

Abschlussbericht

Projekt EcoLamb (FKZ: 2817ERA12D)

I. Beitrag des Ergebnisses zu den förderpolitischen Zielen des BMEL

In Bezug auf die förderpolitischen Ziele des BMEL adressiert das Projekt EcoLamb (FKZ: 2817ERA12D) die Forschungsfelder 2.1 Zukunftsfähige und attraktive ländliche Räume, 2.2 Nachhaltige Produktion und Nutzung pflanzlicher Ressourcen, 2.3 Tiergesundheit, Tierschutz und nachhaltig gestaltete Erzeugung tierischer Produkte aus der Bekanntmachung „Zukunft nachhaltig gestalten - Forschungsfelder des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft“ aus dem Jahr 2014.

Die im Projekt durchgeführte Untersuchung von Lammfleischproduktion basiert auf den beiden Lebenszyklusmethoden Ökobilanzierung (LCA) und Lebenszykluskostenanalyse (LCC) und quantifiziert die ökologischen und ökonomischen Auswirkungen der Lammfleischproduktion. Dies ermöglicht die Analyse und den Vergleich der verschiedenen, untersuchten Produktionssysteme. Die durchgeführte Analyse erlaubt eine Bewertung in Bezug auf Nachhaltigkeit und die so gewonnenen Ergebnisse liefern entscheidungsrelevante Informationen für politische Maßnahmen und die Schaffung ökologisch verbesserter Betriebe. Des Weiteren wird in 2.3 der oben erwähnten Bekanntmachung¹ eine „laufende Durchführung von Risikoanalysen und Entwicklung geeigneter Managementoptionen bei sich ändernden Faktoren wie (...), Nutztierarten ...“ gefordert. Dieser Punkt wird von den LCA und LANCA® Analysen aufgegriffen und aus den Ergebnissen werden Empfehlungen für geeignete Managementoptionen abgeleitet. Das BMEL betont in der Bekanntmachung auch stets die Wirtschaftlichkeit nachhaltiger Systeme zu beachten und dieser Aspekt wird hier im Rahmen der Lebenszykluskostenanalyse betrachtet.

Des Weiteren wurde durch den internationalen Charakter des Projekts und die Zusammenarbeit bei der Datensammlung mit den Projektpartnern der übrigen Arbeitspakete die transnationalen Beziehungen gestärkt und wertvolle Kontakte geknüpft für eine gemeinsame, europäische Fortentwicklung von nachhaltiger Nahrungsmittelproduktion.

¹ Bekanntmachung „Zukunft nachhaltig gestalten - Forschungsfelder des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft“, 2014

II. Darstellung und Erläuterung

II.1 Wissenschaftlich-technischen Ergebnisse und Erfahrungen

II.1.1 Methodik

II.1.1.1 Ökobilanzierung (LCA)

Die Normen DIN EN ISO 14040 und DIN EN ISO 14044, die Leitfäden für die Durchführung einer Ökobilanz (LCA), schlagen ein vierstufiges Vorgehen bei der Ökobilanz vor: Zunächst wird das Definitionsziel und der Umfang angegeben, danach wird eine Bestandsaufnahme durchgeführt. Nach der anschließenden Folgenabschätzung werden zum Schluss die Ergebnisse interpretiert. (Deutsches Institut für Normung 2009, 2018)

Die Bewertung wurde entsprechend vorbereitet, wobei die GaBi-Software und die Datenbanken V8.7 SP40 verwendet wurden. Für die Bewertung wurde die an der Universität Leiden entwickelte CML 2001-Methodik, einschließlich der Aktualisierung im Jahr 2016, angewandt. Bei der CML2001-Methodik handelt es sich um eine Methode zur Folgenabschätzung, die Unsicherheiten begrenzt, indem die quantitative Modellierung in frühen Stadien des Produktionsprozesses erfolgt. Die Ergebnisse werden in Midpoint-Kategorien gruppiert. (Guinee 2002) Berücksichtigt werden die Produktion und den Transport von Futter, Einstreumaterial, Wasser und Dünger für die Weiden sowie Strom und Diesel, die Emissionen beim Wiederkäuen sowie den Transport und die Verarbeitung des Lammfleisches. Die Schlachtung erfolgte von Hand, daher war nur der mit dem Vorgang verbundene Strombedarf (beispielsweise für den Betrieb des Betäubungsgeräts) für die Ökobilanz relevant. Die daraus resultierenden Systemgrenzen einschließlich der Input- und Outputflüsse sind in Abbildung 1 dargestellt.

Die Analyse des Lebenszyklusinventars (LCIA) basiert auf Primärdaten der Landwirte, ergänzt durch Daten aus der Literatur und der GaBi-Datenbank. Die Höhe des durch Beweidung abgedeckten Futterbedarfs, wurde über den Grundumsatz abzüglich des Nährstoffeintrags durch zugekaufte Futtermittel berechnet (Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen 2005; Gerhard Bellof 2008). Zur Bewertung dieser Produktionsschritte (Zucht, Aufzucht und Haltung) wurden literaturbasierte Mengen für Mist, Urin, Wasserbedarf, Emissionen durch Wiederkäuen und Atmung sowie der Heizwert und die Kohlenstoffgehalte des Futters herangezogen (Gerold Rahmann 2013; Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen 2005; Bollen 1953; Frohnmayer 2015; Le Point Vétérinaire 2012; ECN.TNO Biomass & Energy Efficiency 2020) Nebenprodukte wie Milch und Wolle werden nicht berücksichtigt, aber alle Auswirkungen von Nicht-Fleischteilen des Lammes werden durch eine Abfallverbrennung abgebildet, einschließlich der, mit der Produktion und Bereitstellung von elektrischer und thermischer Energie verbundenen Gutschrift.

In einer LCA werden alle berechneten Ergebnisse auf eine quantifizierte Leistung des Produktionssystems als Referenz, die als funktionelle Einheit bezeichnet wird, bezogen. In dieser Studie wird die funktionelle Einheit auf 1 kg Lammfleisch festgelegt.

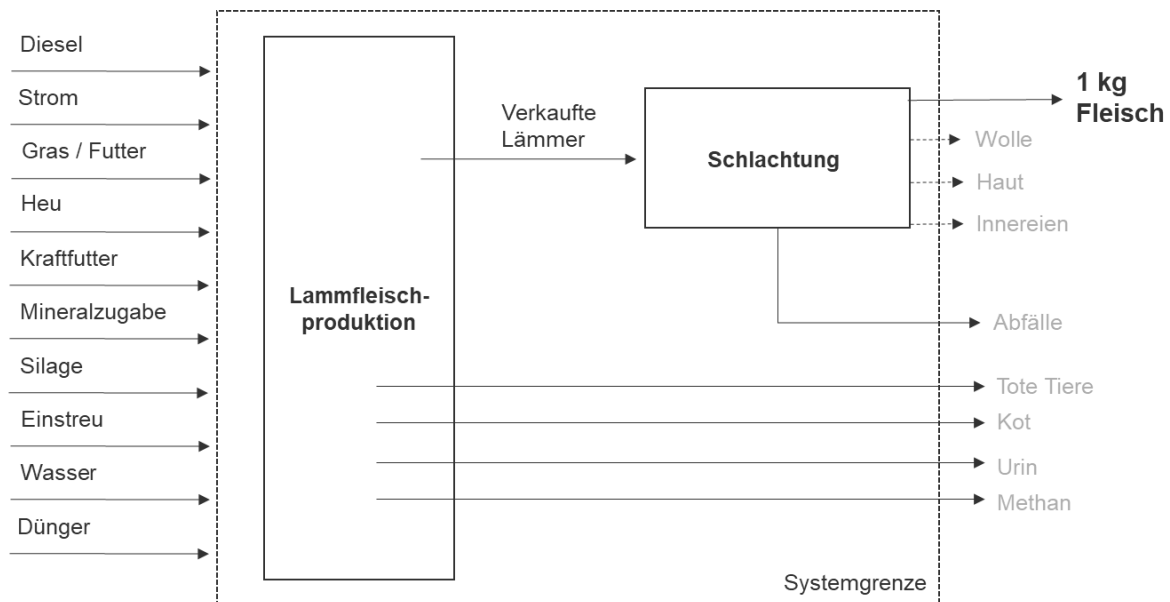


Abbildung 1 Systemgrenzen der Modellierung von Lammfleischproduktion

Die Wirkungsabschätzung wird für jeden einzelnen Produktionsprozess durchgeführt. Um Klarheit und Verständlichkeit zu schaffen, werden die Prozesse in den folgenden Kategorien zusammengefasst:

- Futter und Wasser (Kraftfutter, Mineralfutter, Weide, Heu, Silage, Wasser)
- Einstreumaterial, Atmung und Wiederkäuen (Schafhaltung, Lämmerhaltung, Korrektur der Kohlenstoffbilanz)
- Weidepflege (Lagerung von Dung, Dünger, Maschinennutzung, Ausbringung von Dung durch Maschinen, Ausbringung von Dung durch Schafe, Harnabgabe)
- Transporte (Transport zum Schlachthof, Transport von Düngemitteln, Transport von Heu, Transport von Mischfutter, Transport von Einstreumaterial, Transport von Mineralfutter, Transport von Silage, Transport von toten Tieren)
- Brennstoffbedarf, Müllverbrennung (Verbrennung von toten Tieren, Verbrennung von Nebenprodukten)
- Elektrizität (Elektrizität (verbraucht), Elektrizität (erzeugt), Gutschrift von Elektrizität)
- Wärmeenergie (Gutschrift von Wärmeenergie, thermische Energie)

Zusätzlich werden in der Modellierung Hilfsprozesse ohne Einfluss auf die Umweltauswirkungen verwendet. Deren Auswirkungen liegen stets bei 0 und werden daher im Ergebnissteil nicht weiter angeführt.

II.1.1.2 Landnutzungsanalyse (LANCA®)

Für die ganzheitliche Analyse des Produktionssystems Lammfleischproduktion wurde der Einfluss der Landnutzung auf die Ökosystemleistungen ermittelt. Hierfür wurde am Lehrstuhl für Ganzheitliche Bilanzierung der Universität Stuttgart die LANCA®-Methode (Land Use Indicator Value Calculation) entwickelt, die inzwischen in die Bewertungsstandards des Product Environmental Footprint (PEF) integriert wurde (European Commission 2018).

Landnutzungsindikatoren werden für „Transformation“ und „Okkupation“ angegeben. „Transformation“ bezieht sich auf die durch die jeweilige Landnutzung verursachten permanenten Effekte, die nach der betrachteten Landnutzung auftreten. Bei „Okkupation“ treten die Effekte während der Zeit der betrachteten Landnutzung auf. Das Berechnungsschema ist in Abbildung 2 dargestellt. Im Allgemeinen wird für die Analyse der Okkupationseinflüsse die Bodenqualität nach der Regenerierung des Gebietes mit der Qualität während der Landnutzung verglichen, während für die Berechnung der Transformationseinflüsse die Qualität vor der betrachteten Landnutzung und nach der Regenerierung des Gebietes verglichen wird.

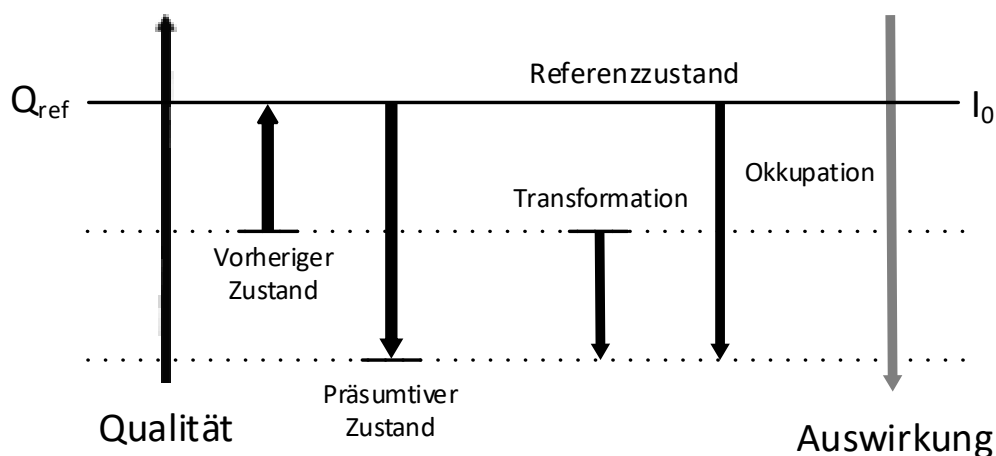


Abbildung 2 Schematische Darstellung von Transformation und Okkupation zur Berechnung der LANCA® Indikatoren (eigene Darstellung nach (Bos et al. 2016))

Die LANCA®-Analyse wurde nach den PEF-Richtlinien für LANCA® durchgeführt (Bos et al. 2016; Beck 2010). In diesem Projekt werden die folgenden LANCA®-Effektkategorien ausgewertet:

- Erosionswiderstand (EW)
- Mechanische Filtration (MF)
- Physikalisch-chemische Filtration (PCF)
- Grundwasserneubildung (GWN)

Die Wirkungskategorien biotische Produktion und nutzbare Feldkapazität werden in LANCA® ebenfalls berücksichtigt, da sich diese jedoch derzeit im Entwicklungsstadium befinden und keine verlässlichen Ergebnisse liefern, werden sie hier nicht berücksichtigt.

In dieser Studie werden alle beschriebenen LANCA®-Wirkungskategorien in Bezug auf 1 m² Boden angegeben.

Da die bodenkundliche Analyse aller Fallstudien nicht in das Projekt einbezogen wurde, wurden Boden- und Klimadaten verschiedener Bodenkarten und Literatur genutzt (Climate Data 2020; E. Oberto, A. Canzano, G. Falcone, E. Bonifacio 2007; HLNUG 2020; Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León 2020; Ramos et al. 2017). Die Datensammlung wurde mit Datenbankinformationen des LANCA®-Tools vervollständigt.

II.1.1.3 Lebenszykluskosten (LCC)

Zusätzlich zur Bewertung der Umweltauswirkungen wurde eine Analyse der Lebenszykluskosten (LCC) durchgeführt, um einen ökonomischen Ansatz zu betrachten. Das Ziel der LCC ist es, die Kosteneffizienz alternativer Investitionen oder Unternehmen zu vergleichen. Ein wichtiger Faktor dabei ist der Fokus auf die spezifische wirtschaftliche Lebensdauer und nicht auf die Nutzungsphase eines Produktes. Dieser Zeitrahmen ist von einem besonderen Interesse, da die Analyse auf der Perspektive des wirtschaftlichen Entscheidungsträgers und seinen direkten Einflussfaktoren wie Kosten und Nutzen während und nach der Investition basiert. Dies kann sowohl interne als auch externe Kostenfaktoren umfassen. Letztere sind Kosten, die externen Parteien wie einer Gesellschaft entstehen. (Norris 2001)

Die Analyse der LCC der Schafproduktion umfasst variable und fixe interne Kostenfaktoren. Alle Kosten wurden im Verhältnis zur Anzahl der an den einzelnen Standorten vorhandenen Mutterschafen berechnet, also in € pro Mutterschaf [€/Mutterschaf]. Die durchgeführte LCC bewertet die jährlichen operativen Kostenstellen ohne Subventionen oder Prämien. Die Kostenfaktoren sind in Tabelle 1 zu finden.

Tabelle 1 Berücksichtigte LCC Kostenfaktoren

Einnahmen	Variable Kosten	Fixkosten
Lämmer	Düngemittel	Investitionskosten
Mutterschafe	Pestizide	Versicherungen
Schafböcke	Tierzukauf	Lohnkosten
	Futterzukauf	Pachtkosten
	Medizinische Versorgung	
	Elektrizität	
	Wasserversorgung	

Maschinenkosten
Maschinenmiete
Auftragsarbeit
Variable Löhne
Sonstige Kosten

II.1.1.4 Untersuchungsstandorte

Im Projekt wurden elf Standorte mit vier unterschiedlichen Betriebsform untersucht:

Intensive Betriebe:

- ESP1: Salamanca, Spanien;
- ESP3: Zamora, Spanien

Semi-Intensive Betriebe:

- ITA1: Grugliasco, Italien
- GER2: Rhön, Deutschland

Semi-Extensive Betriebe:

- ITA2: Piemont, Italien
- ESP2: Valladolid, Spanien
- POR: Bragança, Portugal

Extensive Betriebe:

- GER1: Schwäbische Alb, Deutschland
- SLO: Südliche Slovenische Alpen
- TUR1: Aksaray, Türkei
- TUR2: Balıkesir, Türkei
- TUR3: Aydin, Türkei

II.1.2 Ergebnisse

II.1.2.1 Ökobilanzierung (LCA)

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Ökobilanz-Analyse für die Wirkungskategorien Treibhauspotenzial (GWP), Eutrophierungspotenzial (EP) und Versauerungspotenzial (AP)

dargestellt.

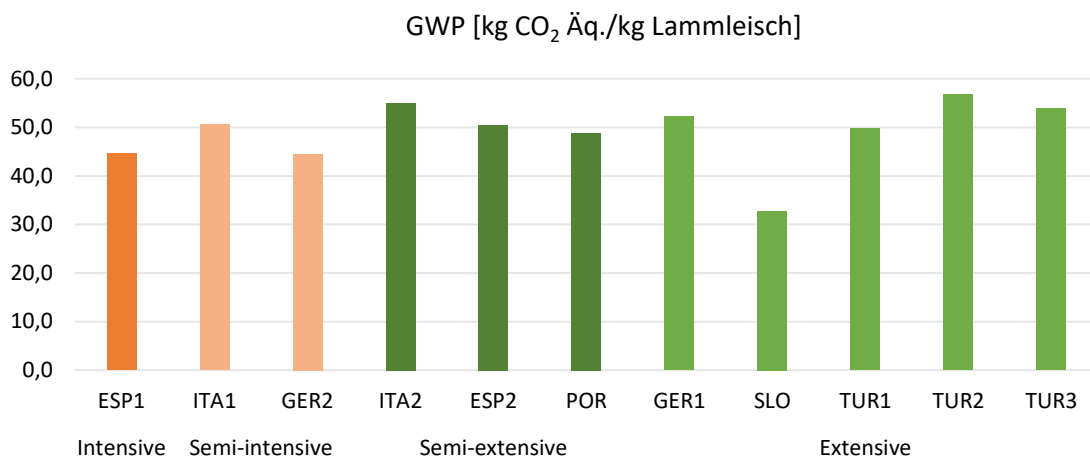


Abbildung 3 Gesamtergebnisse der EP-Bewertung für alle in der jeweiligen Betriebsführungsform kategorisierten Fallstudien

Tabelle 2 Ergebnisse des EP in [kg PO₄ Äq./kg Lammfleisch] pro Produktionsprozess (F&W = Futter und Wasser, BM = Einstreumaterial, P&R = Atmung und Wiederkäuen, PM = Weidepflege, TP = Transport, FD = Brennstoffbedarf, WI = Müllverbrennung, E = Elektrizität, und TE = Wärmeenergie) und insgesamt

	Inten.	Semi-intensiv		Semi-Extensiv			Extensiv				
	ESP1	ITA1	GER2	ITA2	ESP2	POR	GER1	SLO	TUR1	TUR2	TUR3
F & W	-58,3	-30,7	-35,7	-25,8	-42,1	-67,3	-73,2	-67,3	-45,9	-72,2	-43,1
BM	-6,9	-0,1	-9,1	-27,0	-4,7	-7,0	-0,2	-0,3	0,0	0,0	0,0
R&R	106,3	78,2	84,5	106,1	96,5	120,7	123,8	98,1	94,5	127,9	95,6
PM	1,6	0,0	2,2	0,3	0,1	0,2	0,0	0,2	0,1	0,0	0,3
TP	0,5	0,1	0,2	0,0	0,1	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
FD	0,2	0,5	0,3	0,3	0,1	1,2	0,2	0,1	0,0	0,0	0,1
WI	1,6	2,0	2,1	1,0	1,1	1,5	1,8	2,2	1,1	1,4	1,0
E	-0,2	1,0	0,0	0,1	-0,5	-0,7	0,0	0,0	0,0	-0,1	0,2
TE	-0,2	-0,3	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,3	-0,3	-0,1	-0,2	-0,1
Total	44,6	50,6	44,5	55,0	50,5	48,8	52,2	32,8	49,8	56,8	53,9

Abbildung 3 und Tabelle 2 zeigen, dass die niedrigsten GWP-Ergebnisse von dem extensiven Fallstudienbetrieb in Slowenien erreicht werden. Dies bildet jedoch eine Ausnahme, da die restlichen Ergebnisse die Tendenz aufweisen, dass je intensiver ein Betrieb bewirtschaftet wird, desto weniger CO₂-Äquivalente pro kg Produkt emittiert werden. Die niedrigen Werte der Fallstudie in Slowenien resultieren aus der Doppellammung der vorhandenen Schafrasse. Somit ist der Produktausstoß pro Mutterschaf in diesem Betrieb höher, als in allen anderen Betrieben. Dies wird dadurch unterstrichen, dass die Atmung und das Wiederkäuen der Schafe die relevantesten Prozesse innerhalb der Lammfleischproduktion darstellen. Da Lämmer erst nach der Entwöhnung wiederkäuen, geben sie im Vergleich zu den erwachsenen Schafen nur

einen Bruchteil des Methans ab. Daraus ergibt sich, dass der entsprechende GWP umso niedriger ist, je mehr Lämmer pro Mutterschaf und Jahr geboren werden.

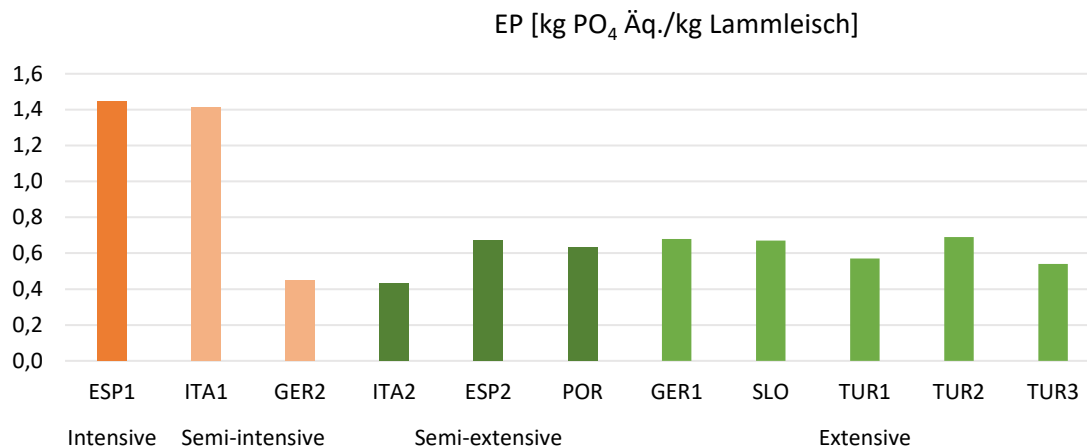


Abbildung 4 Gesamtergebnisse der EP-Bewertung für alle in der jeweiligen Betriebsführungsform kategorisierten Fallstudien

Tabelle 3 Ergebnisse des EP in [kg PO₄ Äq./kg Lammfleisch] pro Produktionsprozess (F&W = Futter und Wasser, BM = Einstreumaterial, P&R = Atmung und Wiederkäuen, PM = Weidepflege, TP = Transport, FD = Brennstoffbedarf, WI = Müllverbrennung, E = Elektrizität, und TE = Wärmeenergie) und insgesamt

	Inten.	Semi-intensiv			Semi-Extensiv			Extensiv			
	ESP1	ITA1	GER2	ITA2	ESP2	POR	GER1	SLO	TUR1	TUR2	TUR3
F & W	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
BM	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
R&R	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PM	1,4	1,3	0,4	0,4	0,7	0,5	0,6	0,6	0,5	0,6	0,5
TP	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
FD	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
WI	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
E	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
TE	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Total	1,4	1,4	0,5	0,4	0,8	0,6	0,7	0,7	0,6	0,7	0,5

Im Vergleich zu GWP, zeigte die Wirkungskategorie EP die gegensätzliche Tendenz: Die intensivsten Betriebe erreichten die höchsten Werte, aufgrund der geringen Weidefläche pro Schaf. Die niedrigsten Ergebnisse verzeichneten die Betriebe, in welchen eine effektive Lammungsrate mit ausreichender Weidefläche kombiniert wurde, siehe Abbildung 4. Den größten Einfluss auf die Eutrophierung hatte der Prozess der Weidepflege, siehe Tabelle 3, welcher die Emission von Urin und Dung, beides natürliche Nährstoffquellen, einschließt. Da auch junge Lämmer Urin und Dung ausstoßen, hat die Anzahl der Lämmer pro Mutterschaf und Jahr keinen so großen Einfluss auf das EP wie auf das GWP.

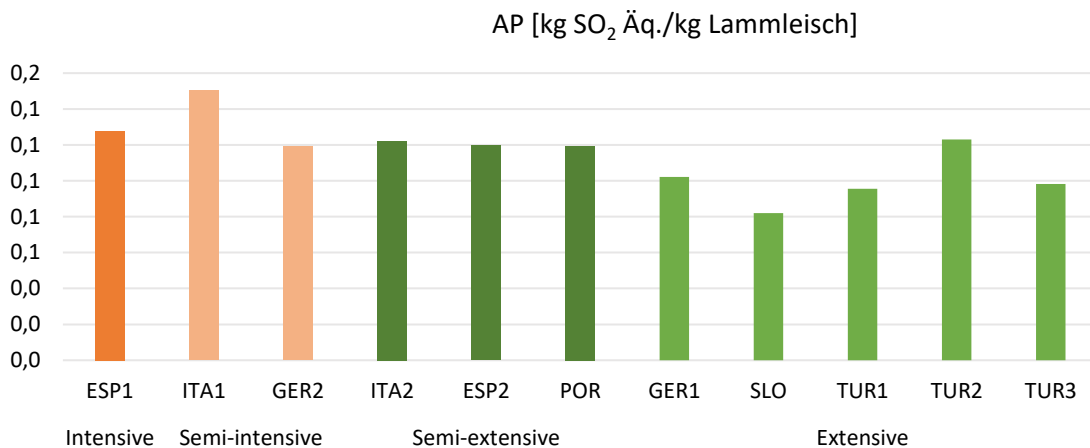


Abbildung 5 Gesamtergebnisse der AP-Bewertung für alle in der jeweiligen Betriebsführungsform kategorisierten Fallstudien

Tabelle 4 Ergebnisse des AP in [kg SO₂ Äq./kg Lammfleisch] pro Produktionsprozess (F&W = Futter und Wasser, BM = Einstreumaterial, P&R = Atmung und Wiederkäuen, PM = Weidepflege, TP = Transport, FD = Brennstoffbedarf, WI = Müllverbrennung, E = Elektrizität, und TE = Wärmeenergie) und insgesamt

	Inten.	Semi-intensiv			Semi-Extensiv			Extensiv			
	ESP1	ITA1	GER2	ITA2	ESP2	POR	GER1	SLO	TUR1	TUR2	TUR3
F & W	0,03	0,03	0,02	0,01	0,02	0,04	0,02	0,02	0,03	0,03	0,02
BM	0,01	0,00	0,01	0,02	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
R&R	0,07	0,11	0,08	0,09	0,10	0,07	0,07	0,05	0,07	0,09	0,07
PM	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TP	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
FD	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
WI	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00
E	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TE	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	0,13	0,15	0,12	0,12	0,12	0,12	0,10	0,08	0,10	0,12	0,10

Die Analyse des AP - ebenfalls ein lokaler Wirkungsfaktor - zeigte ein ähnliches Profil wie das des EP, wenn auch weniger deutlich (s. Abbildung 5 und Tabelle 4). Für die eher intensiv bewirtschafteten Betriebe ergaben sich höhere AP-Werte als die extensiven Betriebe. Betrachtet man die slowenische Fallstudie, welche die geringste Auswirkung auf die Versauerung pro kg produziertem Fleisch aufwies, kann man schlussfolgern, dass der Anteil der Lämmer pro Mutterschaf und Jahr ebenfalls einen Einfluss auf das AP hat, wenn auch einen geringeren als auf den GWP. In allen Fallstudien werden rund drei Viertel der gesamten Wirkungswerte durch das Wiederkäuen und die Atmung verursacht.

II.1.2.2 Landnutzungsanalyse (LANCA®)

Die Ergebnisse für alle Fallstudienbetriebe sind in Tabellen 5 - 8 dargestellt. Alle Ergebnisse des Ist-Zustandes mit der jeweiligen Schafhaltungsform vor Ort sind im Verhältnis zum hypothetischen Referenzzustand desselben Standortes ohne jegliche Landnutzung zu sehen.

Tabelle 5 Ergebnisse für die Wirkungskategorie Erosionswiderstand

Erosionswiderstand			
Standort	Einheit	Ist-Zustand	Referenzzustand
GER1	[t/a]	-6,61E+00	-2,64E+00
GER2	[t/a]	-1,14E+01	-4,56E+00
ITA1	[t/a]	-3,80E-02	-1,52E-02
ITA2	[t/a]	-3,94E-01	-1,58E-01
ITA3	[t/a]	-3,50E+00	-1,40E+00
SLO	[t/a]	-9,61E-01	-3,84E-01
ESP1	[t/a]	-2,89E-02	-2,89E-01
ESP2	[t/a]	-1,81E+01	-1,81E+01
(ESP3)	[t/a]	-2,01E-03	-2,01E-02
POR	[t/a]	-2,89E-01	-1,15E-01
TUR1	[t/a]	-1,20E-01	-1,29E-01
TUR2	[t/a]	-2,01E-01	-2,64E-01
TUR3	[t/a]	-4,83E-01	-5,76E-01

Tabelle 6 Ergebnisse für die Wirkungskategorie mechanische Filtration

Mechanische Filtration			
Standort	Einheit	Ist-Zustand	Referenzzustand
GER1	[cm*m ² /d]	4,13E+08	4,34E+08
GER2	[cm*m ² /d]	1,12E+09	1,18E+09
ITA1	[cm*m ² /d]	1,82E+06	1,92E+06
ITA2	[cm*m ² /d]	1,82E+08	1,92E+08
ITA3	[cm*m ² /d]	1,27E+09	1,34E+09
SLO	[cm*m ² /d]	2,69E+09	2,83E+09
ESP1	[cm*m ² /d]	5,30E+07	1,06E+08
ESP2	[cm*m ² /d]	1,40E+10	1,47E+10
(ESP3)	[cm*m ² /d]	2,56E+06	5,11E+06
POR	[cm*m ² /d]	1,58E+08	1,66E+08
TUR1	[cm*m ² /d]	1,21E+07	1,28E+07

TUR2	[cm*m ² /d]	3,19E+07	3,19E+07
TUR3	[cm*m ² /d]	6,80E+07	7,15E+07

Tabelle 7 Ergebnisse für die Wirkungskategorie physikalisch-chemische Filtration

Physikalisch-chemische Filtration			
Standort	Einheit	Ist-Zustand	Referenzzustand
GER1	[(cmol*m ²)/m ²]	4,27E+08	4,92E+08
GER2	[(cmol*m ²)/m ²]	9,65E+08	1,13E+09
ITA1	[(cmol*m ²)/m ²]	1,87E+05	2,18E+05
ITA2	[(cmol*m ²)/m ²]	8,81E+06	1,14E+07
ITA3	[(cmol*m ²)/m ²]	1,31E+08	1,52E+08
SLO	[(cmol*m ²)/m ²]	3,63E+08	4,09E+08
ESP1	[(cmol*m ²)/m ²]	2,58E+06	6,48E+06
ESP2	[(cmol*m ²)/m ²]	1,22E+09	1,21E+09
(ESP3)	[(cmol*m ²)/m ²]	2,69E+06	5,69E+06
POR	[(cmol*m ²)/m ²]	1,19E+07	1,25E+07
TUR1	[(cmol*m ²)/m ²]	1,28E+07	1,24E+07
TUR2	[(cmol*m ²)/m ²]	3,85E+06	3,53E+06
TUR3	[(cmol*m ²)/m ²]	1,18E+07	1,02E+07

Tabelle 8 Ergebnisse für die Wirkungskategorie Grundwasserneubildung

Grundwasserneubildung			
Standort	Einheit	Ist-Zustand	Referenzzustand
GER1	[(mm*m ²)/a]	4,96E+05	7,18E+05
GER2	[(mm*m ²)/a]	1,02E+06	1,48E+06
ITA1	[(mm*m ²)/a]	3,96E+02	5,40E+02
ITA2	[(mm*m ²)/a]	3,34E+04	4,56E+04
ITA3	[(mm*m ²)/a]	2,64E+05	3,60E+05
SLO	[(mm*m ²)/a]	1,65E+05	2,75E+05
ESP1	[(mm*m ²)/a]	4,15E+03	2,07E+04
ESP2	[(mm*m ²)/a]	-7,18E+05	-7,98E+05
(ESP3)	[(mm*m ²)/a]	-1,64E+02	-7,07E+02
POR	[(mm*m ²)/a]	1,88E+04	2,80E+04
TUR1	[(mm*m ²)/a]	-1,26E+03	1,23E+02
TUR2	[(mm*m ²)/a]	3,03E+03	3,79E+03

Abbildung 6 gibt einen Überblick über die Veränderung in der jeweiligen Wirkungskategorie durch die Landnutzungsform Schafhaltung. In diesem Diagramm bezeichnet ein Wert von 1 keine Veränderung, ein Wert > 1 eine Zunahme und ein Faktor < 1 eine Abnahme. Eine Ausnahme bildet die Wirkungskategorie Erosionsbeständigkeit, die in negativen Werten ausgedrückt wird. Hier ist das Diagramm umgekehrt zu lesen: ein Wert > 1 bedeutet eine Abnahme und ein Faktor < 1 eine Zunahme, während ein Wert von 1 keiner Veränderung entspricht.

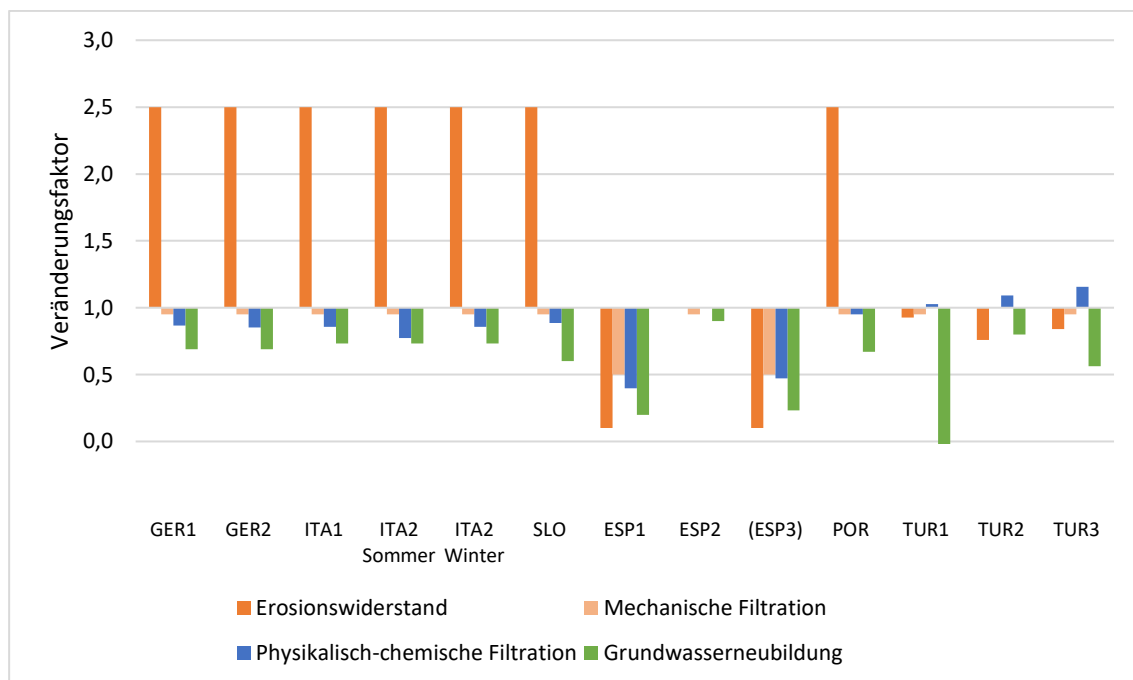


Abbildung 6 Faktoren der Landnutzungsänderung in den verschiedenen Wirkungskategorien

Die starke Abnahme der Erosionsbeständigkeit bei den meisten westeuropäischen Fallstudien wird durch den jeweiligen Referenzzustand erklärt: Im LANCA®-Tool ist der Referenzzustand ein Laubwald, der einen höheren Widerstand gegen Erosion aufweist als Weideland. Die eher intensiven oder trockenen Fallstudienstandorte zeigen jedoch eine Zunahme der Erosionsbeständigkeit. In den intensiv bewirtschafteten Betrieben wird dies durch den Bau von Ställen und damit der Bodenversiegelung erreicht. Für die ariden Standorte der Türkei und

ESP2 ist der Referenzzustand bereits Grünland, so dass die Veränderung hier vernachlässigbar ist.

Sowohl die mechanische als auch die physikalisch-chemische Filtration sind von der nicht-intensiven Schafhaltung wenig betroffen. Für die beiden Intensivhaltungsbetriebe ist jedoch ein Rückgang von rund 50 % zu beobachten.

Die Grundwassererneuerung wird in ähnlicher Weise von der Schafhaltung beeinflusst, wobei die Intensivhaltungsbetriebe stärker betroffen sind als die Nichtintensivhaltungsbetriebe. Dennoch wird die höchste Veränderung bei der Grundwasserauffüllung bei TUR1 gemessen: Hier wird dem Boden mehr Wasser entzogen als wieder aufgefüllt wird. Da die beiden anderen türkischen Fallstudien unter ähnlichen Bedingungen und mit ähnlichen Bewirtschaftungsformen arbeiten und diese Tendenz nicht aufweisen, wird dies auf ein lokales Phänomen zurückgeführt.

II.1.2.3 Lebenszykluskosten (LCC)

Die Ergebnisse der LCC-Analyse sind in Tabelle 9 dargestellt. Aufgrund mangelnder Datengrundlage konnte kein Betrieb mit intensiver Produktion analysiert werden. Ein Vergleich der Einnahmen pro Mutterschaf (MS) der verschiedenen Standorte zeigte, dass der extensive slowenische Betrieb das höchste Einkommen von allen aufwies (244 €/MS). Dies hängt mit der hohen Effizienz der Mutterschafe zusammen, die zweimal im Jahr gebären, was zu einem doppelten Verkaufsvolumen führt. Darüber hinaus war der Verkaufspreis bei der slowenischen Schäferei mit ca. 5,50 €/kg am höchsten. Einen ähnlich hohen Preis erzielt nur der Betrieb TUR2 mit 5,46 €/kg. Bei TUR1 und TUR3 liegt der Preis bei 5,00 €/kg. Der Preis für Fleisch vom Betrieb ITA2 liegt bei ca 4,00 €/kg und bei ITA1 bei 3,50 €/kg. Deutlich niedrigere Preise werden auf dem deutschen Markt erzielt (GER1: 2,60 €/kg; GER2: 2,22 €/kg). Trotz des niedrigeren Fleischpreises ergeben sich für GER 2 (semi-intensiv) die zweithöchsten Einnahmen von 176 € pro Mutterschaf. ITA2 (semi-extensiv) steht an dritter Stelle mit 142 € pro Mutterschaf, gefolgt von TUR3 als extensiver Betrieb (112 €/MS). Für der semi-intensive Forschungsbetrieb in Italien (ITA1) ergibt sich ein Ertrag von 98 € pro Mutterschaf auf. Die Einkommen der anderen drei extensiven Betriebe sind auf einem ähnlichen Niveau (75 bis 86 € pro Mutterschaf). Daraus erschließt sich, dass die alleinige Betrachtung der Einkommenszahlen keine klare Bewertung der verschiedenen Produktionsverfahren ermöglicht.

Bei der Analyse der variablen Kosten (VC) der Standorte zeigt ein Standort ein deutlich höheres Ergebnis als die anderen. Der halbintensive Betrieb ITA1 wies dreimal höhere Kosten auf (263 €/Mutterschaf); im Vergleich dazu lag der Median aller Betriebe bei 90 € pro

Mutterschaf. Die variablen Kosten von ITA1 wurden von den Kosten für Zusatzfutter, medizinische Versorgung und Wasserversorgung dominiert. An zweiter Stelle steht TUR2 mit 148 € pro Mutterschaf. Variable Kosten fallen hier nur für die medizinische Versorgung, Zusatzfutter und Wasserversorgung an. Die extensiven Betriebe TUR1 und TUR3 bildeten mit rund 90 € pro Mutterschaf das Mittelfeld. Bei beiden ist die Zusatzfuttermittellieferung ein wichtiger Kostentreiber. Der semi-extensive Betrieb ITA2, mit dem gleichen Kostentreiber, weisen variable Kosten von rund 75 € pro Mutterschaf auf. Für die deutschen Standorte fallen variable Kosten zwischen 39 € und 50 € pro Mutterschaf an. Diese Kosten wurden durch jährliche Tierkäufe, Ergänzungsfuttermittel und Maschinenmietkosten definiert. Die niedrigsten variablen Kosten ergeben sich mit 13 € pro Mutterschaf für die slowenische Fallstudie. Da dieser Betrieb tierärztliche Behandlungen aus finanzielle Gründen vermeidet, ist das Ergänzungsfutter der entscheidende Kostenfaktor.

Die Fixkosten (FK) unterscheiden sich signifikant je nach Standort, siehe Tabelle 5. TUR2 weist mit 365 € pro Mutterschaf das höchste Kostenniveau auf. Ähnlich dazu liegt der Betrieb ITA1 (semi-intensiv) mit 325 € pro Mutterschaf. Für beide ist der Hauptkostentreiber der Lohn für beschäftigte Schäfer. An dritter Stelle steht der semi-intensive Betrieb GER2 mit 126 € pro Mutterschaf und ITA2 als semi-extensiver Betrieb an vierter Stelle mit 101 € pro Mutterschaf. Neben den Arbeitskosten sind weitere Kostentreiber dieser Standorte die Abschreibungen für Gebäude sowie Pachtverträge. Bei GER1 (41 €/Mutterschaf) sind die Fixkosten doppelt so hoch wie bei TUR1 (21 €/Mutterschaf). Im slowenischen Betrieb fallen keine Fixkosten an, wie aus Tabelle 9 hervorgeht. Dies ist darauf zurückzuführen, dass weder für Versicherungen noch für Pachten Kosten anfallen. Außerdem liegen keine Daten zu Investitionskosten vor. Der einzige extensive Betrieb mit angestellten Schäfern ist TUR2.

Auf der Grundlage der oben beschriebenen Einnahmen und Kosten wird festgestellt, dass nur zwei Betriebe in der Lage sind ihre Kosten zu decken. Die Einnahmen in Tabelle 9 Kostenpunkte aller Standorte zeigen, dass GER2 einen Gewinn pro Mutterschaf etwa 0 € erzielte. Der slowenische Betrieb (SLO) hingegen erwirtschaftet einen Gewinn von 231 € pro Mutterschaf. GER1 deckt mehr als 96% der Kosten, ITA2 und TUR3 rund 80 % ihrer Kosten. TUR1 liegt bei etwa 70 % Kostendeckung. ITA1 und TUR2 können nur weniger als ein Fünftel ihrer Kosten abtragen. Bei dem Ersterem hängt dies damit zusammen, dass der Betrieb nur für Forschungszwecke genutzt wird, für welche besondere Anschaffungen notwendig sind und die Zahl der Tiere begrenzt ist. TUR2 hingegen hat aufgrund der Beschäftigung eines Schäfers und der gleichzeitig geringen Zahl von Mutterschafen (30 Mutterschafe) ein solch hohes Kostenniveau.

Tabelle 9 Kostenpunkte aller Standorte (¹ Variable Kosten, ² Fixkosten)

Standort	Einheit	Semi-intensiv		Semi-Extensiv	Extensiv				
		ITA1	GER2	ITA2	GER1	SLO	TUR1	TUR2	TUR3
Einnahmen	€/MS	98	176	142	77	244	76	86	112
VK ¹	€/MS	263	50	75	39	13	88	148	92
FK ²	€/MS	325	126	101	41	0	21	365	46
Umsatz	€/MS	-489	0	-33	-3	231	-33	-427	-26

Die Gesamteinnahmen und Gesamtkosten sind in Abbildung 7 dargestellt. Vergleicht man alle drei analysierten Produktionsformen mit Ausnahme von TUR2, so sind die Gesamtkosten in der extensiven Produktion deutlich niedriger als in den semi-extensiven und semi-intensiven Betrieben. Dies hängt vor allem mit der Beschäftigung von Schäfern und den Investitionskosten zusammen, die durch die Notwendigkeit von Ställen oder zusätzlicher Ausrüstung entstanden.

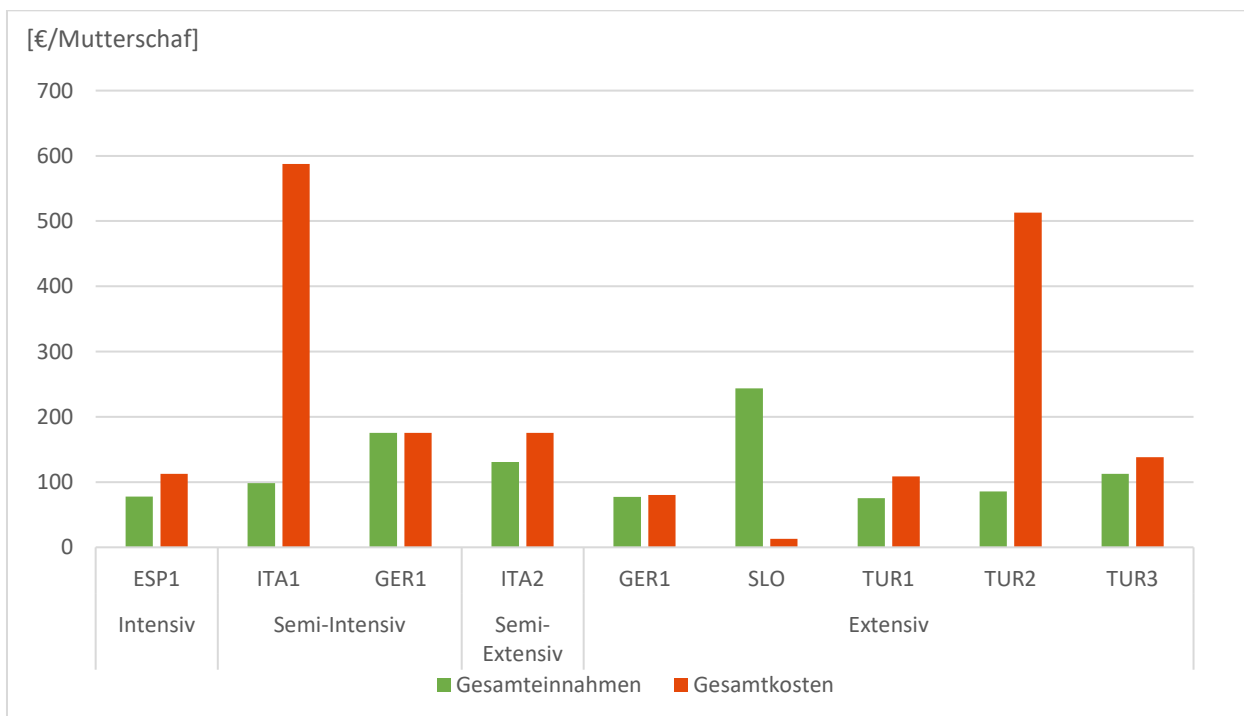


Abbildung 7 LCC-Analyse: Gesamteinnahmen und Gesamtkosten

II.1.3 Diskussion

In dieser Studie haben wir ein neues LCA-Bewertungsmodell für verschiedene Produktionssysteme für Lammfleisch entwickelt.

Die Literaturrecherche zeigt, dass die Produktionssysteme in der EU weltweit die höchsten Emissionen pro kg Fleisch aufweisen, da die Betriebe relativ extensiv bewirtschaftet werden (Clune et al. 2017). Die Hauptfaktoren für die große Bandbreite im GWP sind die Zuteilung von Sekundärprodukten und Gutschriften im GWP, die u.a. auf Landschaftspflege und Ökosystemdienstleistungen zurückzuführen sind. In dieser Studie wurden keine Sekundärprodukte berücksichtigt, und Gutschriften wurden nur für die Kohlenstoffbindung durch Pflanzenwachstum für die Produktion von Futtermitteln und den Energiegewinn durch die Verbrennung von Fleisch und Produktionsrückständen vergeben. Daher liegen die Ergebnisse des GWP aus dieser Studie in der oberen Hälfte des in der Metastudie von Clune et al. 2017 angegebenen Bereichs.

Frühere Studien zeigen dass extensive und gut geführte Tierhaltungssysteme dazu neigen, dank Anpassungen zwischen Besatzdichte und natürlichen Ressourcen ein Gleichgewicht zwischen Produktion und Erhaltung zu erreichen (Pollott und Wilson 2009). Günstige Auswirkungen, die sich aus der Weidepraxis ergeben (z.B. Biodiversität), sind von grundlegender Bedeutung für die Gesundheit der umliegenden Ökosysteme.

Darüber hinaus ist die extensive Beweidung auch eine wichtige Nährstoffquelle für den Boden, da die tierischen Ausscheidungen zur Verbesserung der Bodenstruktur beitragen, indem sie den Gehalt an organischer Substanz erhöhen und dadurch eine angemessene Pflanzendecke erhalten. Die Schafzucht ist eine der wichtigsten Viehzuchtaktivitäten in diesen Weidegebieten, da sie gut an das Klima und die Art des verfügbaren lokalen Futters (natürliches Weideland) angepasst ist.

Diese Aspekte werden mit den Wirkungskategorien EP und AP untersucht. In unserer Fallstudie deuten die signifikant niedrigeren Ergebnisse von EP und AP der eher extensiven Standorte auf den Wert der Weideviehwirtschaft hin.

Die Ergebnisse der Analyse der Landnutzungsänderung weisen auf ähnliche Trends hin. Hier zeigen die extensiven, semi-extensiven und semi-intensiven Betriebe geringe Auswirkungen, während die intensiven Betriebe höhere Auswirkungen hatten, insbesondere auf die Erosionsresistenz aufgrund der Bodenversiegelung.

Die durchgeführte LCC führt zu der Schlussfolgerung, dass die Geburtenrate der Mutterschafe ein relevanter Faktor für die Produktivität eines Betriebs und den daraus erzielbaren Einnahmen ist. Die Ergebnisse zeigen auch, dass zusätzliche Einkommensquellen für die Schafzüchter existenziell wichtig sind. Wie oben dargestellt, werden die anfallenden Kosten kaum durch den Verkauf der Lämmer gedeckt. Finanzielle Belastungen werden durch Arbeits- und Investitionskosten sowie durch den Zukauf von Futtermitteln stark beeinflusst. Die hier

durchgeführte Kostenanalyse konzentriert sich auf die reinen Einnahmen aus dem Verkauf von Lammfleisch und zeigt somit den Subventionsbedarf von Lammzüchtern auf.

Für weitere Studien interessant ist der Kostenaspekt, der aus der Lebenserwartung von Mutterschafen und Böcken entsteht. Sie variiert zwischen den verschiedenen Produktionsarten. Ein Mutterschaf, das unter intensiven Bedingungen gehalten wird, lebt nur 4-6 Jahre, denn in diesem Alter erreichen Mutterschafe ihren produktiven Höhepunkt (ABEGAZ et al. 2002). Mutterschafe unter semi-intensiven oder semi-extensiven Bedingungen haben eine etwas höhere Lebenserwartung von 7 Jahren (Frohnmayr 2015). Mutterschafe in extensiven Betrieben leben dagegen mit 10-12 Jahren doppelt so lange wie in intensiven Produktionsstätten (Aaron und Ely 2014). Ähnliche Regeln scheinen für die Lebenserwartung der Schafböcke zu gelten. In extensiven und halbextensiven Betrieben erreichen sie eine Lebenserwartung von 4-6 Jahren (Yalçın 1986). Da der Einsatz von Zuchtböcken im Alter von 2,5-7 Jahren empfohlen wird, kann bei intensiven bzw. semi-intensiven Bedingungen von einer geringeren Lebensdauer ausgegangen werden. Dies führt zu dem Schluss, dass die Investitionskosten für die Herde unter extensiven Produktionsbedingungen langfristig niedriger sind. Gleichzeitig deuten die LCC-Ergebnisse über ein Jahr nicht auf einen signifikanten Gewinnrückgang aufgrund der altersbedingt geringeren Fruchtbarkeitsrate der Mutterschafe hin. Die semi-intensiven Betriebe weisen eine Geburtenrate von etwa einem Lamm pro Mutterschaf und Jahr auf. Die halbextensiven Betriebe weisen sogar eine Rate von unter einem Lamm pro Mutterschaf und Jahr auf. Von den extensiven Produktionsbetrieben weist nur TUR1 eine Geburtenrate von unter einem Lamm auf. Die höchste Geburtenrate haben die slowenischen Mutterschafe mit 1,87 Lämmern pro Mutterschaf und Jahr.

Generell kann festgestellt werden, dass LCA, LCC und LANCA® nur einige Aspekte einer ganzheitlichen Analyse der nachhaltigen Lammfleischproduktion abbilden. Die Projektergebnisse zeigen, dass die heute viel diskutierte CO₂-Analyse allein nicht geeignet ist, die Nachhaltigkeit der Tierhaltung zu beurteilen. Um die Vollständigkeit zu verbessern, wird eine Integration von Faktoren wie Auswirkungen auf die Biodiversität, Tierschutz innerhalb des Produktionssystems und eine Analyse des daraus resultierenden Produktes empfohlen. Um die Bewertung insgesamt zu verbessern, wird die Betrachtung von mehr Betrieben pro Region, die Sammlung primärer Boden- und meteorologischen Daten sowie die Erfassung von Primärdaten für Atmung, Wiederkäuen und Ernährung für jeden Betrieb empfohlen.

II.2 Angemessenheit von Aufwand und Zeit

Für das Projekt wurde ein Zeitrahmen von drei Jahren festgelegt. Im ersten Jahr wurden das Ziel und der Untersuchungsrahmen des Vorhabens festgelegt. Dazu erfolgte eine Literaturrecherche sowie ein Austausch mit Schafberatern und Schäfern. In Absprache mit den Projektpartnern wurde der Umfang der Felduntersuchungen festgelegt. Für die Fallstudien in

den Partnerländern wurde ein Fragebogen zur Erhebung der Primärdaten erstellt und an die Projektpartner weitergeleitet. Anschließend wurden im Sommer 2018 und im Sommer 2019 Primärdaten bei den Betrieben erhoben, biologische Felduntersuchungen durchgeführt sowie Haar- und Fleischproben genommen. Aufgrund von Kommunikationsschwierigkeiten und den Kontaktbeschränkungen wegen der CoVid19 Pandemie konnten im Jahr 2019 und 2020 keine Fleisch- und Haarproben beim Betrieb in Gemünden (GER1) genommen und an die internationalen Projektpartner weitergeleitet werden. Die Felduntersuchungen sowie die LCA-Datenerhebungen konnten auch hier ohne Einschränkungen durchgeführt werden.

Mit Hilfe der Ergebnisse der ersten Datenerhebung wurde mit der Software GaBi ein erstes Ökobilanzmodell erstellt, um die relevanten Einflussfaktoren zu ermitteln und den weiteren Datenbedarf abzuleiten. Aus den gewonnenen Erkenntnissen der zweiten Datenerhebung wurde das Ökobilanzmodell optimiert und auf alle Fallstudien des Projekts angewendet. Mithilfe der Abfrage wichtiger Kenndaten in Form von Fragebögen, die an die Projektpartner versandt wurden, konnten die LCC und LANCA® Analysen erstellt werden.

Die Projektergebnisse wurden bzw. werden als wissenschaftliche Publikation im Journal *Frontiers in Veterinary Sciences* sowie in einer Sonderausgabe des Journals *Small Ruminant Research* (in Arbeit, Veröffentlichung geplant für 2021) veröffentlicht.

Um einen koordinierten Ablauf des Gesamtvorhabens zu gewährleisten, wurden jährliche Projekttreffen, nach Möglichkeit mit allen Mitgliedern des Konsortiums, abgehalten:

- Kick-Off Treffen in Bragança, Portugal im Oktober 2017
- Projekttreffen in Stuttgart, Deutschland im November 2018
- Projekttreffen in Valladolid, Spanien im Oktober 2019
- Abschlusstreffen im Valle Stura, Italien bzw. online im Juli 2020

II.3 Arbeiten, die zu keiner Lösung geführt haben.

Aufgrund von Kommunikationsschwierigkeiten und den Kontaktbeschränkungen wegen der CoVid19 Pandemie konnten im Jahr 2019 und 2020 keine Fleisch- und Haarproben beim Betrieb in Gemünden (GER1) genommen und an die internationalen Projektpartner weitergeleitet werden. Die Felduntersuchungen sowie die LCA-Datenerhebungen konnten auch hier ohne Einschränkungen durchgeführt werden. Der Projektträger sowie der Koordinator wurden über den Ausfall dieser Datenerhebung rechtzeitig informiert.

II.4 Wissenschaftliche Anschlussfähigkeit für eine mögliche nächste Phase.

Das entwickelte Modell zur umweltlichen Analyse der Lammfleischproduktion ist mit Abschluss des Projekts allgemein auf Schafzuchten anwendbar. Eine Ausweitung der untersuchten

Betriebe könnte somit eine interessante Fortsetzung des Projekts darstellen, welche die gewonnenen Erkenntnisse weiter untermauern und bestätigen könnte. Des Weiteren besteht die Möglichkeit durch die Ausweitung der Datensammlung das Modell zu erweitern und zu optimieren. Beispielsweise, um Emissionsdaten des Widerkäuen der verschiedenen Schafrassen zu ermitteln. Weiterer Forschungsbedarf richtet sich an die Kohlenstoffeinbindungsmengen durch Wiesengras und andere Futterquelle oder geologische Primärdaten, welche für die Präzisierung der Landnutzungsanalyse erhoben werden.

Eine weitere Anschlussmöglichkeit ist die Ausweitung des Modells auf andere Nutztierarten wie beispielsweise Rinder oder Schweine. Durch eine umfassende Modellierung verschiedener Fleischproduktionssystemen und die erleichterte, beschleunigte Evaluierung von Betrieben ergibt sich die Möglichkeit der Integration von Ökobilanzergebnissen in Umweltzertifikate für Tierhaltung, Siegel für ökologische Landwirtschaft o.ä.

III. In der Zwischenzeit bekannt (FE-)Ergebnisse von dritter Seite

Neue, relevante FE-Ergebnisse von dritter Seite sind nicht bekannt.

IV. Kausalität des Einsatzes der Bundesmittel für die Erreichung des geplanten Vorhabenziels

Der Einsatz der Bundesmittel war elementar zur Erreichung des Vorhabenziels. Da die Abteilung Ganzheitliche Bilanzierung komplett drittmittelfinanziert ist, sind Beschäftigungskosten abhängig von Projektgeldern. Durch die Förderung konnten insgesamt 53 Personenmonate finanziert werden, vgl. Verwendungsnachweis und Belegliste.

Die iterative Erstellung des Lebenszyklusmodells inklusive vorangehender Recherche und Primärdatenerhebung sowie anschließender Auswertung von LCA, LCC und LANCA® erforderte einen gewissen Aufwand an Personenmonaten, welche durch die Bundesmittel finanziert wurden. Dabei wurde auf entsprechende Vorarbeiten (z.B. LANCA) zurückgegriffen um eine effiziente Nutzung der Fördermittel sicherzustellen. Des Weiteren konnten durch die zur Verfügung gestellten Mittel die Probenahme an Fleisch und Weide durchgeführt werden, um den internationalen Projektpartnern Primärdaten für Untersuchungen zu den Themen Tierwohl, Biodiversität und Fleischqualität zur Verfügung zu stellen. Zuletzt wurden Schafberater und Schäfer unterbeauftragt, um ein ganzheitliches Bild von Lammfleischproduktion und somit ein verlässliches Ergebnis zu erzielen und Zugriff auf Primärdaten von praktizierenden Schäfereien zu erhalten.

Die gewonnenen Erkenntnisse fließen außerdem in die Lehre an der Universität Stuttgart ein und tragen so zum Lehrauftrag und dem Wissenstransfer bei.

V. Auflistung der erfolgten und geplanten Veröffentlichungen der Projektergebnisse

- Wissenschaftliche Publikation im Journal Frontiers in Veterinary Sciences:
Geß A, Viola I, Miretti S, Macchi E, Perona G, Battaglini L and Baratta M (2020) A New Approach to LCA Evaluation of Lamb Meat Production in Two Different Breeding Systems in Northern Italy. Front. Vet. Sci. 7:651. doi: 10.3389/fvets.2020.00651
- Wissenschaftliche Publikation in einer Sonderausgabe des Journals Small Ruminant Research (in Arbeit, Veröffentlichung geplant für 2021):
Geß A, Tolsdorf A und Ko N: „A Life Cycle perspective of Lamb Meat production systems from Turkey and the EU“

VI. Tabellarische Aufführung durchgeführter Maßnahmen des Wissenstransfers bzw. Bildung/Weiterbildung

Maßnahme	Veranstaltung	Durchgeführt am
Im Einzelvorhaben:		
Wissenschaftliches Poster inkl. Vortrag	Bioland Schaf und Ziegentagung Gerolfingen 2018	5. Dezember 2018
Projektvortrag	Bioland Schaf und Ziegentagung Bautzen 2019	18. November 2019
Projektvortrag	LCA Food 2020	15. Oktober 2020
Wissenschaftliches Poster inkl. Vortrag	3rd International Bioeconomy Congress Baden-Württemberg	21. September 2020
Im EU Gesamtvorhaben:		
Projektvortrag	Projektabschlussstreifen in Italien/online mit Vertretern aus Forschung und Industrie aus dem Bereich Schafszucht	22. Juli 2020

VII. Literaturverzeichnis

- ABEGAZ, S.; DUGUMA, G.; NEGUSSIE, E.; GELMESA, U.; TEREFE, F.; REGE, J. E. O. (2002): Factors affecting reproductive performance and estimates of genetic parameters of litter size in Horro sheep. In: *The Journal of agricultural science* 139 (1), S. 79–85. DOI: 10.1017/S0021859602002265.
- Beck, Tabea (2010): LANCA. Land use indicator value calculation in life cycle assessment. Stuttgart: Fraunhofer-Verl. Online verfügbar unter <http://publica.fraunhofer.de/dokumente/N-143541.html>.
- Bollen, Walter B. (1953): Mulches and Soil Conditioners, Carbon and Nitrogen in Farm and Forest Products. In: *J. Agric. Food Chem.* 1 (5), S. 379–381. DOI: 10.1021/jf60005a004.
- Bos, Ulrike; Horn, Rafael; Beck, Tabea; Lindner, Jan Paul; Fischer, Matthias (2016): LANCA - Characterization Factors for Life Cycle Impact Assessment. Version 2.0. Stuttgart: Fraunhofer Verlag. Online verfügbar unter <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0011-n-3793106>.
- Climate Data (2020): Klimadaten für Städte weltweit. Hg. v. AM Online Projects. Online verfügbar unter <https://de.climate-data.org/>, zuletzt geprüft am 07.12.2020.
- Clune, Stephen; Crossin, Enda; Vergheese, Karli (2017): Systematic review of greenhouse gas emissions for different fresh food categories. In: *Journal of Cleaner Production* 140, S. 766–783. DOI: 10.1016/j.jclepro.2016.04.082.
- Deutsches Institut für Normung (2009): DIN EN ISO 14040:2009-11, Umweltmanagement_Ökobilanz_ - Grundsätze und Rahmenbedingungen (ISO_14040:2006); Deutsche und Englische Fassung EN_ISO_14040:2006. DOI: 10.31030/1555059.
- Deutsches Institut für Normung (2018): DIN EN ISO 14044:2018-05, Umweltmanagement_Ökobilanz_ - Anforderungen und Anleitungen (ISO_14044:2006_+ Amd_1:2017); Deutsche Fassung EN_ISO_14044:2006_+ A1:2018. DOI: 10.31030/2761237.
- E. Oberto, A. Canzano, G. Falcone, E. Bonifacio (2007): Charatteristiche del suolo.
- ECN.TNO Biomass & Energy Efficiency (2020): Phyllis2 - Database for the physico-chemical composition of (treated) lignocellulosic biomass, micro- and macroalgae, various feedstocks for biogas production and biochar. Hg. v. ECN.TNO Biomass & Energy Efficiency. Online verfügbar unter <https://phyllis.nl/>, zuletzt geprüft am 07.12.2020.
- European Commission (2018): Product Environmental Footprint Category Rules Guidance. Online verfügbar unter https://epfca.jrc.ec.europa.eu/permalink/PEFCR_guidance_v6.3-2.pdf., zuletzt geprüft am 07.12.2020.

Frohmayer, Sieglinde Christa (2015): Betriebsanalyse zu Produktionskennzahlen und Lämmerverlusten in baden-württembergischen Schäfereien. Ludwig-Maximilians-Universität München.

Gerhard Bellof (2008): Fütterung, Grundfutterqualität. 5. Fachtagung für Schafhaltung gemäß Lehrer- und Beraterfortbildungsplan, 6. Dezember 2008. Irnding: Lehr- und Forschungszentrum für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein (Bericht / HBLFA Raumberg-Gumpenstein).

Gerold Rahmann (2013): Ökologische Schaf- und Ziegenhaltung.

Guinee, Jeroen B. (2002): Handbook on life cycle assessment operational guide to the ISO standards. In: *Int J Life Cycle Assess* 7 (5). DOI: 10.1007/BF02978897.

HLNUG (2020): Fachinformationssystem Boden (FISBO). Bodenarten des Feinbodens in Form eines hierarchischen Schlüssels. Unter Mitarbeit von Mathias Schmanke. Hg. v. Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG). Online verfügbar unter https://www.hlnug.de/static/medien/boden/fisbo/bodenviewer/hilfe/30427_FEINBOD.html, zuletzt geprüft am 07.12.2020.

Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León (2020): Visor de datos - Portal de Suelos - ITACyL Portal Web. Hg. v. Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León. Online verfügbar unter http://suelos.itacyl.es/visor_datos, zuletzt geprüft am 07.12.2020.

Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen (2005): Futterwerttabellen für Schafe. Online verfügbar unter <https://www.landwirtschaftskammer.de/>, zuletzt aktualisiert am 2005, zuletzt geprüft am 2019.

Le Point Vétérinaire (2012): Mouton. Fiches pense-bête poules étudiants. Hg. v. Le Point Vétérinaire. Online verfügbar unter https://www.lepointveterinaire.fr/upload/media/fiches_pense_bete/Mouton.pdf, zuletzt geprüft am 07.12.2020.

Norris, Gregory A. (2001): Integrating life cycle cost analysis and LCA. In: *Int J Life Cycle Assess* 6 (2), S. 118–120. DOI: 10.1007/BF02977849.

Pollott, G.; Wilson, R. T. (2009): Sheep and goats for diverse products and profits. In: *FAO Diversification Booklet* (9), 42 ff.

Ramos, Tiago B.; Horta, Ana; Gonçalves, Maria C.; Pires, Fernando P.; Duffy, Deanna; Martins, José C. (2017): The INFOSOLO database as a first step towards the development of a soil information system in Portugal.

Yalçın, B. C. (1986): Sheep and goats in Turkey. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO animal production and health paper, 60), zuletzt geprüft am 07.12.2020.