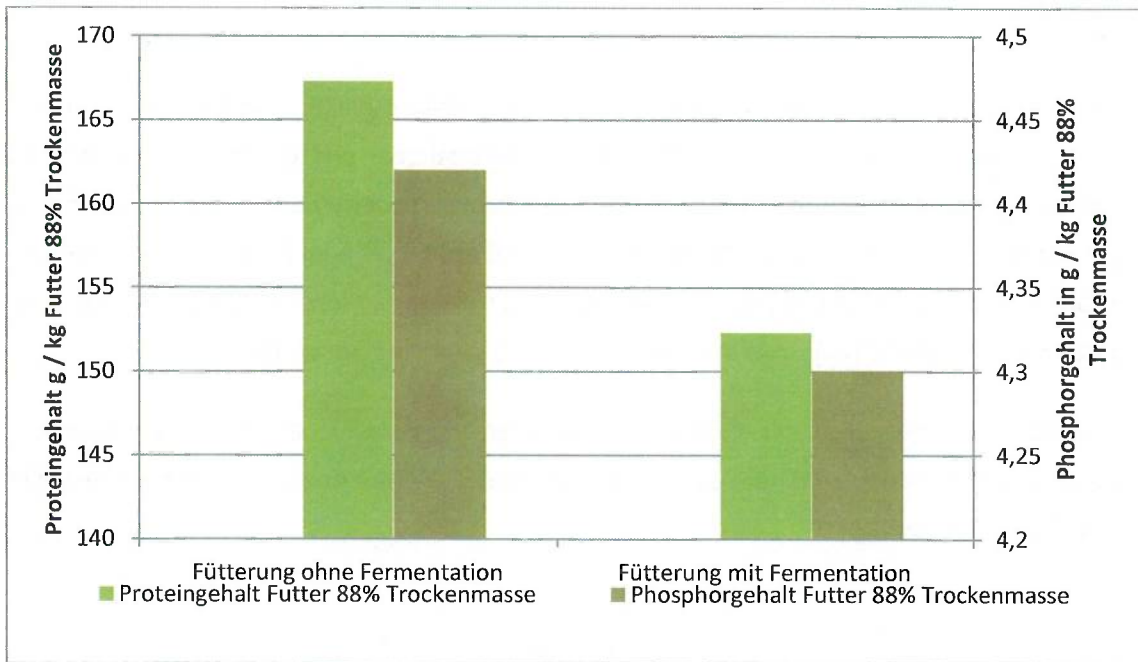


Abbildung 8: Protein und Phosphorgehalt in konventionellem und fermentiertem Futter

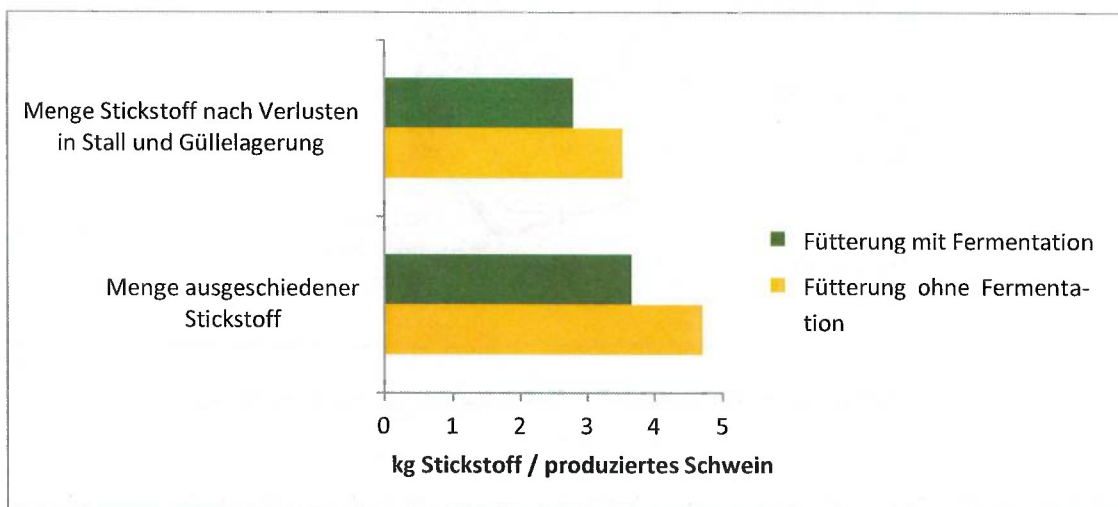


Abbildung 9: Vergleich des pro Mastschwein produzierten N und der N-Verluste im Basis- und im Fermentationsszenario

Die THG-Emissionen waren im Fermentationsszenario nicht nur geringer aufgrund der Fermentation und der N- und P-Reduktion, sondern auch durch den Rückgang des Einsatzes von Importsoja. Durch den Verzicht auf die Verwendung von Sojaprodukten im

Fermentationsszenario verringerten sich die THG-Emissionen im Bereich Zukauffuttermittel um 33 %.

Im Hinblick auf ökonomische Effekte ließ sich eine Kostenreduktion im Fermentationsszenario beobachten. Unter Berücksichtigung von Investitions- und Unterhaltungskosten für die Fermentierungsanlage sowie Kosten für Milchsäurebakterien und Warmwasser verringerten sich die Kosten pro Mastschwein um 4,23 € auf 51,91 € im Fermentationsszenario. Wurde die Jahresproduktion von 4998 Mastschweinen im Modellbetrieb berücksichtigt, reduzierten sich die THG-Emissionen um 218,38 t CO₂-eq im Gesamtbetrieb.

Abbildung 10 verdeutlicht, wie die beiden Szenarien in unterschiedlichen Nachhaltigkeitsindikatoren abschneiden. Höhere Zahlen (außen) verdeutlichen dabei eine Verbesserung im jeweiligen Indikator.

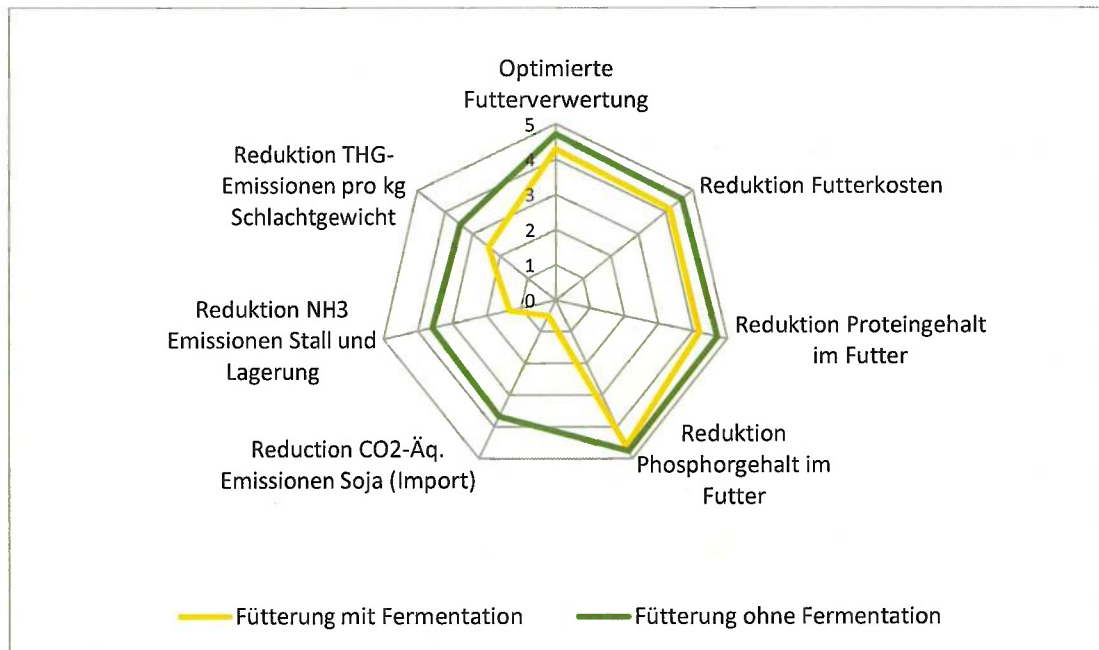


Abbildung 10: Vergleich verschiedener Nachhaltigkeitsindikatoren im Basis- und im Fermentationsszenario

Während viele Aspekte – insbesondere die Kostenersparnis und THG-Reduktion – für eine Umsetzung der Innovation sprechen, existieren in der Praxis einige Hindernisse. So ist eine Voraussetzung für das Betreiben einer solchen Anlage, dass es sich um eine Flüssigfütterungsanlage mit der Möglichkeit der Mehrphasenfütterung handelt. Dies ist auf vielen Betrieben noch nicht Standard. Zudem mangelt es derzeit noch an Knowhow und einem investitionsfreundlicheren Klima, das Planungssicherheit ermöglicht.

2.4 Stakeholder Engagement

Im Projekt wurde großer Wert gelegt auf die Einbindung relevanter Akteure im vor- und nachgelagerten Bereich der Landwirtschaft, der politischen Entscheidungsträger sowie von Landwirten auf allen Projektetappen. So wurden zu Projektbeginn Workshops organisiert, in denen unterschiedlichste Stakeholder Nachhaltigkeitsprobleme und mögliche Lösungsansätze für die verschiedenen Case Studies diskutierten. Um die Ergebnisse aus Datenerhebung und Modellierung um eine Dimension zu erweitern, wurde eine neue Methodik – „vision design and assessment“ – verwendet ¹. Dieser Ansatz erlaubt es, regionspezifische Indikatoren und Wechselwirkungen aufzudecken, die bisher in Modellen nicht berücksichtigt wurden. Dazu wurden Interviews mit fünf Experten durchgeführt: einem Wissenschaftler, einem politischen Entscheidungsträger, zwei Landwirten (ökologisch und konventionell) und einem Berater.

Da nicht-geschlossene Nährstoffkreisläufe in der Region zunehmend als Problem wahrgenommen werden und politische Bestrebungen zur Reduktion des Viehbestandes erwartet werden, wurde entschieden, Auswirkungen einer verstärkten Flächenbindung der Produktion zu untersuchen. Die Gesprächsteilnehmer wurden in Einzelinterviews gebeten, zu benennen, auf welche Nachhaltigkeitsindikatoren sich eine verstärkte Flächenbindung auswirken, und wie sich diese Indikatoren verändern (Zu- oder Abnahme). Zusätzlich sollten sie die Intensität der Verbindung bewerten. Das Vorgehen wurde im Zwischenbericht 2019 beschrieben und soll daher an dieser Stelle nicht grundlegend erörtert werden.

Durch dieses Vorgehen entstanden fünf individuelle sog. „causal loop diagrams“ zur Visualisierung von Wirkungsnetzwerken, die in ein gemeinsames Diagramm übertragen wurden (siehe Anhang Abbildung A5). Die Interviewpartner nannten neben Nachhaltigkeitsindikatoren, Zielkonflikten und Synergien zwischen diesen Indikatoren auch mögliche Anpassungsstrategien der Landwirte in der Region (bspw. Auslagerung von Jungvieh, Almwirtschaft oder auch Intensivierung von Gunstflächen). Sie deckten damit regionspezifische Zusammenhänge auf, die mit bereits bestehenden Modellen nicht hätten erfasst werden können. Die Experten erwarteten im Falle einer stärkeren Flächenbindung die stärksten Effekte in den Bereichen Ökonomie und Ökologie. Sie rechneten mit einem starken Rückgang der Nitratauswaschungen und THG-Emissionen, einem leichten Anstieg von Biodiversität, gesellschaftlicher Akzeptanz und Tierwohl sowie steigenden Kosten für die

¹ Halbe, J., Adamowski, J., 2019. Modelling sustainability visions: A case study of multi-scale food systems in Southwestern Ontario. *Journal of Environmental Management* 231, 1028-1047.

Betriebe durch einen Nachfrageschub auf dem Bodenmarkt bei sinkenden Einnahmen durch den Verkauf von Tieren (Abbildung 11). Eine Beschleunigung des Strukturwandels und ein Rückgang von Haupterwerbsbetrieben wurde von allen Gesprächsteilnehmern erwartet.

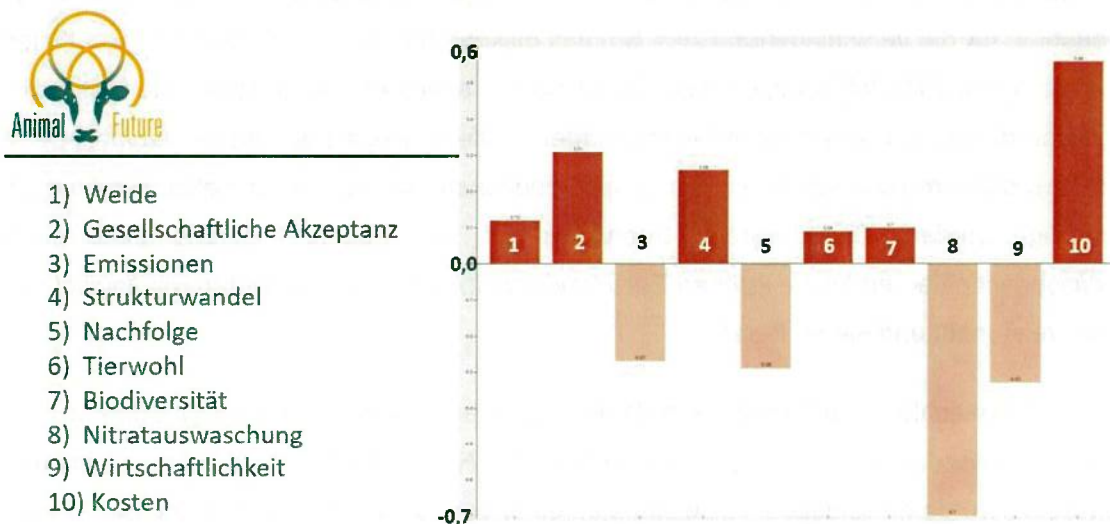


Abbildung 11: Szenario „Flächenbindung der Tierhaltung“ relative Änderungen in den Nachhaltigkeitsindikatoren. Die Säulenhöhe zeigt eine Zu- bzw. Abnahme des jeweiligen Indikators an (software: mentalmodeler)

Die Methodik erlaubte eine umfassende Abschätzung der Effekte einer stärkeren Flächenbindung aus unterschiedlichen Blickwinkeln. Es konnten Aspekte aufgenommen werden, die in quantitativen Modellen nicht erfasst werden – insbesondere solche mit einem stark regionsspezifischen Bezug. Zielkonflikte zwischen der ökonomischen und ökologischen Nachhaltigkeitssäule wurden deutlich. Die Auswertung zeigte, dass falls Intensivierungsprozesse vermieden und der Strukturwandel gebremst werden sollen, zusätzliche Maßnahmen – wie z.B. Transferleistungen für Ökosystemleistungen oder weitergehende Regelungen bei Ausbringung und Export von Wirtschaftsdünger – erforderlich sind. Insbesondere die Untersuchung der Verhaltensänderungen bedarf weiterer Forschung, um Nachhaltigkeitseffekte auch im Zeitverlauf einschätzen zu können.

2.5 Wissenstransfer

Im Projektverlauf wurden verschiedenste Aktivitäten zum Wissenstransfer durchgeführt. Neben der Einbindung von Stakeholdern auf den verschiedenen Projektetappen in Form von Workshops, Interviews und Infoveranstaltungen (Abbildung 12) wurden Projektergebnisse über verschiedene Kanäle der Öffentlichkeit zugänglich gemacht. Das Projektvorhaben wurde beispielsweise auf dem Tag der offenen Tür der LfL (2018), der Schweinefachtagung (2019) oder der Jahrestagung der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften (2019) einer breiten Öffentlichkeit von Praktikern und Wissenschaftlern vorgestellt. Projektergebnisse wurden zudem einem internationalen Publikum auf den Konferenzen der European Association for Animal Production (EAAP 2019 und 2020) präsentiert. Bisher sind unter Mitwirkung der LfL zwei wissenschaftliche Veröffentlichungen erfolgt, weitere vier sind in Planung (siehe Kapitel 8).



Abbildung 12: Aktivitäten zum Wissenstransfer (Bildquelle: Delphine Neumeister)

Einen leicht verständlichen Überblick über AnimalFuture können sich internationale Akteure auf der EU-Website des Projektes unter www.animalfuture.eu verschaffen. Des Weiteren wurde ein englischsprachiges Video erstellt, das unter www.youtube.com/watch?v=P0b0icspBT8 abrufbar ist. Die Arbeiten zum Wissenstransfer sind zum derzeitigen Stand noch nicht abgeschlossen. Beispielsweise wird zurzeit das AnimalFuture-Video in verschiedene Sprachen übersetzt. Auch die Website wird aktuell um die neuesten Ergebnisse, die Einbindung der Dashboards sowie einer Funktion zum Austausch zwischen Nutzern erweitert.

2.6 Visuelle Darstellung der AnimalFuture Ergebnisse in einer freizugänglichen Internetanwendung

Im Projekt AnimalFuture wurde großer Wert auf die Zugänglichkeit der Projektergebnisse für eine breite Öffentlichkeit gelegt. Um diesem Anspruch gerecht zu werden, wurden die Ergebnisse der einzelnen Arbeitspakete und Case Studies in einer Internetanwendung in Form sogenannter Dashboards visuell dargestellt. Ein Dashboard ist eine Internetseite, auf der Datenauswertungen mit Hilfe interaktiver Grafiken anschaulich dargestellt werden können. Nutzer haben die Möglichkeit unterschiedliche Szenarien auszuwählen und anzeigen zu lassen. Die Betaversionen der Dashboards (Abbildung 13) sind bei Abgabe des Abschlussberichts abgeschlossen und können über folgende Links abgerufen werden:

- Dashboards zum Überblick über das Gesamtprojekt
<https://infogram.com/1p93zxxg3xeq23jt7zweg36nd2nc3vkddvzy?live>
- Dashboards der deutschen Milchvieh Case Study
<https://infogram.com/1plxdddglr051yuqrlvq90dp1jszgyz5r31?live>
- Dashboards der deutschen Schweinemast Case Study
<https://infogram.com/1pe265e31kqej5smje9m9vqgrvalxvlwq37?live>

In den Dashboards finden sich Informationen zu den Case Study Regionen, den Nachhaltigkeitsanalysen der Case Studies und die Ergebnisse der Modellierungen. Die Veröffentlichung ist für Januar 2021 geplant.

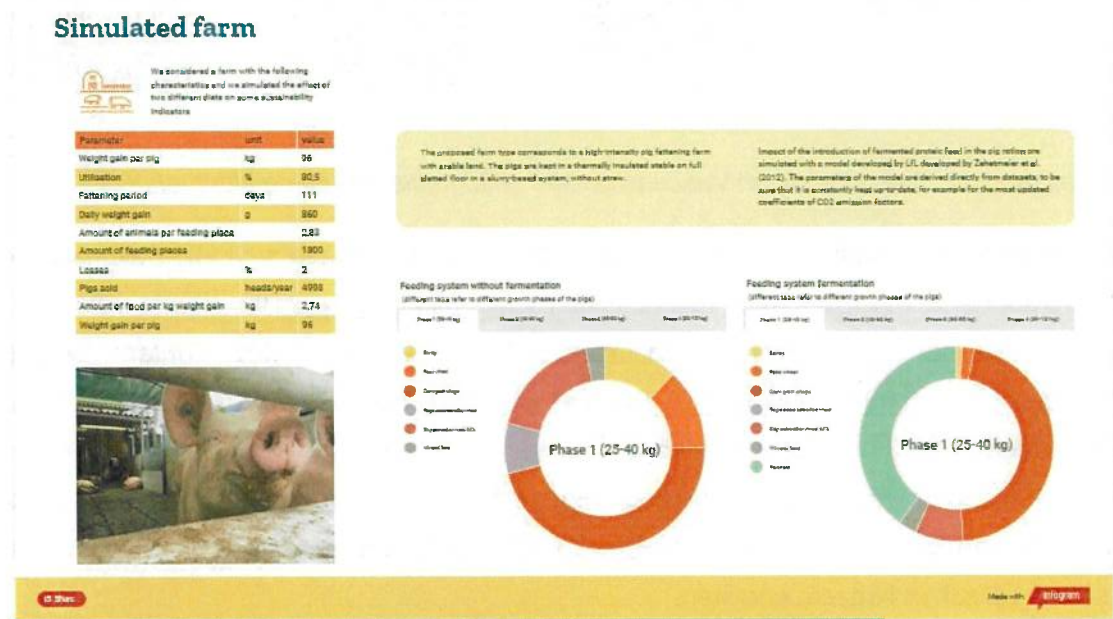


Abbildung 13: Screenshot aus dem Dashboard der Schweinemast Case Study

3. Ausführungen zu der Angemessenheit von Aufwand und Zeit

Die für die Durchführung der einzelnen Arbeitsschritte benötigte Arbeitszeit und –aufwand unterschieden sich zum Teil deutlich von dem ursprünglich geplanten Arbeitsplan. Im Verlauf des Projektes wurden verschiedene Anpassungen bezüglich der Projektziele vorgenommen. Einige Aktivitäten erwiesen sich im Projektverlauf als nicht praktikabel (Decision Support System wie im Antrag vorgesehen, Detailgrad der Modellierung, Überschneidung der Stakeholderaktivitäten). Die thematische Nähe von Aktivitäten aus AP 1 und AP 5 (Semi-directive Interviews vs. Listening Tour, European Workshop vs. Summer School) erforderte eine Umstrukturierung dieser Arbeitsschritte. Die Datengrundlage innerhalb der verschiedenen Case Studies in den unterschiedlichen europäischen Regionen erwies sich als sehr heterogen, sodass die Identifikation geeigneter Nachhaltigkeitsindikatoren angepasst werden musste. In der Folge verzögerten sich auch nachgeordnete Projektabläufe.

Die Einteilung der Arbeitszeit wurde von der im Projektantrag vorgenommenen Zuteilung der Personen-Monate abgeändert. Laut Antrag waren für die LfL keine Personen-Monate für AP 2 geplant. Da die LfL allerdings als einziger Projektpartner betriebswirtschaftliche Expertise in das Projekt einbringen konnte, war die LfL maßgeblich und federführend an der Erstellung der Datenabfrage sowie der Indikatorenliste beteiligt. Dazu verbrachte der Leiter des AP 2 – Francesco Accatino vom französischen Forschungsinstitut INRAE – eine Woche in München, um gemeinsam mit den Partnern der LfL Nachhaltigkeitsindikatoren zu identifizieren und zu verifizieren. Zudem wurde Herr Accatino in den betriebswirtschaftlichen Grundlagen geschult.

Mehr Zeit als ursprünglich geplant wurde für Aktivitäten im AP 3 aufgewendet. Abweichend vom ursprünglichen Projektantrag wurde für die Modellierung der beiden deutschen Case Studies – Milchviehhaltung in Oberbayern und Spezialisierte Schweinemast in Niederbayern - nicht im bereits bestehenden Modell durchgeführt. Stattdessen wurden die Inhalte des bestehenden Excel Modells in ein datenbankbasiertes Modell überführt und weiterentwickelt – LfL-IBAX. Das LfL Modell ermöglicht eine Verknüpfung von THG-Emissionen, N- und P-Salden sowie ökonomischen Kennzahlen und kommt damit dem Projektziel der Erfassung von Wechselwirkungen zwischen verschiedenen Nachhaltigkeitsindikatoren weit aus näher als bisher veröffentlichte Modelle (vgl. Kapitel 2.3). Die Überführung in ein datenbankgestütztes System wurde für eine effiziente Verarbeitung der Datenmengen als notwendig erachtet.

4. Probleme im Projektablauf und Arbeiten, die zu keiner Lösung geführt haben

Der Projektverlauf wurde durch zwei Ereignisse in besonderer Weise beeinträchtigt. Am 29. März 2019 verstarb unerwartet die Projektleiterin Muriel Tichit. Mit Frau Tichit verlor das Konsortium die maßgebliche Initiatorin und bis dahin hauptverantwortliche Koordinatorin von AnimalFuture. Die Neustrukturierung innerhalb des Projektes nahm viel Zeit in Anspruch. Die geistige Führung der Projektentwicklerin fehlte in den folgenden Projektetappen und ließ sich nicht vollständig ersetzen. Seit Beginn des Jahres 2020 hat nun die Corona-Pandemie viele Aktivitäten eingeschränkt – oder im Fall von Veranstaltungen – komplett verhindert.

Alle von der LfL im Rahmen von AnimalFuture geplanten Aktivitäten wurden bearbeitet und geplant, aber nicht alle konnten in vollem Umfang und wie im Projektantrag definiert zu Ende gebracht werden. Dies betrifft die Einbindung von Demonstration Farms in den Wissenstransfer, die Entwicklung einer Stakeholder Plattform sowie die Durchführung der Summer School. Dies ist zum einen darauf zurückzuführen, dass im Verlauf des Projektes einige Arbeitsschritte weit mehr Zeit in Anspruch nahmen als bei Antragstellung absehbar war (vgl. Kapitel 3). Zum anderen konnten einige Aufgaben durch die veränderten Ziele und Arbeitsschwerpunkte nicht mehr sinnvoll ins Projekt integriert werden.

Stakeholder Plattform: Zu Projektbeginn wurde eine Exceldatei erstellt, in welcher Informationen über internationale Stakeholder Plattformen von den Partnern zusammengetragen wurde. Die Daten dienen als Grundlage für die Entwicklung einer Stakeholder Plattform zum Austausch von Wissenschaft und Praxis. Die praktische Implementierung ist innerhalb der Projektzeit nicht möglich. Es wird allerdings derzeit daran gearbeitet eine Funktion zum Austausch zwischen Nutzern und Wissenschaftlern des Projektes auf der AnimalFuture Website zu integrieren (siehe Kapitel 2.5).

Demonstration Farms: Es wurde eine Zusammenstellung innovativer landwirtschaftlicher Betriebe und Forschungsbetriebe, die für einen Wissenstransfer in Betracht kommen, von den Projektpartnern verfasst. Anders als ursprünglich geplant konnten diese Betriebe nicht während der Laufzeit des Projektes zum Wissenstransfer der untersuchten Innovationen eingesetzt werden.

Summer School: Die zur Vorstellung und Verifizierung des im Projekt entwickelte und in Kooperation mit der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf geplante Summer School konnte nicht wie geplant am 19.03.2020 stattfinden. Grund hierfür waren die Einschränkungen, die durch den Ausbruch der Corona-Pandemie hervorgerufen wurden

(vollständiger Lockdown in Bayern ab März 2020). Auch eine geplante Verschiebung konnte coronabedingt nicht realisiert werden.

5. Ausführungen zur wissenschaftlichen Anschlussfähigkeit für eine mögliche nächste Phase.

Die Arbeiten im Rahmen von AnimalFuture legen einen Grundstock für die weitere Erforschung multi-dimensionaler Zusammenhänge im Bereich der Nachhaltigkeitsbewertung. Die Einbeziehung von Wechselwirkungen zwischen ökonomischen, ökologischen und sozialen Nachhaltigkeitsaspekten in die Analyse bei Berücksichtigung von Verlagerungseffekten zwischen lokalen, regionalen und überregionalen Ebenen ist bisher nicht ausreichend erforscht worden. Die aus dem Projekt hervorgegangenen Ergebnisse, aber auch die Schwierigkeiten, die sich im Projektverlauf abzeichneten, liefern einen wichtigen Erkenntnisgewinn für die weitere Forschung in diesem Bereich.

6. Sind inzwischen von dritter Seite (FE-)Ergebnisse bekannt geworden, die für eine mögliche Fortführung des Vorhabens relevant sein können?

Nein, es ist keine Fortführung des Projektes AnimalFuture geplant.

7. War der Einsatz der Bundesmittel für die Erreichung des geplanten Vorhabensziels ursächlich oder wäre dieses Ziel auch ohne Bundesmittel erreicht worden?

Ja, ohne den Einsatz der Bundesmittel - vorrangig zur Finanzierung einer Projektmitarbeiterin - wäre es der LfL nicht möglich gewesen, an dem Projektvorhaben teilzunehmen.

8. Auflistung der erfolgten und geplanten Veröffentlichungen des Ergebnisses

Die LfL war bzw. ist beteiligt an verschiedenen Veröffentlichungen, die auf Ergebnissen des AnimalFuture Projekts basieren.

Erfolgt:

- Making livestock farming sustainable in SciTech Europa Quaterly 26
- Zehetmeier, M. & Läßle, D. & Hoffmann, H. & Zerhusen, B. & Strobl, M. & Meyer-Aurich, A. & Kapfer, M., 2020. Is there a joint lever? Identifying and ranking factors that determine GHG emissions and profitability on dairy farms in Bavaria, Germany, Agricultural Systems, Vol. 184(C).

Geplant:

- AP 1: Benefits, costs and sustainability issues based on a bottom-up & multi-factor approach among 10 case studies. In depth analysis of innovations to reduce trade-offs and enhance synergies.
- AP 2: Analysis of indicators collected for different European farming systems on the environmental, economic, and social pillar of sustainability
- AP 3: How can modelling contribute to sustainability assessments of livestock farms in Europe? Case studies in dairy and beef production in France
- AP 5: Expert based exploration of sustainability effects induced by changes in agricultural systems using a vision design and assessment method

9. Tabellarische Aufführung durchgeführter Maßnahmen des Wissenstransfers

Datum	Maßnahme
11.10.2017	Teilnahme am Symposium "Balancing greenhouse gas emissions"
3.2018	Veröffentlichung der EU-Website
08.07.2018	Posterpräsentation des Projektes auf dem LfL Tag der Offenen Tür
7.11.2018	Vortrag auf dem Seminar der Animal Task Force der EAAP
14.05.2019	Präsentation des Projektes vor den Leitern der Landwirtschaftsämter in Bayern
18.06.2019	Präsentation der Ergebnisse aus der ökonomischen und sozialen Datenanalyse für die Teilnahmebetriebe der Milchvieh Case Study
27.08.2019	Posterpräsentation auf der Konferenz der European Association for Animal Production (EAAP). Titel: How to address trade-offs and synergies in livestock farming systems?
30.08.2019	Präsentation der Ergebnisse der Milchvieh Case Study auf einer Exkursion der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau der Uni Kiel
27.11.2019	Vortrag zur Mastschweine Case Study auf der LfL- Schweinefachtagung
17.09.2020	Vortrag an der Uni Göttingen. Titel: Ökobilanzierung und Nachhaltigkeitsanalysen in der Schweinehaltung – Fokus THG-Bilanzierung

10. Anhang

Tabelle A 1: Fragebogen Ökonomie

category	name	Unit
output	total output crops and (plant) products	€
	total output livestock and products	€
	other output	€
	total output	€
costs	total specific costs (for each crop and each species)	€
	total farming overheads	€
	total intermediate consumption	€
subsidies and taxes	taxes	€
	VAT balance excluding on investments	€
	Total subsidies - excluding on investments	€
	total subsidies on crops	€
	total subsidies on livestock	€
	total support for rural development	€
	decoupled payments	€
	Balance current subsidies and taxes	€
gross farm income	€	
	Depreciation	€
	farm net value added	€
	annual work units (suggestion: 1 AWU=2.400 h/person)	AWU
	farm net value added per annual work unit	€ / AWU
	Balance subsidies and taxes on investment	€
costs for factors	wages paid	€
	rent paid	€
	interest paid	€
	total external factors	€
profitability	Farm net income	€
	Farm net income per Annual working unit	€/AWU
	Family farm income	€
	family work units	AWU
	Family farm income per family work unit	€ / AWU
stability	Total assets	€
	Liabilities	€
	net worth	€
	equity ratio	€
	average farm capital balance equity	€ €

Liquidity	Cash Flow I	€
	Cash Flow II	€
	persons in household to be provided from farm	€
	private revenues of family members in the farm family	€
	commercial revenues of family members in the farm family	€
	private spendings of family members in the farm family for consumption	€
	private spendings of family members in the farm family for insurances	€
	Cash Flow III	€
labour	own labour force (persons)	number
	own labour force (hours)	h/year
	hired labour force (persons)	number
	hired labour force (hours)	h/year
	imputed labour costs	€/h
	average salary of hired labour (gross wage)	€/h
land	rented farm land	ha
	rental for the farm land	€/ha
	own farm land	ha
	imputed rental for own farm land	€/ha
	imputed interest rate	%
	entrepreneur's profit	€

Tabelle A 2: Fragebogen Ökologie

		Name of the variable	Unit
NITROGEN BALANCE AND METHANE EMISSIONS	VEGETAL COMPARTMENT	Area of each crop/fodder	ha
		Yield for each crop/fodder	kgFM ha ⁻¹
		Frequency of grass cutting	times per year
		Percentage of harvested crop that is fed to the animals	%
		Fertilizer amount for each fertilizer type	kg ha ⁻¹
	ANIMAL COMPARTMENT	Breed for each species.	description
		Number of calves born for each species.	heads yr ⁻¹
		Female to male ratio of born calves for each species	headsF/headsM
		Replacement rate (for each species)	%
		Age at first calving (for each species)	months
		Fertility rate (for each species)	heads yr ⁻¹
		Weaning period (for each species)	months
		Age at start of fattening (for each species)	days
		Age at end fattening (for each species)	days
		Age at entry	days
Days before laying	days		
Productive days	days		
Percentage of second quality eggs	%		

MANURE MANAGEMENT	Average number per year (for each species and category)	heads yr ⁻¹
	Number of stable place (for each species and category)	places yr ⁻¹
	Number of produced animals (for each species and category)	heads yr ⁻¹
	Average live weight at slaughter per produced animal (for each species and category)	kg (live weight) yr ⁻¹
	Average carcass weight at slaughter per produced animals (for each species and category)	kg (carcass) head ⁻¹
	Mortality rate for each animal category	%
	Length of the production cycle (for each species and category)	days
	Amount of dry matter for each animal category and for each dietary component	kgDM yr ⁻¹
	Amount of time in the year for each animal category and for each dietary component	days
	Purchased feed for each for each animal category and for each dietary component.	%
	Annual milk yield for dairy cattle	kg head ⁻¹ yr ⁻¹
	Fat content of milk	%
	Crude protein content of milk	%
	Nitrogen content in egg	fraction
	Number of eggs produced	eggs head ⁻¹ yr ⁻¹
	Egg weight	g
	Nitrogen content of animal body	kgN head ⁻¹
	Nitrogen content of the offspring	kgN head ⁻¹ yr ⁻¹
	Total weight of the offspring produced	kg head ⁻¹ yr ⁻¹
	Annual weight gain for each animal category	kg head ⁻¹ yr ⁻¹
	Average carcass live weight at slaughter per produced animal	kg
	Fraction of the day spent grazing/outdoor for each animal category	%
	Number of days in a year in which animals graze/stay outdoor for each animal category	days
	Housing systems	descriptions
	Fraction of manure handled for each housing system and manure types.	%
	Manure management system	descriptions
	Fraction of manure handled for each manure storage system and manure type	%
	Manure application systems	description
	Fraction of manure handled for each manure application system and manure type	%
	Type of air scrubbing system for each housing type	description
	Material used for bedding	description
	Amount of straw or other material for the bedding material for each animal category	kg head ⁻¹
Nitrogen contained in imported manure for each manure storage system and manure type	kgN yr ⁻¹	
Exported manure for each manure storage system and manure type	kgN yr ⁻¹	

ENERGY	Machinery used for each crop type	description
	Fuel consumption	liters yr ⁻¹
	Energy sources for electricity	description
	Electricity consumption	kw yr ⁻¹
WATER	Area irrigated	ha
	Water consumed	litres yr ⁻¹
	Irrigation systems	description
	Area under each irrigation systems	ha
	Animal drinking water	litres yr ⁻¹
	Water source for irrigation	description
BIODIVERSITY, LANDSCAPE and AGROENVIRONMENTAL PRACTICES	Area under Agri-environmental measures	ha
	Area of specific natural habitat (peatland, ponds, etc.)	ha
	Biotops	m ²
	Number of isolated trees	n
	Erosion protection strips	
	Crop rotation	n of crops in rotation
	Riparian strips	ha
	Flower strips	m ²
	Size of fields for each crop/fodder	m ²
	Presence and length of hedges	m
	Hectares within the Natura 2000 network	ha
	Conservation of endangered species	
	Input of crop protectioning agents for each crop type	g agents yr ⁻¹

Tabelle A 3: Fragebogen der Sozialerhebung

1. Labour conditions

How would you estimate the number of hours per week you work compared to the statutory working time? <i>Statutory working hours in (country) are xx hours worked per week</i>	<input type="checkbox"/> close to statutory working time <input type="checkbox"/> 20-50% higher than statutory working time <input type="checkbox"/> >50% higher than statutory working time <input type="checkbox"/> 20-50% lower than statutory working time <input type="checkbox"/> >50% lower than statutory working time
How many weekends or Sundays off do you take per year?	_____ weekends per year _____ Sundays per year
How many days off do you take per year for holidays?	_____ days per year

For the following qualitative questions on labour condition, please circle your answer on a scale of 1 (low) to 5 (high).

(1) Low

(5) High

How would you rate the work load of the whole farm?	1 - 2 - 3 - 4 - 5
---	-------------------

How exposed are you and your workers to hazardous chemicals?	1 - 2 - 3 - 4 - 5
Are you worried about the physical nature of work on your farm?	1 - 2 - 3 - 4 - 5

1. Education

How many training days have <u>staff and family</u> workers had per year in total (per person)?	_____ days per year per family worker _____ days per year per staff member
What is your highest completed educational degree?	<input type="checkbox"/> No education <input type="checkbox"/> Primary school <input type="checkbox"/> Secondary school <input type="checkbox"/> Under graduate <input type="checkbox"/> Graduate

2. Quality of life

The following qualitative questions relate to how you experience your quality of life, please circle your answer on a scale of 1 to 5 .

	(1) No, not at all	(5) Yes, always
Do you feel overworked and stressed?	1 - 2 - 3 - 4 - 5	
Do you feel you have sufficient time for activities beside the farm (family, hobbies, etc.)?	1 - 2 - 3 - 4 - 5	
	(1) Low /poor	(5) High / positive
How would you rate your work-life-balance?	1 - 2 - 3 - 4 - 5	
How is the working atmosphere on your farm?	1 - 2 - 3 - 4 - 5	

3. Income

For the following qualitative questions regarding your income level, please circle your answer on a scale of 1 (bad) to 5 (good).

	(1) Bad / not good	(5) Good
How do you feel about your income level?	1 - 2 - 3 - 4 - 5	
How is your farm doing?	1 - 2 - 3 - 4 - 5	

4. Succession

Do you expect your farm to still be economically viable in the next decade?	<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> Not sure <input type="checkbox"/> No
What is your expectation for the succession of your farm?	<input type="checkbox"/> I have no expectation <input type="checkbox"/> I expect a family member to take over the farm (eg son daughter, brother..) <input type="checkbox"/> I expect to sell the property <input type="checkbox"/> I expect to give up the tenancy <input type="checkbox"/> Other, please specify _____
If you are over 45, do you have anybody as your farm successor?	<input type="checkbox"/> Not relevant I am not over 45 <input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> Not sure <input type="checkbox"/> No

5. Animal Welfare

Do the animals have outdoor access?	<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No, but access to outdoor climate (e.g. outdoor climate shed) <input type="checkbox"/> No
How many days per year animal can go outside?	_____ days per year for category 1 _____ days per year for category 2 _____ days per year for category 3 ... _____ days per year for category n
What is the mortality rate?	_____ % per animal for category 1 _____ % per animal for category 2 _____ % per animal for category 3 ... _____ % per animal for category 4
What is your housing system?	<input type="checkbox"/> Enriched cage <input type="checkbox"/> Barn <input type="checkbox"/> Free range <input type="checkbox"/> Organic <input type="checkbox"/> Certification for animal welfare levels (e.g. Wintergarten) <input type="checkbox"/> Other please specify _____
What is the surface the animals have (average square meters per animal, per category)	_____ m ² per category 1 _____ m ² per category 2 _____ m ² per category 3 _____ m ² per category n
What is the animal-feeding place ratio?	_____ Number of animals per number of feeding places
Do the animals have opportunities for social contact (per category)	Category 1 <input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No Category 2 <input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No Category 3 <input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No Category n <input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No
What is the number of days of antibiotic use per year for an average animal at your farm ? <i>Please express in terms of Defined Daily Dose Animal per year at farm level (DDDA_F)</i>	_____ DDDA _F
Do you conduct non-curative treatments (e.g. beak-trimming, dehorning, tail docking)?	<input type="checkbox"/> Yes, please specify _____ <input type="checkbox"/> No

6. External social sustainability

Do you allow public access to the farm e.g. through open fences for hikers, bikers, or through path and trail maintenance	<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No
How many people visit your farm per year (e.g. farm walks, open days, agrotourism etc.)?	Number of people per year: <input type="checkbox"/> people never visit my farm <input type="checkbox"/> < 10 people <input type="checkbox"/> [10 – 50] people <input type="checkbox"/> [51 – 100] people <input type="checkbox"/> [101 – 200] people <input type="checkbox"/> > 200 people
Are you or family members involved in professional organisations or associations	<input type="checkbox"/> Yes, please specify _____ <input type="checkbox"/> No
Are you or family members active in non-professional honorary engagement (e.g. honorary offices, association for sport, hobby and leisure activities ...)	<input type="checkbox"/> Yes, please specify _____ estimated hours per month <input type="checkbox"/> No
Are you or family members involved direct selling or tasting?	<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No
Is the farm certified or part of a labelling scheme (e.g. Global G.A.P, PDO, organic)?	<input type="checkbox"/> Yes, please specify _____ <input type="checkbox"/> No
Are you or family members involved in other activities on your farm?	<input type="checkbox"/> Agri-tourism <input type="checkbox"/> Renewable energy <input type="checkbox"/> Open farm days for public education purpose <input type="checkbox"/> Other, please specify _____

7. Your overall level of satisfaction

For the following qualitative question on your level of satisfaction with being a farmer, please circle your answer on a scale of 1 (not satisfied / unhappy) to 5 (very satisfied / happy).

	(1) I am not satisfied	(5) I am very satisfied
Are you happy to be a farmer?	1 - 2 - 3 - 4 - 5	

Tabelle A 4: Multi-dimensionaler Vergleich verschiedener Milchviehhaltungssysteme

Indikator	Einheit	Milchkuh 12 000 kg ECM, Futter Acker- und Grünlandbasiert	Milchkuh 6000 kg ECM, grünlandbasierte Fütterung, hohe Silagequalität	Milchkuh 6000 kg ECM, grünlandbasierte Fütterung, durchschnittliche Silagequalität
Milch Output	kg ECM/Kuh und Jahr	11543	5771	5771
Fleisch Output Hoftor	kg Fleisch/Kuh und Jahr	132	110	110
Fleisch Output Produktionsinheit ¹⁾	kg Fleisch/Produktionseinheit und Jahr	212	322	322
Fleisch Output	kg Fleisch/Tonne Milch	18	56	56
Grünland	ha/Tonne Milch	0.06	0.16	0.14
Ackerland	ha/Tonne Milch	0.09	0.02	0.06
Arbeitseinheit Futterproduktion	Arbeitsstunden/Tonne Milch	1.00	2.08	1.87
Arbeitseinheit Tierproduktion	Arbeitsstunden/Tonne Milch	4.33	7.97	7.92
Gesamtkosten	€/kg Milch	0.31	0.53	0.53
THG-Emissionen	kg CO ₂ eq/kg Milch	0.85	1.49	1.47
Energieeffizienz ²⁾	MJ Output/MJ Input	0.2	0.1	0.1
Effizienz Einsatz menschlich nutzbare Energie ²⁾	MJ Output/MJ Input	0.5	1.5	0.6
Effizienz Proteineinsatz ²⁾	Protein Output/Protein Input	0.2	0.2	0.2
Effizienz Einsatz menschlich nutzbare Protein ²⁾	Protein Output/Protein Input	0.5	2.0	0.9

1 Produktionseinheit beinhaltet nicht auf dem Betrieb gemästete Kälber (Fleischoutput = Schlachtkühe, Mastkälber, die nicht als Nachzucht dienen).

2 Energie/Proteineffizienz ist das Verhältnis von Energie/Proteinoutput aus Milch und Fleisch zu Energie/Proteininput aus dem Futter am Hoftor; Effizienz des Einsatzes menschlich nutzbarer Energie/Protein ist das Verhältnis von Energie/Proteinoutput in Milch und Fleisch zum Input menschlich nutzbarer Energie/Protein am Hoftor.

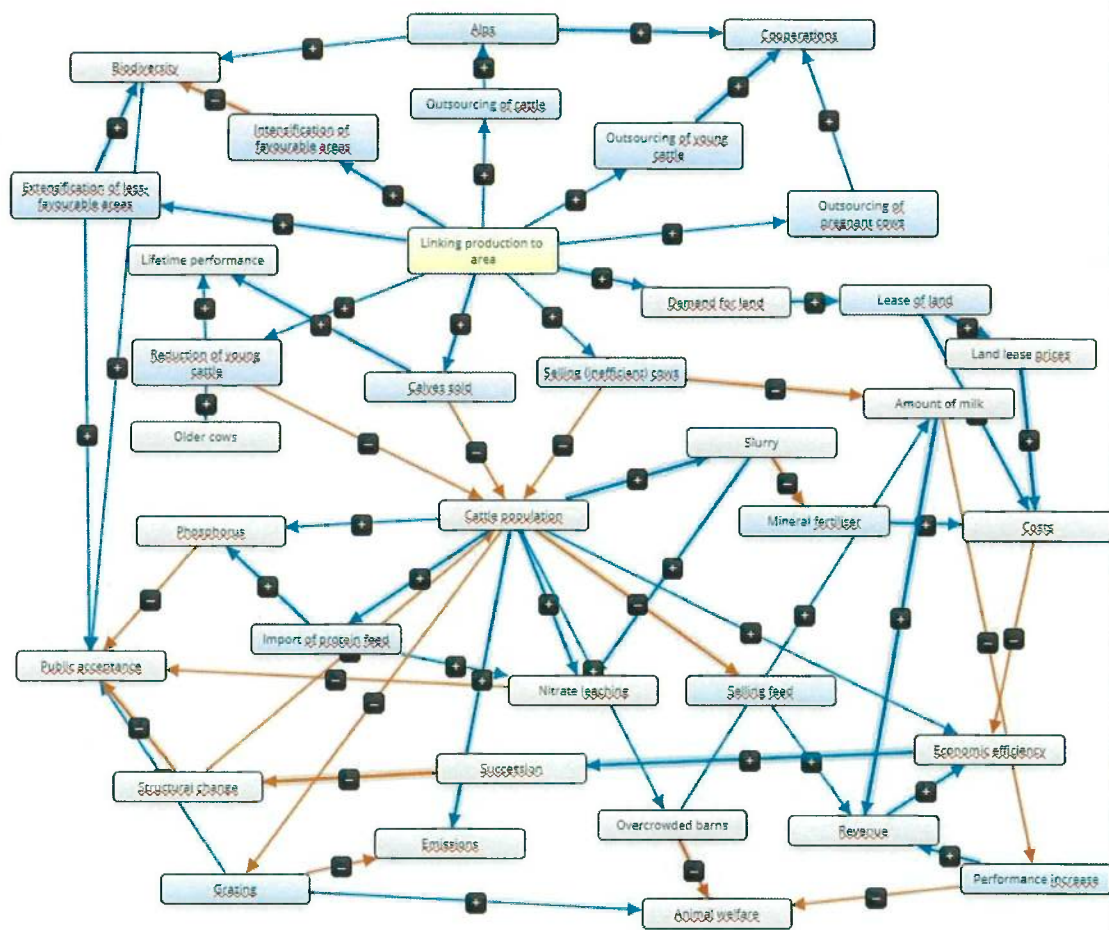


Abbildung A 5: Zusammengeführtes Causal Loop Diagram aus den Listening Tours

