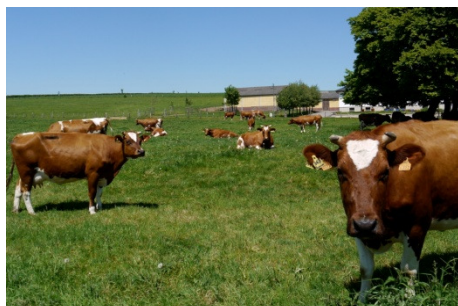


Vergleichende ökonomisch-ökologische Analyse von biologisch und konventionell wirtschaftenden Betrieben in Luxemburg („öko-öko“)



Christian Schader (FiBL), Adrian Müller (FiBL), Steffi Zimmer (IBLA), Raymond Aendekerk (IBLA), Rocco Lioy (CONVIS), Romain Reding (CONVIS), Gerard Conter (SER), Simone Adam (SER), Richard Dahlem (n&ë) und Georges Moes (n&ë)

Ein Projekt von **IBLA** und **FiBL /Schweiz**, in enger Zusammenarbeit mit natur & ëmwelt, Service d'Economie Rurale und CONVIS

Im Rahmen des „Aktionsplanes biologische Landwirtschaft Luxemburg“ mit finanzieller Unterstützung durch das Ministère de l'Agriculture, de la Viticulture et du Développement Rural – Administration des Services Techniques de l'Agriculture, ASTA



Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	7
2	Literaturübersicht.....	8
2.1	Struktur des luxemburgischen Landwirtschaftssektors	8
2.2	Agrarumweltpolitische Ziele.....	9
2.3	Agrarumweltpolitische Instrumente.....	11
2.4	Ökologische Wirkungen der luxemburgischen Landwirtschaft	15
2.4.1	Gewässer- und Luftverschmutzung	15
2.4.2	Futterautarkie	16
2.4.3	Verbrauch nicht erneuerbarer Energieträger	17
2.4.4	Klimagase und Kohlenstoffsequestrierung	17
2.4.5	Biodiversität	18
2.5	Soziale und ökonomische Situation der luxemburgischen Biobetriebe	19
2.6	Agrarpolitische Bedeutung des biologischen Landbaus in Luxemburg	20
2.7	Schlussfolgerungen aus der Literaturübersicht.....	21
3	Methodik	22
3.1	Betriebsauswahl.....	22
3.2	Betriebliche Kennzahlen.....	23
3.2.1	Buchhaltungsdaten	23
3.2.2	Ökologische Indikatoren.....	23
3.2.3	Erhebungen zur Biodiversität	25
3.3	Methodisches Vorgehen bei der Datenanalyse	27
3.3.1	Erhebung und Analyse der ökologischen Indikatoren inklusive Biodiversität ...	27
3.3.2	Analyse der ökonomischen Indikatoren.....	31
3.3.3	Ableitung der Kosteneffektivität der Zahlungen an biologisch wirtschaftende Betriebe.....	32
3.4	Statistische Auswertungen	34
3.5	Betriebsstruktur	34
4	Analyse der ökologischen Indikatoren	37
4.1	Nährstoffbilanzen	37
4.1.1	Stickstoff	37
4.1.2	Phosphor.....	40
4.1.3	Kalium	42
4.2	Fossile Energie	44
4.3	Treibhausgasemissionen.....	46
4.3.1	Gesamtemissionen, Senken und THG-Bilanz.....	47
4.3.2	Emissionen aus Betriebsmitteln, Tier- und Pflanzenproduktion	50

4.4	Biodiversität.....	52
4.4.1	Auswertung der Vegetationsaufnahmen der Äcker.....	52
4.4.2	Auswertung der Vegetationsaufnahmen des Grünlandes.....	54
4.4.3	Auswertung weiterer Biodiversitätsparameter.....	56
4.5	Futterautarkie.....	58
5	Analyse der ökonomischen Indikatoren.....	61
5.1	Monetäre Erträge aus Produktverkäufen.....	61
5.2	Betriebliche Erträge aus öffentlichen Zahlungen.....	64
5.3	Betriebseinkommen.....	67
6	Kosteneffektivität der Zahlungen an biologisch wirtschaftende Betriebe.....	72
6.1	Zusammenhang zwischen Gesamtzahlungen und Umweltleistungen der Betriebe.....	72
6.2	Zusammenhang zwischen betriebsbezogenen Zahlungen und Umweltleistungen der Betriebe.....	75
6.3	Zusammenhang zwischen Prämien für umweltgerechte Agrarerzeugung und Umweltleistungen der Betriebe.....	78
7	Diskussion.....	81
7.1	Betriebsauswahl und Datengrundlage.....	81
7.2	Ökologische Effektivität.....	81
7.3	Ökonomische Effizienz.....	83
8	Schlussfolgerungen.....	86
8.1	Wissenschaftliche Schlussfolgerungen.....	86
8.2	Agrarpolitische Schlussfolgerungen.....	87
	Danksagung.....	89
	Literatur.....	90
	Anhang.....	94

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Anteile der verschiedenen Betriebstypen der Landwirtschaft in Luxemburg.....	8
Abbildung 2: Entwicklung der biologischen Landwirtschaft in Luxemburg seit 1998	9
Abbildung 3: Abbildung der relevanten Umweltwirkungen der Landwirtschaft über betriebliche Indikatoren	28
Abbildung 4: Bestandteile der THG-Emissionen und Senken	29
Abbildung 5: Aufnahme­flächen je 2m x 50m; am Rand beginnend mit der ersten Saatreihe	30
Abbildung 6: Auswahl und Zusammensetzung der Variablen zur Abbildung der öffentlichen Ausgaben.....	32
Abbildung 7: Errechnung der Kosteneffektivität	33
Abbildung 8: Verteilung der Flächen und Viehbesatzdichte bei biologischen und konventionellen Betrieben	36
Abbildung 9: Verteilung der N-Inputs, Outputs und Saldi bei biologischen und konventionellen Betrieben	39
Abbildung 10: Verteilung der P-Inputs, Outputs und Saldi bei biologischen und konventionellen Betrieben	42
Abbildung 11: Verteilung der K-Inputs, Outputs und Saldi bei biologischen und konventionellen Betrieben	44
Abbildung 12: Verteilung der Inputs, Outputs und Saldi von fossiler Energie bei biologischen und konventionellen Betrieben	46
Abbildung 13: Verteilung der THG-Gesamtemissionen, Senken und das Saldo bei biologischen und konventionellen Betrieben.....	49
Abbildung 14: Anteile der THG-Emissionen aus Betriebsmitteln, Tierproduktion und Pflanzenproduktion an den Gesamtemissionen bei biologischen und konventionellen Betrieben (Medianwerte)	50
Abbildung 15: THG-Emissionen aus Betriebsmitteln, Tierproduktion und Pflanzenproduktion bei biologischen und konventionellen Betrieben	51
Abbildung 16: Artenzahlen im Ackerland auf biologischen und konventionellen Betrieben (getrennt nach Milch- und Mutterkuhhaltung)	53
Abbildung 17: Artenzahlen im Grünland auf biologischen und konventionellen Betrieben (getrennt nach Milch- und Mutterkuhhaltung)	55
Abbildung 18: Futterautarkie in Trockensubstanz, Energie und Protein bei biologischen und konventionellen Betrieben	60
Abbildung 19: Monetäre Erträge aus Pflanzen- und Tierproduktion, Milch und Fleisch sowie Milchleistung bei biologischen und konventionellen Betrieben.....	63
Abbildung 21: Verteilung der Gesamt- und betriebsbezogenen Zahlungen bei biologischen und konventionellen Betrieben	65
Abbildung 20: Einkommen aus Investitionsbeihilfen bei biologischen und konventionellen Betrieben.....	65
Abbildung 22: Verteilung der Prämien für umweltgerechte Agrarerzeugung (oben links), Zahlungen für biologischen Landbau (oben rechts) und die Differenz (unten) bei biologischen und konventionellen Betrieben	66
Abbildung 23: Verteilung des Ertrages, der Aufwendungen und des Betriebsergebnisses bei biologischen und konventionellen Betrieben.....	69
Abbildung 24: Ertrag und Aufwand für die Pflanzen- und Tierproduktion bei biologischen und konventionellen Betrieben	70
Abbildung 25: Gesamt- und Familienarbeitskräfte bei biologischen und konventionellen Betrieben.....	71

Abbildung 26: Zusammenhang zwischen Gesamtzahlungen und Umweltleistungen der Betriebe (Legende: Kreis: bio; Kreuz: konv.; grau: MV; schwarz: MK)	73
Abbildung 27: Scatterplots von betriebsbezogenen Zahlungen und N- und P-Saldi, Energie-Inputs, THG-Emissionen und Biodiversitätsleistungen bei biologischen und konventionellen Betrieben (Legende: Kreis: bio; Kreuz: konv.; grau: MV; schwarz: MK)	77
Abbildung 28: Scatterplots von Prämien für umweltgerechte Agrarerzeugung und N- und P-Saldi, Energie-Inputs, THG-Emissionen, Acker- und Grünland-Biodiversität bei biologischen und konventionellen Betrieben (Legende: Kreis: bio; Kreuz: konv.; grau: MV; schwarz: MK)	79

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht über Ziele der Agrarumweltpolitik.....	10
Tabelle 2: Kombinierbarkeit der Beihilfen untereinander auf einer Parzelle	13
Tabelle 3: Übersicht über die ausgewählten ökologischen Indikatoren.....	24
Tabelle 4: Übersicht zur mittleren Betriebsstruktur der untersuchten biologischen und konventionellen Betriebe.	35
Tabelle 5: Übersicht über die durchschnittliche Stickstoffbilanz auf biologischen und konventionellen Betrieben	38
Tabelle 6: Übersicht über die durchschnittliche Phosphorbilanz auf biologischen und konventionellen Betrieben	40
Tabelle 7: Übersicht über die durchschnittliche Kaliumbilanz auf biologischen und konventionellen Betrieben	43
Tabelle 8: Übersicht über die durchschnittliche Energiebilanz bzgl. fossiler Energieträger (FE) auf biologischen und konventionellen Betrieben.....	45
Tabelle 9: Übersicht über die durchschnittliche Treibhausgasbilanz auf biologischen und konventionellen Betrieben (die Mittelwerte bei der Senkenleistung sind wegen Ausreißern wenig aussagekräftig – s. Diskussion im Text)	47
Tabelle 10: Übersicht über die Futterautarkie auf biologischen und konventionellen Betrieben	58
Tabelle 11: Übersicht über die monetären Erträge aus der Produktion auf biologischen und konventionellen Betrieben	62
Tabelle 12: Übersicht über die durchschnittlichen Gesamtzahlungen, betriebsbezogenen Zahlungen, Prämien für umweltgerechte Agrarerzeugung, Beihilfe ökologischer Landbau auf biologischen und konventionellen Betrieben.....	64
Tabelle 13: Übersicht über die Mediane von Ertrag, Aufwand und Betriebsergebnis auf biologischen und konventionellen Betrieben (wegen der Verwendung der Medianwerte über die jeweils 6 Betriebe ergeben sich Residuen, z.B. beim Vergleich der Differenz Ertrag-Aufwand mit dem Betriebsergebnis)	67
Tabelle 14: Ableitung der relativen Umwelteffekte (RUE_{Bio}) der biologischen Milchvieh- und Mutterkuhbetriebe bzgl. verschiedener Umweltkennzahlen	75
Tabelle 15: Ableitung der Vermeidungskosten (VK_{Bio}) bezogen auf Gesamtzahlungen	75
Tabelle 16: Öffentliche Ausgaben für Biobetriebe ($ZÖA_{Bio}$) und die rechnerischen Vermeidungskosten (VK_{Bio}) bezogen auf die Prämien für umweltgerechte Agrarerzeugung .	80
Tabelle 17: Übersicht über Zahlungshöhen für verschiedene Agrarumweltmaßnahmen in Luxemburg	94
Tabelle 18: Übersicht über Extremwerte (Ausreisser) in den Auswertungen pro Betrieb und untersuchter Variable	95

1 Einleitung

International gibt es zahlreiche vergleichende Untersuchungen von ökonomischen oder ökologischen Leistungen von biologisch und konventionell wirtschaftenden Betrieben (Baumgartner *et al.*, 2010; Offermann and Nieberg, 2000; Olesen *et al.*, 2006). Dabei werden meist aber entweder ökonomische oder ökologische Wirkungen untersucht. Studien, die beide Aspekte zu einer übergreifenden Sichtweise vereinen, sind rar (Schader, 2009). Dabei sind gerade solche integrierte Studien aus agrarpolitischer Sicht höchst relevant. Denn bei der Gestaltung der Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP) auf Mitgliedsstaatenebene spielt die Frage der Ausrichtung der Maßnahmen eine zentrale Rolle.

Die Pläne zur ländlichen Entwicklung und die darin beinhalteten Agrarumweltprogramme bilden die 2. Säule der GAP, die während der letzten Jahre im Vergleich zur ersten Säule finanziell an Bedeutung gewann. Eine dieser Maßnahmen ist die Flächen- und Umstellungsförderung des biologischen Landbaus, welche in allen Mitgliedsstaaten implementiert wird. Während die Effektivität der Maßnahme in der Erbringung von Umweltleistungen wenig umstritten ist, streiten sich Ökonomen, ob der biologische Landbau diese Umweltleistungen auch kostengünstig erbringen kann (Dabbert, 2002). Kürzlich zeigte Schader (2009), dass hier keine grundsätzlichen Vorbehalte vorgebracht werden müssen, die Effizienz aber regions- und länderspezifisch evaluiert werden sollte. In der Politikevaluation spricht man hier von sogenannten „targeting and tailoring“ (OECD, 2007) der Maßnahmen.

Auch in Luxemburg, einem Land in dem die Entwicklung des biologischen Landbaus bisher vergleichsweise schleppend voranging, ist diese Frage von agrarpolitischer Relevanz. Gerade im Zusammenhang des 2009 ins Leben gerufenen „Aktionsplan für biologische Landwirtschaft Luxemburg“ stellt sich die Frage, zu welchen Kosten die biologisch wirtschaftenden Betriebe Umweltleistungen erfüllen und ob diese Zahlungen angemessen sind. Eine derartige Evaluationsstudie ist bisher in Luxemburg nicht durchgeführt worden.

Die vorliegende Studie versucht diese Wissenslücke zu schließen. Dabei wird das Ziel verfolgt, die ökologischen Leistungen und monetären Kosten der biologisch wirtschaftenden Betriebe in Luxemburg vergleichbaren konventionellen Betrieben gegenüberzustellen. Daraus sollen Aussagen über die ökologische Effektivität und die ökonomische Effizienz der biologischen Wirtschaftsweise in Luxemburg abgeleitet werden.

In dem Projekt „öko-öko“ werden ökologische Wirkungen von Biobetrieben und konventionellen Betrieben in Luxemburg verglichen. Zusätzlich wird die betriebswirtschaftliche Situation und die Förderung der verschiedenen Betriebe beleuchtet. Daraufhin werden die ökonomischen und ökologischen Größen miteinander in Beziehung gesetzt, um Erkenntnisse für eine Optimierung der Effektivität und Effizienz der Förderung der Biobetriebe in Luxemburg zu gewinnen.

Dazu wird zunächst eine Übersicht über die vorhandene Literatur gegeben (Kapitel 2). In Kapitel 3 wird der methodische Zugang erläutert, der für diese Studie gewählt wurde und die Datengrundlage wird kurz beschrieben. Dies beinhaltet auch eine kurze Analyse der Betriebsstruktur der Stichprobe der analysierten Betriebe. Danach werden die ökologischen (Kapitel 4) und ökonomischen (Kapitel 5) Parameter analysiert und diskutiert. Kapitel 6 analysiert die Kosteneffizienz der Zahlungen an biologisch wirtschaftende Betriebe. In Kapitel 7 werden Schlussfolgerungen aus den Ergebnissen der Studie für die Wissenschaft und Agrarpolitik abgeleitet.

2 Literaturübersicht

Als Grundlage für die Analyse wird der derzeitige Wissensstand in Form einer Literaturlanalyse aufgearbeitet. Dabei werden nur Studien berücksichtigt, die sich auf die luxemburgische Landwirtschaft beziehen. Neben rein wissenschaftlichen Publikationen wird auch graue Literatur berücksichtigt, sofern diese einen empirischen Kern besitzt.

Diese umfassende Literaturlsuche förderte nur wenige Studien zutage, die sich mit der biologischen Landwirtschaft in Luxemburg aus ökologischer oder ökonomischer Sicht auseinandersetzen. Einige davon betrachten die Situation der Biobetriebe oder nehmen Vergleiche zwischen konventionell und biologisch wirtschaftenden Betrieben vor. Wissenschaftliche Studien liegen eher zu sehr spezialisierten Fragestellungen vor, während die graue Literatur eher eine thematisch breitere Übersicht zu gewissen Bereichen vermittelt.

Wir beginnen mit einem Überblick über die agrarumweltpolitischen Ziele in Luxemburg (Abschnitt 2.2). Danach werden die zurzeit in Luxemburg vorhandenen agrarumweltpolitischen Instrumente kurz vorgestellt (Abschnitt 2.3). Abschnitt 2.1 präsentiert dann Kennzahlen über die Struktur des luxemburgischen Landwirtschaftssektors. In Abschnitt 2.4 wird die Literatur, die sich mit den ökologischen und sozialen Wirkungen der luxemburgischen Landwirtschaft auseinandersetzt, diskutiert. Die Abschnitte 2.5 und 2.6 befassen sich mit der Literatur zur Bedeutung der biologischen Landwirtschaft in Luxemburg und zur ökonomischen Situation der biologischen Landwirtschaft in Luxemburg. Abschnitt 2.7 zieht einige Schlussfolgerungen aus der Literaturübersicht.

2.1 Struktur des luxemburgischen Landwirtschaftssektors

In Luxemburg beträgt die Flächennutzung von Land- und Forstwirtschaft 86% (LTA, 2010). Der Landwirtschaftssektor in Luxemburg umfasst 2201 Betriebe, welche 131 106 ha bewirtschaften. 51,6% der Landwirtschaftliche Nutzfläche (LNF) wird als Grünland, 47,1% als Ackerland und die restlichen 1,3% zum Anbau von Wein und andern Kulturen genutzt. Von den konventionellen Betrieben sind 59,7% spezialisierte Mutterkuh- und Milchviehbetriebe, 17,7% sind Weinbaubetriebe, 12,9% Gemischtbetriebe, 7,8% Ackerbaubetriebe, 1,3% spezialisierte Schweine- und Geflügelbetriebe und 0,5% Obst- und Gemüsebaubetriebe (Jahr 2009, MA 2011, vgl. auch Abbildung 1). Die durchschnittliche Betriebsfläche eines luxemburgischen Betriebes betrug im Jahr 2009 64 ha bei einem durchschnittlichen Viehbestand von 1,14 GVE/ha und 84% der Arbeitskräfte sind Familien-Arbeitskräfte (LTA, 2010).

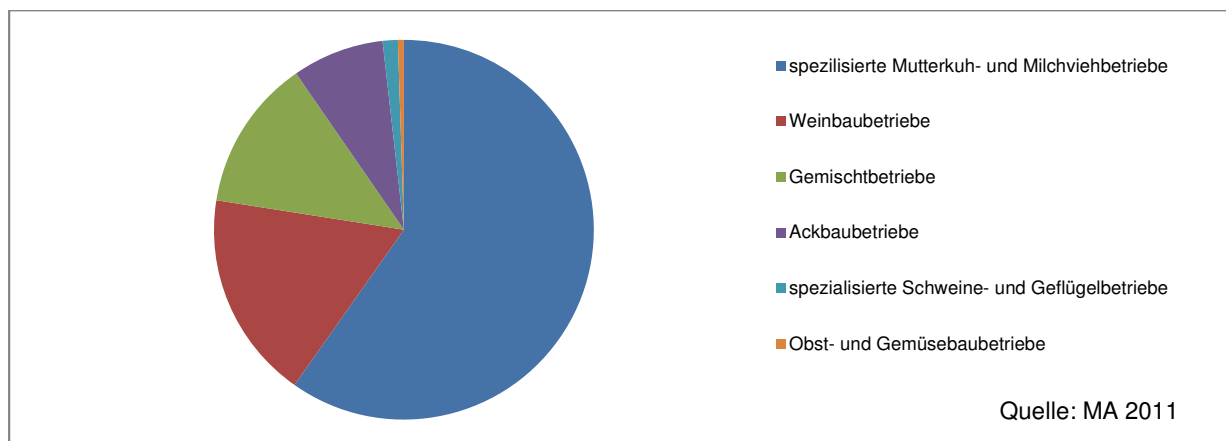


Abbildung 1: Anteile der verschiedenen Betriebstypen der Landwirtschaft in Luxemburg

4,36 % der luxemburgischen Betriebe wirtschaften nach den Richtlinien des biologischen Landbaus, was 96 Betrieben entspricht. 3 731 ha werden von den Biobetrieben bewirtschaftet, was 2,9 % der LFN entspricht. Die Biobetriebe unterteilen sich in 54 allgemeine landwirtschaftliche Betriebe, 15 Gemüseproduzenten (Feingemüse und Feldgemüse), 12 Imker (Freizeitimker), 9 Winzer und 6 Obstproduzenten (Stand 2010, MA 2011).

2.5% der luxemburgischen Betriebe stellen ihre Tätigkeit jedes Jahr ein, während die Anzahl der Biobetriebe weiter zunimmt (LTA, 2010; MA 2011, vgl. Abbildung 2). 1988 zählte die Biolandwirtschaft 6 Betriebe, während sie 2010 96 Betriebe zählt (ASTA, 2011).

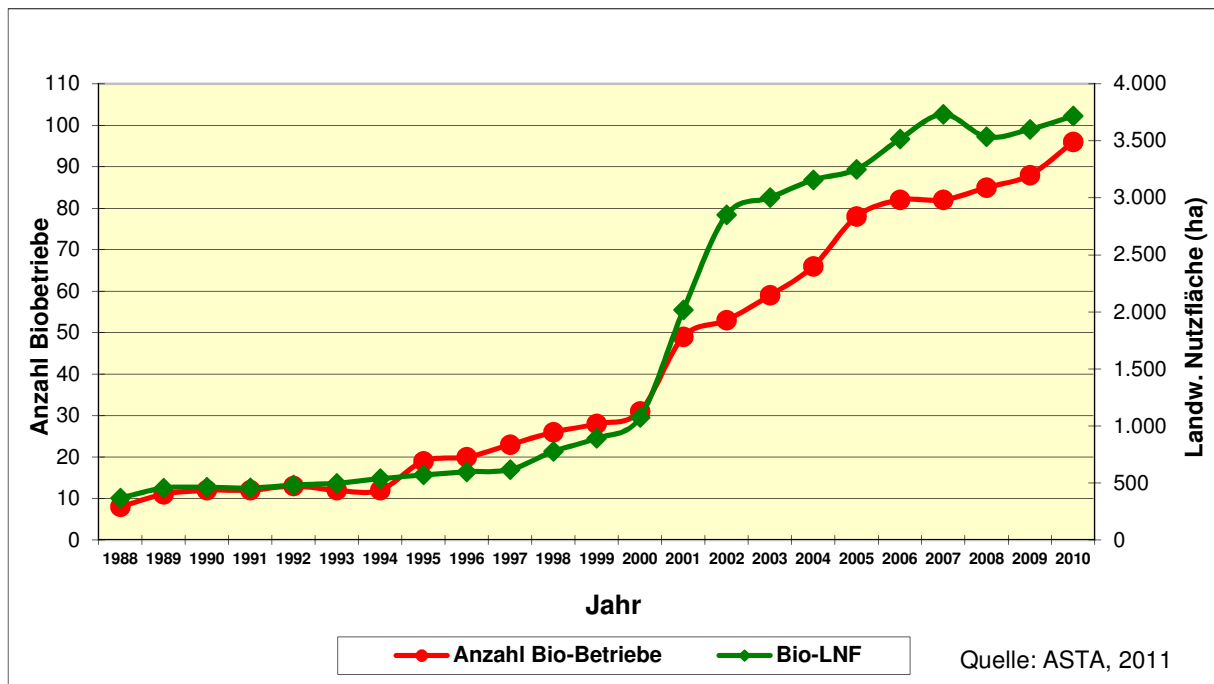


Abbildung 2: Entwicklung der biologischen Landwirtschaft in Luxemburg seit 1998

2.2 Agrarumweltpolitische Ziele

Umweltpolitische Ziele für Luxemburg lassen sich aus verschiedenen offiziellen Dokumenten wie dem „Plan National pour un Développement Durable“, dem „Plan National concernant la Protection de la Nature (PNPN)“ und dem „Plan Sectoriel Paysage“ ableiten. Dazu gehören beispielsweise der Schutz der biologischen Vielfalt, die Erhaltung und nachhaltige Nutzung natürlicher Ressourcen und die Einführung nachhaltiger Konsummuster. In Luxemburg wurde allerdings bislang auf eine explizite Formulierung von konkreten agrarumweltpolitischen Zielen verzichtet. Dies behindert einerseits die effektive und effiziente Ausrichtung von agrarpolitischen Instrumenten als auch die Evaluation derselben. Deshalb wurde aufgrund von Dokumenten aus vergleichbaren europäischen Ländern und internationalen Aktivitäten (Aeschenbacher and Badertscher, 2008; Badertscher, 2005; EEA, 2005) innerhalb des Projektteams eine Liste mit agrarumweltpolitischen Zielen aufgestellt. So betont beispielsweise der Sachverständigenrat für Umweltfragen in Deutschland a) die Zerstörung der Artenvielfalt; b) Gefährdung des Grundwassers durch Nitratauswaschung; c) Degradierung von Böden durch Verdichtung und Bodenerosion; d) Eutrophierung des Oberflächenwassers; e) Beeinträchtigung der Nahrungsmittelqualität durch Schadstoffe; f)

Belastungen der Luft durch Staubemissionen, Geruchsbelästigung und Lärm- sowie Abgasemissionen. Daraus wurden die in Tabelle 1 aufgeführten Ziele abgeleitet und anschließend die Gültigkeit für luxemburgische Bedingungen von Experten innerhalb des Projektteams geprüft.

Tabelle 1: Übersicht über Ziele der Agrarumweltpolitik

Agrarumweltpolitisches Ziel	Umweltproblem (Herleitung des Ziels)	Beitrag der Landwirtschaft zum Umweltproblem
Schutz der biologischen Vielfalt	Biodiversität bezieht sich laut der Biodiversitätskonvention (<i>Convention on Biological Diversity, (CBD)</i>) auf „die Variabilität unter lebenden Organismen jeglicher Herkunft, darunter Land-, Meeres- und sonstige aquatische Ökosysteme und die ökologischen Komplexe, zu denen sie gehören. Dies umfasst die Vielfalt innerhalb der Arten und zwischen den Arten und die Vielfalt der Ökosysteme“. Der globale Biodiversitätsverlust hat erhebliche ökologische und ökonomische Folgen für die Menschheit, da die Funktionalität von Ökosystemen und das menschliche Wohlbefinden beeinträchtigt werden.	Intensive Landwirtschaft ist einer der Haupteinflussfaktoren für den globalen Biodiversitätsverlust. Sie hat auf drei von fünf Treibern direkten Einfluss: Umweltverschmutzung, Regenwaldabholzung und Klimawandel
Vermeidung von Luftverschmutzung	Der Eintrag von Schadstoffen wie Rauch, Ruß, Staub, Gasen und Geruchsstoffen in die Atmosphäre führt v.a. zu lokalen Beeinträchtigungen der Lebensqualität. Schwefeldioxid, Stickstoffoxide und Ammoniak können sauren Regen, Waldschäden, Ozonbildung und Eutrophierung, d.h. den Eintrag von Schadstoffen in sensible Ökosysteme, zur Folge haben.	Durch den Eintrag von Ammoniak aus der Tierhaltung wird die Luftqualität erheblich beeinflusst. Diese Einträge haben auch indirekte Wirkungen auf die Biodiversität, da der Stickstoff sich zum Teil in sensiblen Ökosystemen anreichert.
Vermeidung von Gewässerverschmutzung	Gewässerverschmutzung bezieht sich sowohl auf Oberflächengewässer (Flüsse, Seen, Meere) als auch das Grundwasser mit meist giftigen Substanzen wie Öl, Schwermetallen toxischen Chemikalien, Stickstoff- oder Phosphorverbindungen. Dadurch entsteht ökonomischer Schaden, der sich aus Gesundheitskosten, mangelnder Verfügbarkeit von Trink- und Brauchwasser sowie der Notwendigkeit der Reinigung zur Aufbereitung ergibt.	Durch den Eintrag von Stickstoff- und Phosphorverbindungen aus der Landwirtschaft (Auswaschung, Erosion) in Grund- und Oberflächengewässer entsteht erheblicher ökologischer Schaden.
Reduktion des Verbrauchs nicht erneuerbarer Energieträger	Begrenzte verfügbare Energieträger wie Öl, Kohle, Gas und Uran sind die Grundlage für Treibstoffe und damit für viele wirtschaftliche Prozesse. Die übermäßige Beanspruchung dieser Rohstoffe durch eine wachsende Weltbevölkerung mit wachsenden Ansprüchen führt zu einer geringeren Verfügbarkeit dieser Ressourcen für nachfolgende Generationen. Darüber hinaus ist der Verbrauch nicht erneuerbarer Energieträger ein Hauptfaktor für die Klimaerwärmung und die Luftverschmutzung.	Nicht erneuerbare Energieträger werden für die landwirtschaftliche Produktion einerseits direkt auf dem Betrieb benötigt (Dieselverbrauch durch Bodenbearbeitung) und durch zugekaufte Produktionsmittel (z.B. Mineraldünger) indirekt importiert.

Bodenschutz	Eine andere begrenzte Ressource ist Boden, insbesondere fruchtbares Ackerland. Diese Ressource ist gefährdet durch Landverbrauch (z.B. Urbanisierung), Bodenverdichtung, Erosionsprozesse und Kontaminierung mit toxischen Stoffen.	Bodenqualität wird durch unsachgemäße Bewirtschaftung beeinträchtigt (Erosion, Bodenverdichtung, etc.).
Reduktion des Verbrauchs sonstiger begrenzter Ressourcen	Ressourcen wie Metalle, Erze sind endlich. Der erhöhte Verbrauch dieser Stoffe während der letzten Jahre hat die Vorräte teilweise dramatisch reduziert, was durch erhöhte Rohstoffpreise auch ökonomisch spürbar wird.	Die Landwirtschaft trägt durch den Zukauf von Betriebsmitteln (v.a. P- und K-Dünger) zur Ausbeutung begrenzter Ressourcen bei.
Reduktion der Treibhausgasemissionen	Der Ausstoß von Treibhausgasemissionen (z.B. CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O) führt zur globalen Erwärmung. Ferner werden außergewöhnliche Wetterereignisse (Stürme, Dürren, etc.) und ein Anstieg des Meeresspiegels der Klimaerwärmung zugeschrieben. Durch diese Erwärmung ist die Funktionsweise von Ökosystemen gefährdet. Der Menschheit entsteht ein erheblicher Schaden, da wirtschaftliche Aktivitäten erschwert werden und Migrationsströme erwartet werden.	Die Landwirtschaft trägt mit CO ₂ -Emissionen (z.B. durch Verbrennung von Energieträgern), CH ₄ -Emissionen (z.B. durch Pansenfermentation) und N ₂ O (v.a. Düngung) erheblich zum Klimawandel bei.

2.3 Agrarumweltpolitische Instrumente

Als EU-Mitgliedsstaat nimmt auch Luxemburg an der Gemeinsamen Agrarpolitik teil. Diese besteht aus einer ersten Säule, die im Wesentlichen die Betriebsprämie beinhaltet, und aus einer zweiten Säule, welche aus einem Plan zur Ländlichen Entwicklung (PDR) besteht.

In der ersten Säule gibt es keine Maßnahmen, die von direkter agrarpolitischer Relevanz sind. Allerdings ist die Cross Compliance (CC) Regelung, welche sich sowohl auf die erste und zweite Säule bezieht, in diesem Zusammenhang wichtig, da sie die ökologischen Mindeststandards für die luxemburgische Landwirtschaft bestimmt. Die Einhaltung der CC erlaubt den Bezug von öffentlichen Zahlungen und umfasst gemäß Verordnung (EG) 73/2009 einerseits die Einhaltung von gültigen Rechtsvorschriften wie z. B. der Nitrat-Richtlinie. Andererseits müssen alle landwirtschaftlichen Flächen in einem „guten landwirtschaftlichen und ökologischen Zustand“ (GLÖZ) erhalten werden (Nitsch and Osterburg, 2005). In der luxemburgischen Umsetzung der CC wurden folgende Elemente berücksichtigt: a) die Verhinderung von Bodenerosion, b) die Erhaltung von Dauergrünland c) die Verhinderung der Ausbreitung von unerwünschten Pflanzen und d) eine mindestens dreigliedrige Fruchtfolge auf mindestens der Hälfte der Ackerflächen, wobei jede Kultur mindestens 15% der Ackerfläche bedecken sollte. Falls die Fruchtfolgebestimmungen nicht erfüllt sind müssen eine jährliche Humusbilanz durchgeführt und gegebenenfalls Anpassungsmaßnahmen umgesetzt werden.

Die zweite Säule besteht aus dem Plan zur Ländlichen Entwicklung (PDR), welcher die nationale Umsetzung von Verordnung (EG) 1698/2005 darstellt. Dieser Plan besteht wiederum aus drei Schwerpunkten bzw. Achsen (plus LEADER¹). Von diesen ist vor allem der zweite Schwerpunkt „Umwelt und Landwirtschaft“ (Agrarumwelt-Zahlungen) von agrarumweltpolitischer Relevanz. Hierunter fallen folgende Maßnahmen, in Klammern das zuständige Ministerium:

¹ Leader ist eine von vier aus den EU-Strukturfonds finanzierten Initiativen. Es soll den Akteuren im ländlichen Raum dabei helfen, das langfristige Potenzial ihres Gebiets zu entwickeln.

- Ausgleichszulage für benachteiligte Gebiete (Ministère de l'Agriculture, de la Viticulture et du Développement Rural)
- Landschaftspflegeprämie (Ministère de l'Agriculture, de la Viticulture et du Développement rural)
- Agrarumweltmaßnahmen, inklusive biologischer Landbau (Ministère de l'Agriculture, de la Viticulture et du Développement Rural)
- Biodiversitätsprogramm (Ministère du Développement Durable et des Infrastructures)

Die **Ausgleichszulage** für benachteiligte Betriebe wird ebenfalls über den Schwerpunkt „Umwelt und Landwirtschaft“ implementiert. Sie ist für Betriebe in benachteiligten Gebieten bestimmt, um einen finanziellen Ausgleich zu schaffen und so die ökonomische Rentabilität der Bewirtschaftung dieser Gebiete zu steigern. 2010 wurden 15,6 Mio. € als Ausgleichszulage an 1482 Betriebe ausbezahlt (MA, 2011). Die Ausgleichszulage ist aber aus ökologischer Sicht von geringerer Bedeutung. Deshalb gehen wir in diesem Bericht nicht weiter auf sie ein.

Die **Landschaftspflegeprämie** ist eine sehr breit akzeptierte Prämie, welche von über 73% der Betriebe beansprucht wird. Sie beinhaltet im Vergleich zur Cross-Compliance nur unwesentliche Zusatzanforderungen an die Betriebe. 2010 nahmen 1601 Betriebe an dem Programm teil. Insgesamt wurden 10,9 Mio. € ausbezahlt (MA 2011).

Im Förderprogramm für umweltgerechte und den natürlichen Lebensraum schützende landwirtschaftliche Produktionsverfahren (Verordnung (EG) 1698/2005) werden in Luxemburg 16 **spezifische Agrarumweltmaßnahmen** gefördert (Tabelle 2). Zum Beispiel wurden 2010 2,6 Mio. € im Rahmen dieses Förderprogramms ausbezahlt (MA, 2011).

Darunter sind Maßnahmen die auf eine Verringerung der Düngeintensität („Beibehaltung eines geringen Viehbesatzes“, „Verringerung der Stickstoffdüngung bestimmter Ackerkulturen“, „Extensivierung von Grünland“) und des Pflanzenschutzmittels (Verringerung Herbizide, Fungizide, Insektizide“) abzielen. Auch Bodenschutzmaßnahmen sind im Portfolio enthalten („Erosionsschutzmaßnahmen“, „Aussaat mit red. Bodenbearbeitung/Direktsaat“). Eine Übersicht über die Zahlungshöhen der Maßnahmen pro ha sind in Tabelle 17 (Seite 94) angegeben.

Ferner wird durch einige Maßnahmen die Biodiversität auf den Betrieben gefördert (z.B. „Ackerrandstreifenprogramm“, „Grünstreifenprogramm“ und „Pflege von bestehenden Hecken“). Natürlich gibt es bei verschiedenen Maßnahmen Wirkungen zu mehreren Zielen. So trägt beispielsweise die „Extensivierung von Grünland“ sowohl zum Gewässerschutz als auch zur Biodiversitätsförderung bei. Die Programme „Verringerung der Stickstoffdüngung bestimmter Ackerkulturen“ und „Extensivierung von Grünland in ökologisch wertvollen oder sensiblen Gebieten“, welche auf die Fläche bezogen, mit größerer Bedeutung zur Anwendung kommen können, sind auf Naturschutzgebiete und Wasserschutzgebiete beschränkt, d.h., dass bei diesen Programmen der Großteil der Betriebe in Luxemburg nicht profitieren kann.

Tabelle 2: Kombinierbarkeit der Beihilfen untereinander auf einer Parzelle

Maßnahme	code	12	22	332	332	342	342	342	342	362	362	362	382	42	52	62	72	92	112	
	keine	keine	RN	RNF	HB	IF	IFHB	ZS od. ZW	MD	MDZS/MDZW	alle	keine	alle	keine	alle	alle	keine			
Biologische Landwirtschaft	12	-																		
Beibehaltung eines geringen Viehbesatzes	22	0	-																	
Verringerung der Stickstoffdüngung bestimmter Ackerkulturen	332	0	4	-																
Verringerung der Stickstoffdüngung bestimmter Ackerkulturen	332	0	4	-	-															
Verringerung Herbizide	342	0	1	1	0	-														
Verringerung Fungizide und Insektizide	342	0	1	1	0	-	-													
Verringerung Herbizide, Fungizide, Insektizide	342	0	1	1	0	-	-	-												
Erosionsschutzmaßnahmen	362	1	1	1	1	1	1	1	-											
Aussaat mit red. Bodenbearbeitung/Direktsaat	362	1	1	1	1	1	1	1	-	-										
Erosionsschutzmaßnahmen/ Aussaat mit red. Bodenb./Direktsaat	362	1	1	1	1	1	1	1	-	-	-									
Extensivierung von Grünland	382	3	4	0	0	0	0	0	0	0	0	-								
Ackerrandstreifenprogramm	42	3	4	0	0	0	0	0	1	1	1	0	-							
Grünstreifenprogramm	52	3	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-						
Pflege von bestehenden Hecken	62	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-					
Extensive Bewirtschaftung von Streuobstwiesen	72	3	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-				
Traubenwicklerbekämpfung	92	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-			
5-jähriger Flächenstilllegung von ökologisch besonders wertvollen oder günstig gelegenen (Teil-)Flächen.	112	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0			-

Legende:

- = Ohne Inhalt

0 = Unkompatibel

1 = Kompatibel

3 = Die Beihilfe für Biologische Landwirtschaft wird nicht ausgezahlt. Die Gruppen P1, P2; und P3A der Maßnahme 382 sind nicht kombinierbar.

4 = Im Falle einer extensiven Futterfläche, wird diese Fläche von der Fläche der Maßnahme 022 abgezogen.

Zu den Agrarumweltmaßnahmen wird auch die „**Beihilfe für biologischen Landbau**“ gezählt. Diese Maßnahme ist im Unterschied zu den meisten anderen Maßnahmen betriebsspezifisch, d.h. sie bedingt eine komplette Umstellung eines gesamten Betriebes. Sie beruht auf der Ratsverordnung (EG) Nr. 834/2007 und beinhaltet neben anderen Maßnahmen ein Verbot synthetischer Stickstoffdünger und chemischer Pflanzenschutzmittel. Außerdem darf ein Viehbesatz von 1,6 DE²/ha Gesamtbetriebsfläche nicht überschritten werden. Für Rauhfutterfresser ist ein Besatz von höchstens 1,7 GVE³/ha Hauptfutterfläche vorgeschrieben. Allerdings muss Grünland mit mindestens 0,75 GVE/ha bewirtschaftet werden.

Die Beihilfe für biologischen Landbau bemisst sich auf 150 €/ha für landwirtschaftliche Kulturen zuzüglich 50 €/ha für die ersten drei Kulturjahre in der Umstellung, wobei für stillgelegte Flächen und Brachen keine Prämie ausbezahlt wird. Gartenbau, Weinbau und Obstbau werden mit wesentlich höheren Prämien von bis zu 600 €/ha plus 400 €/ha Umstellungsbeihilfe gefördert.

Einige der oben genannten Agrarumweltmaßnahmen sind implizit in der Maßnahme „biologischer Landbau“ eingeschlossen. Dies betrifft vor allem Extensivierungsmaßnahmen wie die „Verringerung Herbizide, Fungizide, Insektizide“. Mit dieser Überschneidung wird begründet, dass Biobetriebe von der Teilnahme an verschiedenen Maßnahmen ausgeschlossen sind. Dieser Ausschluss kann aus Gründen der zwischenbetrieblichen Gerechtigkeit kritisiert werden, da konventionelle Betriebe durch die Kombination von Einzelmaßnahmen höhere Prämien kumulieren können als Biobetriebe durch die „Beihilfe für biologischen Landbau“ (siehe auch Szerencsits *et al.*, 2009).

Daneben existiert das **Biodiversitätsprogramm**. Da in der Landwirtschaft ein großes Potential bei der Erhöhung der Artenvielfalt liegt, können besonders Landwirte (Nichtlandwirte und kleinere Nebenerwerbsbetriebe sind nicht ausgeschlossen) vom „Biodiversitätsreglement“ profitieren. Initiiert wurde diese Subventionsmöglichkeit vom Umweltministerium, die Verwaltung der Zahlungen erfolgt mittlerweile über das Landwirtschaftsministerium (Regime d'aide pour la sauvegarde de la diversité biologique, 4 avril 2002 ; règlement grand ducal 22 mars 2002). 2010 wurden 1,3 Mio. € für dieses Programm ausgezahlt (MA, 2011). Es ist auch diese Prämie, welche eine große Verzerrung bei der finanziellen Flächenbeihilfe hervorruft, da die Prämien bis 300-470 €/ha betragen.

Am beliebtesten bei den Bauern sind die Grünland-Extensivierungs-Programme, bei denen Wiesen und Weiden nach bestimmten Nutzungsintensitäten und Nutzungszeitpunkten bewirtschaftet werden können. Die Höhe der Förderung richtet sich auch nach dem Produktionspotential der Fläche, resp. nach dem zu erwartenden Ertragsausfall nach der Extensivierung.

² Dungeinheiten

³ Grossvieheinheiten

Einige Beispiele des Biodiversitätsprogramms für Flächen mittlerer Stufe (classe 2)

1) Mähwiese:

keine mechanische Bearbeitung vom 1.4. bis 15.6, keine Biozide, kein Umpflügen und keine Nachsaat und Beweidung, zwei Schnitte, Entfernung des Schnittgutes; Mahd von Innen her nach außen oder von einer Seite

Variante 1 : mit 2m Randstreifen (die alle 2-3 Jahre gemäht werden)

a) ohne Düngung und Kalkung: 470€/ha

b) mit Obstbaumbestand (max 30.Bäume/ha): 470€/ha

c) bei max. 20t Mist (max.100kg N/ha): 350€/ha

Variante 2: ohne Randstreifen:

a) ohne Düngung und Kalkung: 420€/ha

b) mit Obstbaumbestand (max 30.Bäume/ha): 470€/ha

c) bei max. 20t Mist (max.100kg N/ha): 300€/ha

2) Weide:

Ähnliche Bedingungen wie bei der Wiese

a) bei einer Besatzdichte von 2 GVE/ha: 420€/ha

b) bei einer Besatzdichte von 4 GVE/ha: 350€/ha.

3) Mähwiese:

mit einem Schnitt nach dem 15. Juli: 450€/ha

Quelle: Gouvernement du Grand-Duché de Luxembourg (2002)

2.4 Ökologische Wirkungen der luxemburgischen Landwirtschaft

Korrespondierend mit der Zielformulierung in Tabelle 1 (Seite 10), wird in den folgenden Abschnitten der aktuelle Stand des Wissens bezogen auf Luxemburg zusammengefasst.

2.4.1 Gewässer- und Luftverschmutzung

Durch den Eintrag von Stickstoff- und Phosphorverbindungen aus der Landwirtschaft (Auswaschung, Erosion) in Grund- und Oberflächengewässer entsteht erheblicher ökologischer Schaden. Ferner wird durch den Eintrag von Ammoniak aus der Tierhaltung die Luftqualität erheblich beeinträchtigt. Diese Einträge haben auch indirekte Wirkungen auf die Biodiversität, da der Stickstoff sich zum Teil in sensiblen Ökosystemen anreichert. Damit ist die Landwirtschaft eine der bedeutendsten Quellen für die Gewässerverschmutzung und in einem geringeren Maße auch Quelle für die Luftverschmutzung.

Das *Dairyman-Projekt* des LTA berücksichtigt einige ökologische Parameter, mit denen Aussagen über den Einfluss von landwirtschaftlichen Betrieben auf Gewässer- und Luftverschmutzung getroffen werden können. Während in Luxemburg 80% der Gewässer einen akzeptablen Verschmutzungsgrad aufzeigen, haben 20% des Trinkwassers einen zu hohen Nitratwert (NO_3 Gehalt $> 25\text{mg/l}$). 1,3% der Fläche sind als Schutzgebiete (zone protégée d'intérêt national) deklariert und 18% der Fläche ist NATURA 2000 Gebiet. 34% der Gefäßpflanzen, 55% der Säugetiere, 47% der Vögel und 63% der Fische sind in Luxemburg bedroht oder ausgestorben. In Luxemburg wurden im Jahr 2008 102,2kg N/ha synthetischer Dünger ausgebracht, wobei die organische Düngerproduktion 2008 bei 98 kg N_{org} /ha lag. Die Nährstoffbilanz im Jahr 2008 lag bei einem Überschuss von 91,1 kg N /ha. Der Wasserverbrauch in der Landwirtschaft liegt bei 14,2 m^3 /ha (LTA, 2010).

So wurde u.a. festgehalten, dass der Überschuss der Nährstoffbilanzen in den letzten Jahren zwar erheblich zurückgegangen ist, jedoch weiterhin Handlungsbedarf v.a. hinsichtlich einer weiteren Reduzierung des Überschusses sowie bei der Nährstoffeffizienz, besteht (LTA 2010).

Als wichtigsten Parameter für Gewässer- und Luftverschmutzung wird in der luxemburgischen Literatur die Nährstoffbilanz verwendet. Stoll (2003) analysierte die

Nachhaltigkeit der Viehhaltung in Luxemburg anhand von Daten aus den Jahren 1996-2000 von 100 Betrieben. Er zieht verschiedene wichtige Schlussfolgerungen. Erstens war die Stickstoffbilanz der meisten Betriebe nicht befriedigend, was auf Überdüngung mit chemischen Düngern und ineffizienter Nutzung von Gülle und Mist beruhte. Gründe dafür waren ein Mangel an Wissen über mögliche Erträge und über die Stickstoffverfügbarkeit aus Hofdüngern. Ungenügende Mist- und Güllelagerkapazitäten und Ausbringen zur falschen Zeit führten zu weiteren Verlusten. Auch war das Tierfutter oft nicht optimal zusammengesetzt, was zu zusätzlichen Verlusten führen kann. Schließlich waren die chemischen Dünger auch so billig, dass keine großen finanziellen Anreize zur Reduktion bestanden. Zweitens wurden auch Phosphor und Kalium oft überdüngt, was auch mit einem Mangel an Informationen über das Potential der Hofdünger zusammenhing.

Die nicht-optimale Nährstoffbilanz der Viehbetriebe zeigt sich auch in der ähnlichen Folgeuntersuchung von Lioy und Reding (2008) für die Jahre 2001-2005, welche aber auch schon einen Trend zur Besserung identifiziert. Die Verbesserung der Stickstoffbilanz im Vergleich zu früheren Jahren beruht vor allem auf einer Reduktion des Viehbestandes, höheren Preisen für die chemischen Dünger und verstärkten Beratungsanstrengungen über die vergangenen Jahre. Es wird erwartet, dass dieser Trend noch anhält, doch sind weitere Anstrengungen bis zum Erreichen einer nachhaltigen Stickstoffbilanz nötig. Die Phosphor- und Kaliumbilanz ist zwar noch nicht ganz ausgeglichen, hat sich aber signifikant verbessert. Dies ist vor allem auf reduzierte Düngerimporte zurückzuführen. Im Schnitt der Betriebe ist die Phosphor- und Kaliumbilanz sogar ohne Importe ausgeglichen und durch das betriebliche Recycling sollte also eine ausreichende Versorgung mit diesen Nährstoffen gewährleistet werden können.

2009 wurde die nationale Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie im Bewirtschaftungsplan für das Großherzogtum Luxemburg beschlossen. In diesem Zusammenhang sind für den Zielhorizont bis 2013 bzw. 2015 3,07 Mio. Euro pro Jahr an Prämienzahlungen für landwirtschaftliche Maßnahmen vorgesehen. Die Maßnahmen mit dem höchsten Kostenanteil sind neben der reduzierten Düngung von Acker und Grünland (29% bzw. 21%) und der Verbesserung der Ausbringungstechnik für Gülle (16%), die biologische Landwirtschaft mit 16% der Gesamtzahlungen (Administration de la Gestion de l'Eau, 2009).

Zwar existieren internationale Studien welche, die Gewässer- und Luftverschmutzung durch konventionell und biologisch wirtschaftende Betriebe vergleichen. Für Luxemburg wurden solche Vergleichsstudien jedoch bisher nicht erstellt (Nemecek *et al.*, 2005; Osterburg and Runge, 2007).

2.4.2 Futterautarkie

Lioy and Reding (2008) analysierten in ihrer Studie die Futterautarkie als ein zusätzliches Kriterium, das Stoll (2003) noch nicht berücksichtigte. Diese ist ein Kriterium für die Effizienz der Nutzung der betriebseigenen Futteranbauflächen. Die von Lioy and Reding (2008) untersuchte Betriebe waren größtenteils autark im Bereich Trockensubstanz und Energie, nicht jedoch für Eiweiß (insbesondere bei Milchviehbetrieben). Eine Erhöhung dieser Autarkie kann jedoch mit recht hohen Kosten verbunden sein und die Umsetzung würde klare politische Entscheide verlangen. Eine ähnliche Situation zeichnen Lioy et al. (2004) mit ein wenig älteren Daten. Sie betonen insbesondere, dass hohe Futterautarkie und die damit

einhergehende Effizienz der Futtermittelbereitstellung auch die Stickstoffbilanz verbessern. Beratung zur Optimierung des Futtermittelbaus kann also die Stickstoffbilanz verbessern.

Studien welche die Futterautarkie von konventionellen und biologischen Betrieben vergleichen, wurden im Rahmen der Literaturstudie nicht identifiziert.

2.4.3 Verbrauch nicht erneuerbarer Energieträger

Nicht erneuerbare Energieträger werden für die landwirtschaftliche Produktion einerseits direkt auf dem Betrieb benötigt (Dieselverbrauch durch Bodenbearbeitung) und durch zugekaufte Produktionsmittel (z.B. Mineraldünger) indirekt importiert.

Energiebilanzen von landwirtschaftlichen Betrieben werden maßgeblich durch den indirekten Energieverbrauch der Inputs bestimmt und weniger durch den direkten Verbrauch der Betriebsmaschinen. In der Studie von Lioy and Reding (2008) wurde deutlich, dass die wichtigsten Einsparmaßnahmen auch in der Inputreduktion zu sehen sind, was hinsichtlich der oben festgestellten Nährstoffüberschüsse auch gut möglich wäre. Des Weiteren zeigte die Studie, dass die Energiebilanz sich in den letzten Jahren verbessert hat, unter anderem aufgrund der reduzierten Düngemittelimporte und eines massiven Booms an Bioenergieanlagen. Die Humusbilanz war leicht positiv, was aber nicht auf exzessive chemische Stickstoffgaben zurückzuführen ist, sondern auf die vorhandenen organischen Dünger. Sie ist somit nachhaltig. Die entsprechende Beratung scheint erfolgreich (Lioy and Reding, 2008).

2.4.4 Klimagas und Kohlenstoffsequestrierung

Die totalen Treibhausgasemissionen von Luxemburg betragen im Jahre 2009 11,7 Mio. t CO₂e (AEV 2011). Setzt man dies in Relation zur Bevölkerung ergibt das sehr hohe pro Kopf Emissionen von 22,5t CO₂e pro Einwohner (EU25: 10,5t) (LTA, 2010). Hierbei ist aber auf die Problematik des Tanktourismus hinzuweisen.

Der Anteil der landwirtschaftlichen Emissionen (ohne Landnutzungsänderungen) an den Gesamtemissionen von Luxemburg betrug knapp 6% im Jahr 2009 und befindet sich auf dem gleichen Niveau wie 1990 (AEV 2011). Die über diese Zeit realisierten Emissionsreduktionen liefen also parallel zu den Gesamtemissionsreduktionen. Den größten Anteil an den landwirtschaftlichen Emissionen hat Lachgas aus gedüngten Böden (knapp die Hälfte), dann folgt die Viehhaltung mit etwa 35%, der Rest ist Hofdüngermanagement (AEV 2011). Hierbei ist zu betonen, dass die Emissionen aus der Düngerherstellung und Verwendung fossiler Brennstoffe nicht der Landwirtschaft angerechnet werden.

1990-2008 nahmen die Emissionen aus der Viehhaltung um etwa 18% ab, was vor allem auf die Abnahme der Tierzahlen (u.a. aufgrund der EU Agrarpolitik) zurückzuführen ist. Die Tierzahlen gingen sogar um 32% zurück, doch eine zunehmende Milchleistung und damit einhergehender höherer Futterbedarf und höhere Methanemissionen pro Tier führten dazu, dass diese Reduktion nicht vollständig zu einer entsprechenden Emissionsreduktion führte. Lachgasemissionen nahmen vor allem wegen reduzierter Düngergaben ab (AEV 2011).

Diese allgemeinen Angaben können mit der Analyse der Betriebsdaten aus Lioy und Reding (2008) weiter detailliert werden. Bei den ihren Analysen zugrundeliegende Auswahl an Betrieben handelt es sich ausschließlich um viehhaltende Betriebe. Die Treibhausgasbilanz dieser Betriebe ist deutlich im Ungleichgewicht, da viel mehr emittiert als gebunden wird. Die Senkenleistung nimmt aber stetig zu und die Emissionen nehmen ab, letzteres vor allem aufgrund sinkender Tierzahlen. Es zeigte sich, dass der Betriebstyp einen großen Einfluss

auf die Emissionen hat. Während die Stickstoffdüngung durch Beratung optimiert werden kann, lassen sich Tierbesatz und Nutzflächen nur viel schwieriger ändern.

Einen wichtigen Beitrag zur Minderung des Klimawandels kann durch Biogasherstellung und andere erneuerbare Energien auf Betrieben geleistet werden. Dies vermindert im Falle von Biogas direkt die Betriebsemissionen (Methan) und reduziert in jedem Fall den Bedarf an fossilen Brennstoffen auf nationaler Ebene.

Durch Kohlenstoffsequestrierung im Boden können landwirtschaftliche Betriebe einen Beitrag zum Klimaschutz leisten. In einer Studie aus dem Jahr 2008 zeigte der Durchschnitt aller Betriebe eine positive Humusbilanz, wobei aber eine signifikante Anzahl von Betrieben ein Defizit aufwies. Dieses hing vor allem mit der Anzahl Tiere pro ha und nicht optimalen Fruchtfolgen mit viel Getreide und Silomais zusammen. Die große Heterogenität zwischen den Betrieben deutet auf ein großes Optimierungspotential der Betriebe hinsichtlich Klimabilanzen hin.

Studien, welche die Klimaemissionen oder Kohlenstoffsequestrierung von konventionellen und biologischen Betrieben vergleichen, wurden nicht gefunden.

2.4.5 Biodiversität

Auch Luxemburg trägt an dem weltweiten Verlust der Artenvielfalt bei. Wie in anderen Ländern auch spielt die Landwirtschaft besonders bei den Offenland-Lebensräumen eine große Rolle. Im "rapport de l'observatoire de l'environnement 2007-2009" (2010) sind die wichtigsten Studien und Daten zusammengetragen, die den Verlust der Biodiversität der letzten Jahrzehnte darstellen, insbesondere auch den Artenverlust der offenen landwirtschaftlichen Kulturlandschaft. Artenrückgänge sind besonders durch das Verschwinden von Strukturen in der Landschaft zu beklagen, jedoch weist das Dokument jedoch auf die vielen negativen Effekte der heutigen landwirtschaftlichen Praxis auf Flora und Fauna hin. Neben anderen Maßnahmen wird auch die biologische Landwirtschaft als eine Möglichkeit, auf landwirtschaftlichen Flächen den Artenrückgang zu stoppen resp. sogar zu fördern aufgeführt. Jedoch gibt es für Luxemburg nur eine Studie, die die Biodiversität zwischen den beiden Landwirtschaftssystemen vergleicht, und diese stammt aus dem Jahre 1987 und betrachtet ausschließlich den Lebensraum Acker (Ries 1987).

In dieser Studie hat Ries (1987) anhand von 183 pflanzensoziologischen Aufnahmen in den Jahren 1985 und 1986 in 44 Äckern die Ackerbegleitflora dargestellt (biologisch-dynamische und konventionelle Äcker). Dabei wurde festgestellt, dass auf den biologisch-dynamischen Flächen doppelt so viele Wildkrautarten vorkommen als auf den konventionellen, bei Hackfrüchten ist das Verhältnis 3:1, bei Getreide etwas geringer als 2:1. Die Wildkrautdeckung ist auf den Bio-Getreideflächen um 10 bis 20% höher, bei den Hackfrüchten beträgt der Wert das 2 bis 5fache (bei insgesamt max. 5% Deckung in konventionellen Flächen). Die Kulturpflanzendeckung auf Bio-Flächen ist um 35% geringer. Auch sind die Wildkräuter auf den Bio-Flächen etwas schwächer und gehen früher in die generative Phase über (Ries, 1987).

Den besten und aktuellsten Überblick über die Pflanzenausstattung der Wiesen und Weiden bietet die Dissertation von Simone Schneider (2011). Sämtliche verfügbare Pflanzenaufnahmen wurden ausgewertet und pflanzensoziologisch geordnet. Naturschutzaspekte spielten bei dieser Arbeit eine zentrale Rolle, weniger die agronomischen Fragen bei einer nachhaltigen Bewirtschaftung. Biodiversität war auch ein

Thema in Lioy und Reding (2008). Ihre Analyse zeigte, dass die Biodiversitätsförderung im Grünland besser über die Ausscheidung nur extensiv genutzter Parzellen (1. Schnitt/Beweidung erst ab Juli) zu gelingen scheint als über die Erhöhung der Biodiversität auf Produktionsparzellen.

Bis auf die Studie von Ries (1987), wurden keine Studien welche die Biodiversität auf konventionellen und biologischen Betrieben vergleichen, identifiziert.

2.5 Soziale und ökonomische Situation der luxemburgischen Biobetriebe

Im Rahmen einer Studie zur Ausdehnung des biologischen Landbaus in Luxemburg befragten Szerencsits et al. (2009) 73 konventionelle Betriebsleiter und 21 Biolandwirte. Aus dieser Studie geht hervor, dass die Landwirte allgemein Freude an ihrer Arbeit in der Landwirtschaft haben, jedoch unzufrieden mit den Rahmenbedingungen sind. Sie äußerten den Wunsch, ihr Einkommen durch höhere Erzeugerpreise erwirtschaften zu wollen und nicht von staatlichen Subventionen abhängig zu sein. Die Planungssicherheit sei unzureichend aufgrund von ständig ändernder Höhe und Anforderungen der staatlichen Zahlungen. Zudem wünschen sie sich eine angemessene Wertschätzung für ihre Arbeit und wollen in der Öffentlichkeit nicht als Subventionsempfänger abgewertet werden. Auch der vermehrte bürokratische Aufwand wird als belastend empfunden. Interessanterweise berichten Biolandwirte von einer erhöhten Zufriedenheit und einem höheren Betriebseinkommen nach der Umstellung. Die Unterstützung der Landwirtschaft durch die Politik wird von vielen Landwirten (Szerencsits et al., 2009), aber auch von der Landwirtschaftskammer im Zusammenhang mit der Förderung von Junglandwirten (LWK 2005) bemängelt.

In Luxemburg dominiert klar das Modell des vererbenden Familienbetriebes (84% Familien-Arbeitskräfte, LTA, 2010), was zu Unsicherheiten bei der betrieblichen Planung bei ungeklärter Hofnachfolge führt (Szerencsits et al., 2009). Mehr als die Hälfte der Betriebsleiter sind mehr als 50 Jahre (LTA, 2010). Der Gewinn je Betrieb lag 2008 bei 54 900 € was 39 100 € pro Arbeitskraft entspricht. Die staatlichen Beihilfen betragen 102 % vom Gewinn, d.h. 56 000 € pro Betrieb im Jahr 2008 und 31% vom Umsatz, was die hohe Abhängigkeit der Betriebe von den Beihilfen verdeutlicht (LTA, 2010). Die 835 Milchproduzenten kamen 2009 auf eine Menge von 270 000 t Milch bei einer durchschnittlichen Leistung von 6986 kg Milch pro Kuh und Jahr (LTA, 2010). Die Bio-Milchproduktion lag 2009 bei 10 Produzenten, welche 1 768 841 kg produzierten wovon 978 552 kg als Bio-Milch verkauft wurden. Die Biobetriebe erhielten im Durchschnitt 5,5 ct Bio-Plus je Liter Milch (Statistik BIOG, 2009).

De Beroder (2009) analysiert die betriebswirtschaftlichen Aspekte der Umstellung auf die biologische Wirtschaftsweise aufgrund der Analyse des Testbetriebsnetzes. Da darin nur 10 Biobetriebe etwa 420 konventionellen gegenüber gestellt wurden, sind die Resultate aber mit gebührender Vorsicht zu verwenden. Die Erträge liegen laut diesen Daten bei biologischen Betrieben für Getreide um 50% und für Leguminosen um 30% niedriger als bei konventionellen Betrieben. Diese Ertragseinbußen in Luxemburg sind größer als die eher moderaten Literaturwerte (Getreide -20%, Leguminosen -10%). Interessant ist auch der Befund, dass die Stickstoffintensität nur sehr schwach mit der Wirtschaftlichkeit eines Betriebes korreliert. Gut wirtschaftende (konventionelle) Betriebe sind nicht zwangsläufig Umweltsünder, eine hohe Stickstoffintensität führt aber auch lange nicht immer zu guten Betriebsergebnissen (Lioy und Reding 2008).

Die meisten Betriebe in Luxemburg sind noch traditionelle Familienbetriebe - wenn auch teilweise bereits mit zusätzlichen Fremdarbeitskräften - und auch die eher arbeitsintensiveren Biobetriebe stellen kaum zusätzliche Arbeitskräfte ein, sondern passen die Betriebsgröße den verfügbaren Arbeitskräften an (De Beroder 2009).

2.6 Agrarpolitische Bedeutung des biologischen Landbaus in Luxemburg

In 2009 wurde der erste nationale „Aktionsplan für biologische Landwirtschaft Luxemburg“ verabschiedet, der unter anderem zum Ziel hatte, bis 2011 6000 ha unter biologischer Bewirtschaftung zu haben. Dieses Ziel wurde verfehlt, die Fläche lag 2010 bei etwa 3731 ha (Stand 2010, MA 2011). Die Anzahl der Biobetriebe nahm zwischen 1994 und 2001 leicht zu, wuchs sehr stark in 2001 und 2002 (BSE-Krise), danach jedoch wieder weniger schnell und stagnierte sogar in den letzten Jahren (vgl. Abbildung 2). Der Anteil der Biohöfe beträgt 4,36 % (Stand 2010, MA 2011)%. Dabei hat Luxemburg die fünfthöchste Nachfrage nach Bioprodukten (84,5 € Umsatz pro Kopf) in Europa (BOLW, 2010).

Ein wichtiger Grund für die geringen Anteile an biologisch bewirtschafteter Fläche in Luxemburg scheinen mangelnde ökonomische Anreize zu sein. Szerencsits et al. (2009) stellen in ihrer Studie fest, dass die Ausgleichszahlungen für den Biolandbau unter den gegebenen Preisen nicht ausreichen, um den Mehraufwand der biologischen Bewirtschaftung angemessen zu entschädigen. Ein verbreiteter Grund, der viele konventionelle Betriebe von der Umstellung abhält, ist der erhöhte Arbeitsaufwand durch die biologische Wirtschaftsweise.

Ein zusätzliches Hemmnis bei der Umstellung auf den Biolandbau ist die Konkurrenz der verschiedenen Agrarumwelt- und insbesondere der attraktiven Biodiversitätsprogramme. Auch Biolandwirte können an diesen Programmen teilnehmen, erhalten aber auf dieser Fläche keine Bio-Prämie. Dies spiegelt sich auch in der Tatsache wider, dass viele konventionelle Betriebe mit 3100 ha (Ministère du Développement Durable et des Infrastructures, 2006) extensiv bewirtschaftete Wiesen und Weiden an Agrarumwelt- oder Biodiversitätsprogrammen teilnehmen. Ackerrandstreifen spielen kaum eine Rolle (Szerencsits *et al.*, 2009).

Ferner zweifeln viele konventionelle Landwirte grundsätzlich daran, dass der biologische Landbau eine sinnvolle Art der Landwirtschaft ist. Dies deutet darauf hin, dass es notwendig ist, die gesellschaftliche Akzeptanz für biologischen Landbau weiter zu erhöhen. Zudem braucht es ein langfristiges politisches Bekenntnis zum biologischen Landbau, da viele Landwirte an langfristig guten Bedingungen für den biologischen Landbau zweifeln (Szerencsits *et al.*, 2009).

Die ökologische Wirksamkeit des biologischen Landbaus scheint in Luxemburg nicht in Frage gestellt zu werden. So wird der Anteil der Fläche unter biologischer Bewirtschaftung im "Plan National pour un Développement Durable" und in der 'Umsetzung des EG-Wasserrahmenrichtlinien: Bewirtschaftungsplan für das Großherzog Luxemburg' (Administration de la Gestion de l'Eau, 2009) als wichtiger Indikator der nachhaltigen Entwicklung verwendet.

2.7 Schlussfolgerungen aus der Literaturübersicht

Zunächst muss man feststellen, dass es nur wenige Studien zu den Umweltwirkungen der Landwirtschaft in Luxemburg und zur betrieblichen Situation gibt. Aus der vorhandenen Literatur leiten wir die folgenden Schlussfolgerungen ab.

Luxemburg hat bislang keine konkreten **agrarpolitischen Ziele** formuliert, dies behindert die effektive und effiziente Ausrichtung von agrarpolitischen Instrumenten. Zielsetzungen aus anderen europäischen Ländern können aber teilweise auf die Situation in Luxemburg übertragen werden. Dadurch könnte man von folgendem agrarumweltpolitischen Zielportfolio ausgehen: Schutz der biologischen Vielfalt, Vermeidung von Luftverschmutzung, Vermeidung von Gewässerverschmutzung, Reduktion des Verbrauchs nicht erneuerbarer Energieträger, Bodenschutz, Reduktion des Verbrauchs sonstiger begrenzter Ressourcen und Reduktion der Treibhausgasemissionen.

Politikinstrumente von agrar-umweltpolitischer Relevanz sind vor allem a) die Cross Compliance Regelung, b) die Landschaftspflegeprämie, c) die Agrarumweltmaßnahmen (inkl. der Beihilfe für biologischen Landbau) und d) das Biodiversitätsprogramm. In der Literaturübersicht wurde festgehalten, dass die eingeschränkte Kombinierbarkeit der Prämien für umweltgerechte Agrarerzeugung zur kuriosen Situation führen kann, dass man durch die Kombination von Einzelmaßnahmen, die implizit im biologischen Landbau enthalten sind, höhere Prämien akkumulieren kann, als durch die Beihilfe für biologischen Landbau. Da biologisch wirtschaftende Betriebe von dieser Prämie ausgeschlossen sind, führt dies zu einer strukturellen Benachteiligung dieser Betriebe (Szerencsits *et al.* 2009).

Bezüglich der **strukturellen Beschaffenheit des luxemburgischen Agrarsektors** machen Mutterkuh- und Milchviehbetriebe zusammen etwa 60% der luxemburgischen Betriebe aus und sind damit die zahlenmäßig wichtigsten Betriebstypen.

Studien zu **ökologischen Effekten** der luxemburgischen Landwirtschaft zeigen teilweise erhebliche Umweltwirkungen. Die unausgeglichene Nährstoff- und Energiebilanz haben negative Auswirkungen auf die Gewässer- und Luftqualität und führen zu Treibhausgasemissionen. Über die Zeit lässt sich aber ein Trend zur Verbesserung der betrieblichen Nährstoffeffizienz und der Umweltsituation ableiten. Es besteht jedoch weiterer Handlungsbedarf. Ferner muss festgehalten werden, dass die analysierten Daten aus den Jahren 2000-2005 stammen. Die Situation hat sich seither sicher weiter verändert, so dass neuere Analysen nötig sind.

Die **Rolle der biologischen Landwirtschaft** ist trotz der agrarpolitischen Förderung und des Aktionsplans vergleichsweise gering. Der Anteil der biologisch bewirtschafteten Fläche in Luxemburg ist mit 4,36% im Vergleich zu anderen westeuropäischen Ländern unterdurchschnittlich. Auch unter den biologisch wirtschaftenden Betrieben sind Milchvieh- und Mutterkuhbetriebe die zahlenmäßig wichtigsten Betriebstypen. Szerencsits *et al.* (2009) führen dies unter anderem auf die nicht ausreichende politische Förderung der Biobetriebe zurück.

Studien zum **Vergleich biologischer und konventioneller Betriebe** bezüglich ökonomischer oder ökologischer Wirkungen existieren fast nicht. Ausnahmen sind De Beroder (2009), Szerencsits *et al.* (2009) und Ries (1987). Die Studie von Ries (1987) zeigt das Potential der Biobetriebe in Punkto „Biodiversitätsleistung“ auf, nähere Untersuchungen sind jedoch notwendig.

3 Methodik

In diesem Kapitel wird beschrieben wie die Betriebe ausgewählt wurden (3.1), welche betrieblichen Kennzahlen zur Verfügung standen, bzw. im Rahmen dieses Projektes erhoben wurden (3.2) und wie die Analyse dieser ökologischen und ökonomischen Kennzahlen durchgeführt wurde (3.3). Kapitel 3.4 beinhaltet eine Beschreibung der Betriebsstruktur der Stichprobe.

3.1 Betriebsauswahl

Die vergleichende ökonomisch-ökologische Analyse von biologisch und konventionell wirtschaftenden Betrieben kann unter unterschiedlichen Prämissen durchgeführt werden. Dabei kommt es darauf an, welchem Zweck der Vergleich dienen soll.

Soll beispielsweise die gesamtsektorale Produktion oder die durchschnittlichen Umweltwirkungen der biologischen und konventionellen Betriebe geschätzt werden. Laut Schader (2009) sollten Betriebe ausgewählt werden, die möglichst repräsentativ für die Grundgesamtheit sind, da so auch strukturelle Unterschiede erfasst werden. Strukturelle Unterschiede betreffen beispielsweise die Tatsache, dass Biobetriebe meist eine andere Betriebstypenzusammensetzung haben als konventionelle Betriebe.

Um die Effektivität und Effizienz der biologischen gegenüber der konventionellen Wirtschaftsweise zu schätzen, ist hingegen die statistisch sauberste Methode der Paarvergleich (Frondele and Schmidt, 2005). Dabei versucht man, alle strukturellen Parameter (wie z.B. Betriebsgröße oder Grünlandanteil), die durch die Umstellung weitgehend unverändert bleiben anzugleichen, während die potentiell durch eine Umstellung beeinflussten Parameter (wie z.B. Tierbesatz oder die Fruchtfolgegestaltung) nicht angeglichen werden sollten. Es ist jedoch schwierig, in möglichst vielen Aspekten vergleichbare konventionelle Betriebe für die biologischen Betriebe zu finden.

Für diese Analyse wurden 12 konventionell und 12 biologisch wirtschaftende Betriebe gemäß der Paarvergleichsmethode ausgewählt. Diese Zahl ergab sich aus der begrenzten Anzahl von in Frage kommenden Biobetrieben. Es wurden zunächst die biologischen Betriebe aufgrund des Betriebstyps ausgewählt. Dabei haben wir uns auf die Betriebstypen „Milchviehbetriebe“ (MV) und „Mutterkuhbetriebe“ (MK) beschränkt. Bei beiden Betriebstypen wurden jeweils möglichst typische Vollerwerbsbetriebe ausgewählt. Zudem mussten aus Gründen der Datenverfügbarkeit alle Betriebe über eine Buchhaltungsstelle abgewickelt werden.

Geeignete konventionelle Vergleichsbetriebe wurden mittels Betriebsstrukturdaten anhand folgender Kriterien festgelegt: Landnutzungsfläche, Milchquote, Milchleistung, Anteil Dauergrünland, Anteil Feldfutterbau, Vieheinheiten, Anzahl Milchkühe, Anteil Mutterkühe. Zudem wurde versucht konventionelle Betriebe zu identifizieren, die möglichst ähnliche naturräumliche Voraussetzungen haben.

Da die konventionellen Betriebe aufgrund ihrer strukturellen Vergleichbarkeit mit dem jeweiligen Biobetrieb ausgewählt wurden, sind die konventionellen Betriebe als Gruppe weder repräsentativ für konventionelle Betriebe in Luxemburg, noch für die konventionellen Betriebe aus der CONVIS-Datenbank. Gemäß Erfahrungen von CONVIS ist davon auszugehen, dass es sich bei den teilnehmenden konventionellen Betrieben um vergleichsweise extensiv wirtschaftende Betriebe handelt (Lioy, 2011).

3.2 Betriebliche Kennzahlen

Für alle Betriebe lagen die jeweils aktuellsten Daten aus drei Quellen vor: a) Die Buchhaltungsdaten der Jahre 2007, 2008 und 2009, die b) ökologischen Indikatoren von CONVIS aus den Jahren 2007, 2008 und 2009, und c) Biodiversitätsindikatoren, welche während der Projektlaufzeit im Jahr 2011 sowie aus der Grünlandkartierung Luxemburg 2011 erhoben wurden. Diese Daten wurden in einen gemeinsamen Datensatz überführt, wobei den Auswertungen die Annahme vorausgeht, dass die Unterschiede in den Biodiversitätsniveaus in 2011 auf andere Jahre übertragbar sind. Von allen 24 Betrieben wurde eine Einverständniserklärung zur Verwendung der Daten für diese Studie eingeholt. Sensible Daten werden aus Datenschutzgründen nicht einzelbetrieblich dargestellt. Die betriebspezifischen Ergebnisse der Studie werden am Projektende an die Betriebsleiter übermittelt.

3.2.1 Buchhaltungsdaten

Die Buchhaltungsdaten wurden vom Service d'Economie Rurale (SER) für alle 24 Betriebe bereitgestellt. Die Variablenätze entsprechen den sogenannten „Stuttgarter Sätzen“ und umfassen einzelbetriebliche Strukturdaten (Arbeitskräfte, Nutzflächen, Anbau, Tierhaltung, Arbeitskräfte), Erträge und Erlöse aus Pflanzenbau, Leistungen und Erlöse aus der Tierhaltung, Aktiva, Passiva, Gewinn- und Verlustrechnung (Erlöse und Aufwendungen), Investitionen und Erfolgskennzahlen. Dabei gilt es zu beachten, dass einzelne Buchungen nicht zeitraumecht verbucht werden, wodurch es bei den Analysen in Kapitel 5 beispielsweise bei den Prämien zu Abweichungen zu den offiziellen Prämienätzen kommen kann. Leider werden in den Buchhaltungsdaten die Prämien für umweltgerechte Agrarerzeugung nicht ausreichend differenziert. Abgesehen von der Beihilfe für den biologischen Landbau lässt sich keine Maßnahmenzuordnung treffen. Wir merken auch an, dass die Daten zu den Personalaufwendungen und Löhnen für eine Analyse nicht geeignet sind.

3.2.2 Ökologische Indikatoren

Die ökologischen Indikatoren entsprachen den Kennzahlen die bei den herkömmlichen CONVIS-Beratungen der Betriebe in Luxemburg verwendet werden (Lioy and Reding, 2008): Nährstoffbilanzen (NPK), Energiebilanzen, Treibhausgasbilanzen, Humusbilanzen und Futterautarkie. Die Daten standen für die ausgewählten konventionellen Betriebe bereits zur Verfügung und wurden für die 12 Biobetriebe im Rahmen dieses Projektes rückwirkend für die Jahre 2007 bis 2009 erhoben.

Die ökologischen Indikatoren aus dem CONVIS-Modell werden als Hoftorbilanz erhoben. Dies gilt insbesondere für die Nährstoff- und die Energiebilanzen (Tabelle 3). Dies bedeutet, dass man nur Inputs und Outputs an der Systemgrenze des Betriebs betrachtet und keine innerbetrieblichen Flüsse berücksichtigt. So erscheint z.B. die Verwendung von Mist vom eigenen Vieh als Dünger nicht in diesen Zahlen. Dies hat den Vorteil, dass fast alle Daten der betrieblichen Buchführung entnommen werden konnten. Der Nachteil ist allerdings, dass bei großen Anteilen an eigenem Hofdünger keine verlässliche Verfügbarkeits- und Bedarfsbeurteilung auf einzelnen Kulturen möglich ist. Solche Beurteilungen sind aber auch nicht das Ziel des vorliegenden Berichtes und die Analyse auf Betriebsebene ohne weitere innerbetriebliche Verfeinerung ist für unsere Ziele angebracht. Bei den Treibhausgasbilanzen war jedoch eine differenziertere Analyse notwendig und es wurden zur Hoftorbilanz zusätzlich Düngepläne berücksichtigt, um die Emissionen von der Hofdüngerlagerung und –ausbringung, vom Weidegang, etc. zu erfassen.

Tabelle 3: Übersicht über die ausgewählten ökologischen Indikatoren

Kennzahl	Ökologische Relevanz	Funktionelle Einheit	Systemgrenzen
Nährstoff-saldo N	Stickstoffüberschüsse auf landwirtschaftlichen Betrieben können zu erheblichen Umweltwirkungen führen. Dies betrifft die Auswaschung ins Grundwasser als NO ₃ und die Ausgasung in die Umgebungsluft als NH ₃ . Zudem führen Stickstoffüberschüsse zu erhöhten N ₂ O Ausgasungen, die bei den Klimagasbilanzen berücksichtigt werden.	Entscheidende Größe für die Stärke der Umweltverschmutzung ist die überschüssige Menge N pro ha Betriebsfläche.	Landwirtschaftlicher Betrieb (Hoftorbilanz)
Nährstoff-saldo P	Phosphorüberschüsse auf landwirtschaftlichen Betrieben führen v.a. durch Erosionsereignisse zu Einträgen in Gewässer und haben negative Auswirkungen auf aquatische Biotope. Zudem ist Phosphat ein zunehmend knapper werdender, nicht erneuerbarer Rohstoff.	Entscheidende Größe für die Stärke der Umweltverschmutzung ist die überschüssige Menge P ₂ O ₅ pro ha Betriebsfläche.	Landwirtschaftlicher Betrieb (Hoftorbilanz)
Nährstoff-saldo K	Überschüsse an Kalium haben keine signifikanten Umweltwirkungen, aber da es sich um eine nicht-erneuerbare Ressource handelt, die neben N und P essentiell für die landwirtschaftliche Produktion ist, ist die genauere Betrachtung von Kalium auch angebracht.	Entscheidende Größe für die Stärke der Überversorgung (und somit Ressourcenverschwendung) ist die überschüssige Menge K ₂ O pro ha Betriebsfläche.	Landwirtschaftlicher Betrieb (Hoftorbilanz)
Fossile Energieträger	Fossile Energieträger sind nicht-erneuerbare Ressourcen und deren Nutzung führt zu Treibhausgasemissionen (THG).	Entscheidende Größe für die Stärke der Ressourcennutzung sind die Energieinputs gemessen in GJ/ha. Die THG-Emissionen werden unter der THG-Bilanz berücksichtigt.	Landwirtschaftlicher Betrieb (Hoftorbilanz)
THG-Bilanz	Treibhausgase verursachen den Klimawandel. Die Landwirtschaft trägt vor allem über Methanemissionen (CH ₄) von Wiederkäuern, Lachgasemissionen (N ₂ O) aus gedüngten Böden und der Herstellung von Kunstdüngern, sowie CO ₂ -Emissionen aus der Kunstdüngerherstellung und der Nutzung fossiler Energien bei.	Entscheidende Größe für die Stärke der Treibhausgasemissionen ist die Menge an CO ₂ -Äquivalenten, die emittiert werden (CO ₂ e/ha). Die diesem Bericht zugrundeliegenden Daten verwenden als Faktoren, dass Methan 21-25-mal und Lachgas 298-310-mal so viel zur Klimaerwärmung beiträgt wie CO ₂ .	Landwirtschaftlicher Betrieb (Hoftorbilanz)

Kohlenstoff-senken	Nachhaltig bewirtschaftete landwirtschaftliche Böden können über Humusaufbau als CO ₂ -Senken wirken. Andererseits kann eine nicht optimale Bewirtschaftung zu Humusabbau und entsprechenden CO ₂ -Emissionen führen. Insbesondere führt Grünlandumbruch zu solchen Emissionen.	Entscheidende Größe für die Stärke der Senkenleistung, resp. Treibhausgasemissionen ist die Menge an CO ₂ -Äquivalente die gebunden oder emittiert werden (CO ₂ eq/ha).	Landwirtschaftlicher Betrieb (Hoftorbilanz)
Futterautarkie	Die Futterautarkie erfasst, wie nahe ein Betrieb in gewissen Variablen dem Ideal einer nachhaltigen Kreislaufwirtschaft kommt. In unserem Falle bezieht sich dies auf die Ernährung des Tierbestandes anhand der drei Kerngrößen Trockensubstanz, Energie und Protein.	Entscheidende Größe für die Futterautarkie ist der Anteil an Selbstversorgung in den drei Kerngrößen Trockensubstanz, Energie und Protein, berechnet anhand des Bedarfs der Tiere und der Eigenproduktion.	Landwirtschaftlicher Betrieb (Hoftorbilanz)

Um vergleichbare Kennzahlen für alle Betriebe zu erhalten, wurden die Umweltwirkungen pro ha ausgedrückt, da diese Kennzahl das Ausmaß der Umweltbelastungen, das von den Betrieben ausgeht am aussagekräftigsten beschreibt. In Ökobilanzierungsstudien ist es zudem üblich, die Umweltbelastungen pro produzierte Einheit (z.B. pro kg Milch) oder pro Rohertrag auszudrücken (Baumgartner *et al.*, 2010). Da diese Studie auf die Analyse der Kosteneffektivität der weitgehend flächengebundenen Zahlungen an die Betriebe dient, wurde auf die intensive Analyse dieser Kennzahlen im Rahmen dieser Studie weitgehend verzichtet. Zudem haben wir es bei Betriebsbilanzen aber mit sehr heterogenen Produktportfolios aus Milch, Fleisch und pflanzlichen Produkten zu tun, was die Aussagekraft produktbezogener Kennzahlen stark beeinträchtigen würde.

3.2.3 Erhebungen zur Biodiversität

Im Rahmen des vorliegenden Projektes wurde die luxemburgische Naturschutzstiftung natur&émwelt – Fondation Hëllef fir d’Natur mit der Erhebung und Auswertung ökologischer Parameter zur Darstellung der Biodiversität beauftragt.

Die Biodiversität muss dabei auch im Kontext der vorliegenden Untersuchung von landwirtschaftlich genutzten Flächen hinsichtlich ihrer drei Teilaspekte (Biotop-Vielfalt, Artenvielfalt und genetische Vielfalt) betrachtet werden. Aus diesem Grund war es wichtig, im Vorfeld der Studie für die jeweiligen Teilaspekte der Biodiversität geeignete Indikatoren ausfindig zu machen, um anschließend prüfen zu können, inwieweit auf vorhandene Daten zurückgegriffen werden kann oder die Erhebung neuer Daten notwendig ist.

Habitatvielfalt

Innerhalb der hier zu untersuchenden agrarisch genutzten Kulturlandschaften nehmen die Äcker und das Grünland den wichtigsten Anteil ein. Diese Flächengesellschaften werden innerhalb der Landschaft durch Randbiotope (Wegränder, Hecken, Gräben, Gewässer, Waldränder, sonstige Feucht- und Trockenstandorte) ergänzt, die mehr oder weniger stark von der angrenzenden landwirtschaftlichen Nutzung abhängen oder beeinflusst werden. Diese Strukturelemente spielen eine wichtige Rolle im ökologischen Gesamthaushalt einer Landschaft. In der vorliegenden Studie haben wir uns auf die flächenmäßig wichtigsten und

betrieblich relevanten Lebensräume, den Acker und das Grünland, beschränkt. Die Randbiotope wurden aus folgenden Gründen nicht berücksichtigt:

- Zum einen hätte es den Rahmen der Arbeit gesprengt.
- Zum anderen liegt die Ausstattung der Landschaft mit kleinteiligen Strukturelementen oder Biotopen zum größten Teil außerhalb der betrieblichen Einflussnahme, sodass hierin eher historische oder landschaftliche Unterschiede zum Ausdruck gekommen wären.
- Viele Biotope von Sonderstandorten (flachgründige, nasse oder extrem nährstoffarme Standorte) sind kleinflächig in die landwirtschaftlichen Flächen eingebettet und in ihrem Fortbestand an extensive Bewirtschaftungsweisen geknüpft. Besonders extensiv bewirtschaftetes Grünland ist reich an derartigen Biotopen, sodass die Menge an Extensivgrünland implizit auch immer das Potential an Sonderstandorten und damit an der Habitatvielfalt einer Landschaft abbildet.

Die Zahl der bewirtschafteten Kulturen innerhalb eines Betriebes können ebenfalls als Indikator für die Habitatvielfalt in einer Landschaft verstanden werden, denn neben den unterschiedlichen Kulturpflanzen tragen verschiedene Bewirtschaftungszeitpunkte zur stärkeren ökologischen Differenzierung innerhalb einer Landschaft bei.

Für den hier angestrebten Vergleich konventionell und biologischer Bewirtschaftung schien uns die Beschränkung auf die betrieblich relevanten Flächengesellschaften, also die Äcker und das Grünland, folglich gerechtfertigt, um Aussagen zum Zusammenhang zwischen der Art der Bewirtschaftung und der Habitatvielfalt treffen zu können.

Artenvielfalt

Innerhalb des Grünlandes und des Ackers konnten durch gezielte Erhebungen die Artenzahlen sowie die beteiligten Arten erhoben werden, sodass diese Erhebungen unmittelbare Aussagen zur Artenvielfalt der untersuchten Bestände erlaubten.

Genetische Vielfalt

Aussagen zur genetischen Vielfalt können im Rahmen der vorliegenden Studie nur vermittelt getroffen werden. Hierbei sind wir davon ausgegangen, dass größere Populationen immer auch eine größere genetische Variabilität aufweisen, als das bei Residualpopulationen oder isolierten Vorkommen der Fall ist (Mühlenberg, M. Slowik, J. 1997). Der Flächenanteil an Standorten, auf denen eine Art vorkommt, kann man deshalb als indirektes Maß für die mögliche genetische Variabilität einer Population verstehen. Ähnliches gilt für die im Rahmen der Aufnahmen erhobenen Deckungswerte der einzelnen Arten. Hohe Deckungswerte auf einem Standort geben unmittelbar einen Hinweis auf die Individuendichte und damit auf die Populationsgröße einer Art. Die erhobenen Deckungswerte können deshalb indirekt als Indikator für die mögliche genetische Variabilität einer Art verstanden werden.

In der Gesamtstudie berücksichtigte Parameter

Innerhalb der Studie zur Biodiversität konnten jeweils zu den einzelnen Teilaspekten der Biodiversität geeignete Parameter ausfindig gemacht und anhand bestehender oder neu erhobener Daten ausgewertet werden.

- Habitatvielfalt
 - Darstellung der betrieblichen Diversität anhand der bewirtschafteten Kulturen
 - Darstellung der Ausstattung der Betriebe mit artenreichem Grünland durch Auswertung der Grünland-Übersichtskartierung

- Artenvielfalt
 - Vegetationsaufnahmen von Äckern und Grünland
- Genetische Vielfalt
 - Auswertung der Unkrautdeckungen auf Ackerflächen als Hinweis auf die Populationsgröße von Unkrautbeständen

Die Integration sämtlicher, im Rahmen der Studie ausgewerteten Parameter zur Abbildung der Biodiversität hätte den Rahmen dieser Studie gesprengt. Wir haben uns deshalb dafür entschieden, in der Gesamtstudie nur die Auswertung der Gesamtartenzahlen der Vegetationsaufnahmen der Äcker und des Grünlandes zu berücksichtigen. Alle weiteren Auswertungen sind in der Teilstudie zur Biodiversität (am Schluss des vorliegenden Berichtes) zu finden. Die Gesamtartenzahlen je Betrieb schienen dabei geeignete synthetische Kenngrößen zu sein, in denen viele Einsichten und Zusammenhänge, die in der Teilstudie herausgearbeitet worden sind, zusammenfassend dargestellt werden können. In der Diskussion der Ergebnisse wird aber auch noch einmal auf die Relevanz der gesamtbetrieblich ausgewerteten Artenzahlen vor dem Hintergrund der umfassenderen Teilstudie eingegangen werden.

3.3 Methodisches Vorgehen bei der Datenanalyse

3.3.1 Erhebung und Analyse der ökologischen Indikatoren inklusive Biodiversität

Da mit den Daten aus den aufgeführten Quellen (Kapitel 3.2) ein außergewöhnlich reichhaltiger Datensatz an ökologischen Indikatoren pro Betrieb zur Verfügung stand, mussten wir uns für die Betriebsvergleiche auf die im Hinblick auf die Projektfragestellung relevantesten Kennzahlen beschränken. Dazu wurde aufgrund der in Tabelle 1 (Seite 10) dargestellten agrarumweltpolitischen Ziele Indikatoren ausgewählt die möglichst eindeutig den Einfluss der Betriebe auf die Zielsetzungen beschreiben. Abbildung 3 lässt erkennen, dass mit den erhobenen Indikatoren Wirkungen der Betriebe auf nahezu alle relevanten agrarumweltpolitischen Ziele erfasst werden konnten.

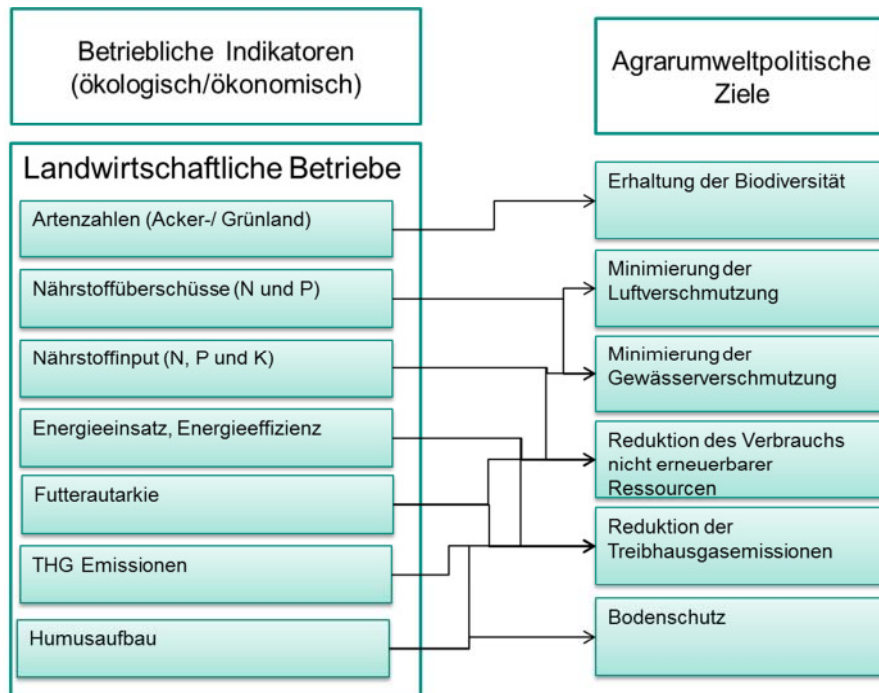


Abbildung 3: Abbildung der relevanten Umweltwirkungen der Landwirtschaft über betriebliche Indikatoren

Nachfolgend werden die Erhebungsmethoden für die einzelnen Variablen beschrieben. Für alle Indikatoren außer den beiden für die Biodiversität beziehen wir uns dabei auf die Beschreibung von Lioy und Reding (2008) und dieser Publikation können weitere Details entnommen werden.

Nährstoffbilanzen N, P und K und Energiebilanz

Nährstoff- und Energiebilanzen werden auf Grundlage der Daten der betrieblichen Buchführung als Hofbilanz berechnet, d.h. als Differenz der Outputs und der Inputs. Erstere umfassen alle Produkte, die den Hof verlassen (hier also vor allem Fleisch und Milch), während letztere Dünger, Futtermittel, Energieträger, etc. umfassen. Die Importe und Exporte auf Betriebsmittelebene werden dann gemäß Literaturwerten, Planungsdaten und Ökoinventardatenbanken in Nährstoff- und Energiewerte umgerechnet und den Bereichen Pflanzenproduktion und Tierproduktion zugeordnet. Für die Analysen wurden jeweils Inputs, Outputs und Saldi betrachtet. Daraus wurden auch Aussagen über die physische Nährstoffeffizienz und ökonomische Faktoreffizienz abgeleitet.

Futterautarkie

Die Futterautarkie berechnet sich als Anteil der Eigenproduktion am Futterbedarf. Der Bedarf wird über den Viehbestand, was den „Erhaltungsbedarf“ ergibt, und die Milch- und Fleischproduktion, was den „Leistungsbedarf“ ergibt, berechnet. Die Eigenproduktion leitet sich als Differenz von Bedarf abzüglich Futtermittelimporten ab. Die Futterautarkie wird für drei Größen berechnet, nämlich für Trockensubstanz (TM/ha), Energie (VEM⁴/ha) und Protein (XP/ha).

Treibhausgasbilanzen (Emissionen und Senken)

Die THG-Bilanzen ergeben sich aus den Emissionen abzüglich der Senkenleistungen (Humusaufbau) und abzüglich der durch die Bereitstellung von erneuerbaren Energien (z.B. Anbau für die Biodiesel-Erzeugung) eingesparten Emissionen Dritter (Abbildung 4).

⁴ Nettoenergielaktation multipliziert mit 142

Die THG-Emissionen leiten sich einerseits aus der Hoftorbilanz (Importmengen der Betriebsmittel) ab und andererseits aus dem Düngeplan, der die notwendigen Informationen zur Tierhaltung (Tierzahlen, Haltungsart, Weidegang, etc.) und zur Pflanzenproduktion (Bodentyp, Art und Menge der Düngung) enthält. Die THG-Emissionen werden dann aus diesen Informationen über Emissionsfaktoren berechnet, welche aus der Literatur und Ökoinventardatenbanken abgeleitet wurden. Anders als bei der Hoftorbilanz relevante Größen wie Nährstoffgehalte sind Emissionsfaktoren Objekt rasch voranschreitender Forschung und können sich entsprechend schnell ändern. Solche Änderungen werden natürlich zu Anpassungen in den Resultaten führen. Für diesen Bericht wurde mit Emissionsfaktoren gemäß der aktuellen Richtlinien des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) gerechnet (IPCC, 2006).

Treibhausgasemissionen			Senken/Vermeidung
Betriebsmittel (Herstellung und Transport)	Tierproduktion (Tierhaltung und Gülle/Mist)	Pflanz.-produktion (inkl. Boden)	Senken und vermiedene Emissionen Dritter
Düngemittel	Pansenfermentation	Unvermeidbare Bodenemissionen	Positive Humusbilanz
Futtermittel	Lagerung von Gülle und Mist	Mineralische N-Düngung	Reduzierte Bodenbearbeitung (Mulchsaat)
Direkte Energie (Strom, Diesel, MBR)	Ausbringung von Gülle und Mist	Negative Humusbilanz, N-Fixierung, Zwischenfrüchte	Verstromung von Biogas
Andere BM	Weidegang	Grünlandumbruch	Verwendung von Biogas-(Ab-)Wärme
			Erzeugung von Biotreibstoffen (non-food Raps)
			Umwandlung von Acker in Grünland

Abbildung 4: Bestandteile der THG-Emissionen und Senken

Den positiven oder negativen Humusbilanzen in den Senkenleistungen liegt eine Humusbilanzierung zugrunde, die auf dem Düngeplan der Betriebe beruht und gemäß der von Leithold et al. (1997) vorgeschlagenen Methode erstellt wird. Diese berücksichtigt folgende Größen:

- Humusabbau durch humuszehrende Kulturen (Getreide und Hackfrüchte)
- Humusaufbau durch humusmehrende Kulturen (Feldfutter, Körnerleguminosen, Zwischenfrüchte)
- Humusaufbau über Erntereste und Stroh
- Humusaufbau über organische Dünger (Gülle, Stallmist, Kompost, Klärschlamm).

Die Basiseinheit einer Tonne Humus, die den Berechnungen zugrunde liegt entspricht 580 kg Kohlenstoff und 50 kg Stickstoff. Der Humusabbau durch humuszehrende Kulturen und der Humusaufbau durch humusmehrende Kulturen, Erntereste und organische Düngern werden mit Hilfe von Mineralisierungs- und Humifizierungskoeffizienten berechnet, die auf

langjährigen Feldversuchen basieren (Leithold et al. 1997). Zusätzlich sind die Auswirkungen der Maßnahme Mulchsaat und der Umbruch von Grünland zu Ackerland auf Basis von Literaturwerten in das Modell integriert (Guo and Gifford, 2002).

Biodiversität: Erhebung und Auswertung der Acker- und Grünlandflora

Wie bereits im Kapitel 2.4.5 erläutert, haben wir uns innerhalb der Gesamtstudie auf die Auswertung der im Gelände erhobenen Acker- und Grünlandvegetation beschränkt. Als eine zentrale Kenngröße wurde dabei die Gesamtartenzahl herausgearbeitet, die dann auch als Kenngröße zur Darstellung der einzelbetrieblichen ökologischen Leistungen zur Biodiversität herangezogen wurde. Die wesentlich umfangreicheren Auswertungen zur Biodiversität sind in der angehängten Teilstudie zur Biodiversität zu finden. Aus diesem Grund wird im Folgenden auch ausschließlich das methodische Vorgehen bei der Erhebung und Auswertung der Vegetationsaufnahmen auf den Grünland-, bzw. Ackerflächen eingegangen.

Methodisches zur Erhebung der Vegetationsaufnahmen Acker / Grünland

Die Abbildung des Artenbestandes innerhalb der Ackerkulturen oder des Grünlandes wurde mithilfe pflanzensoziologischer Vegetationsaufnahmen durchgeführt. Um eine möglichst gute Vergleichbarkeit der Aufnahmen zu erreichen, wurde bei den Ackerkulturen darauf geachtet, jeweils 2 Sommer- und 2 Winterkulturen zu erheben. Dies schien uns insofern wichtig, da sich die Unkrautgesellschaften der Äcker in ihrem Artenrepertoire und damit auch in ihrer soziologischen Zugehörigkeit deutlich unterscheiden (Winterkulturen mit überwinternd-annuellen Segetalgesellschaften der Secalinetea und Hackfruchtkulturen mit sommerannuellen Unkrautgesellschaften der Chenopodietea).

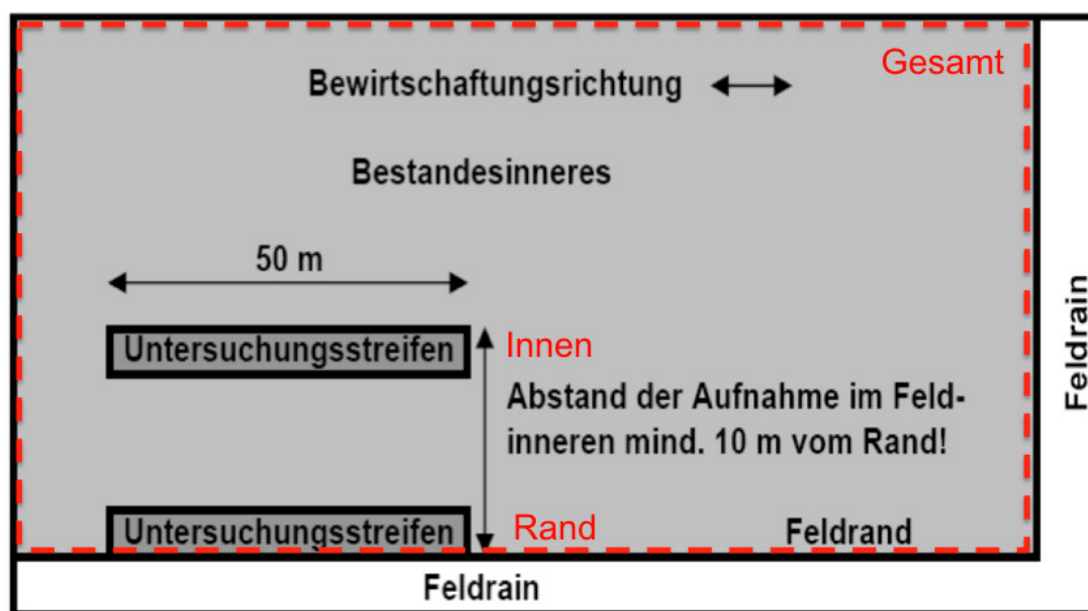


Abbildung 5: Aufnahmeflächen je 2m x 50m; am Rand beginnend mit der ersten Saatreihe

Für jeden Acker wurde eine repräsentative Innenaufnahme (1x50 m), eine Randaufnahme (1x50 m) sowie eine Gesamtaufnahme erstellt (vgl. van Elsen et al. 2010 und Abbildung 5).

Auf den Äckern wurden jeweils 3 Erhebungen gemacht. Zum einen wurde eine Innenaufnahme erstellt, bei der in einer 1x50 m langen Aufnahmefläche sämtliche anwesenden Arten mit ihren Deckungen erhoben wurden. Gleichzeitig wurden aber auch wichtige Parameter wie die Bodenbeschaffenheit der Aufnahmefläche sowie die Deckung der Kultur und der Unkräuter, getrennt nach Gräsern und Kräutern, notiert. Eine vergleichbare Aufnahme wurde anschließend am Rand des Ackers gemacht. Abschließend

wurde der gesamte Acker umrundet wobei sämtliche, auf dem Acker und an seinen Rändern vorkommenden Arten (ohne Angabe der Deckung) notiert wurden.

Im Grünland wurden ausschließlich intensiv bewirtschaftete Mähweiden aufgenommen, also Grünlandflächen, die mit Maschinen zu bewirtschaften sind und deswegen die übliche Bewirtschaftungsart und –intensität des Betriebes wiedergeben. Die Grünlandaufnahmen erfolgten auf 5x5m großen, phänologisch homogenen Flächen. Die Lage der Aufnahmeflächen wurde so gewählt, dass sie repräsentativ für die Fläche und damit für die Bewirtschaftung waren. Weideeingänge, durch Bäume beschattete Bereiche, auffällig trockene und magere Bereiche wurden ebenso ausgeschlossen, wie feuchte Mulden.

Die Aufnahmen erfolgten sowohl auf dem Acker, wie auch im Grünland nach Braun-Blanquet (1964) mit einer angepassten Schätzskala nach Wilmanns (1998).

Die Auswertung der Ergebnisse erfolgte anhand von Tabellen, aus denen dann die für die statistische Auswertung relevanten Daten gewonnen wurden. Innerhalb des Gesamtberichtes wurde bei der Auswertung lediglich die Artenzahl der untersuchten Bestände berücksichtigt, wobei die Artenzahlen der untersuchten Äcker bzw. des Grünlandes pro Betrieb addiert wurden.

Eine Auswertung weiterer synthetischer Kenngrößen, wie etwa der Unkrautdeckung, Bestandszusammensetzung und des Anteils an Rote Liste-Arten erfolgte ebenfalls und ist im Teilbericht zur Biodiversität nachzulesen.

Innerhalb des Grünlandes wurde neben der Auswertung der Artenzahlen zusätzlich die Artenzusammensetzung des Intensiv-Grünlandes ausgewertet. Die Ergebnisse können ebenfalls im Teilbericht Biodiversität nachgelesen werden.

3.3.2 Analyse der ökonomischen Indikatoren

Als für die Fragestellung relevante ökonomische Indikatoren wurde einerseits das Betriebseinkommen und andererseits die Höhe der öffentlichen Zahlungen an die Betriebe untersucht. Das Betriebseinkommen wurde mit der Landnutzungsfläche und der Anzahl Arbeitskräfte in Bezug gesetzt, um Vergleichbarkeit dieser Variablen für die verschiedenen Betriebe zu gewährleisten. Die öffentlichen Zahlungen an die Betriebe pro Hektar Landnutzungsfläche wurden gemäß Abbildung 6 differenziert, wobei die Größen, die zur Abbildung der öffentlichen Ausgaben herangezogen wurden, jeweils in orange dargestellt sind. Aufgrund der mangelnden Maßnahmenzuordnung konnte aus den Buchhaltungsdaten (Prämien für umweltgerechte Agrarerzeugung auch nicht die Teilnahme der Betriebe an den spezifischen Agrarumweltmaßnahmen eruiert werden.

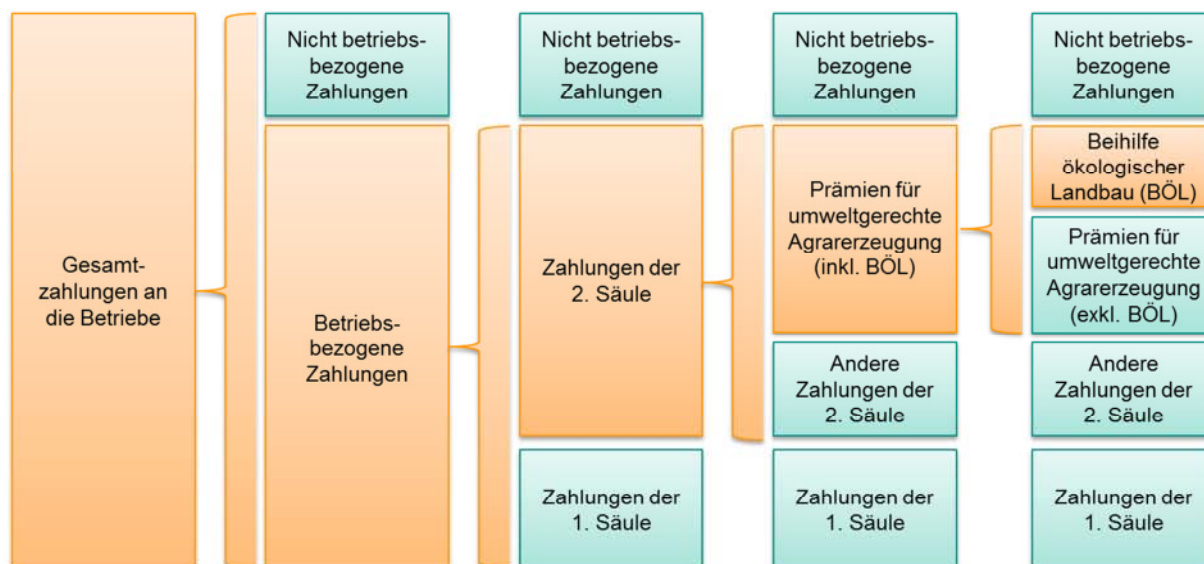


Abbildung 6: Auswahl und Zusammensetzung der Variablen zur Abbildung der öffentlichen Ausgaben

Die ökonomischen Indikatoren wurden durchwegs den betrieblichen Buchhaltungsdaten entnommen. Dies gibt ein detailliertes Set an Variablen, mit dem einzigen Nachteil, dass gewisse Zahlungen an die Betriebe zum Teil nicht den Jahren zugeordnet werden können, da sie sich oft verspäten und dann gebündelt für zwei oder sogar mehr zurückliegende Jahre ausbezahlt werden. Dies wird dann alles im Jahr der Zahlung ausgewiesen, während die vorhergehenden Jahre entsprechend einem Wert Null für diese Zahlungen aufweisen. Dieses Problem wird abgeschwächt, da wir die Analyse der Daten meistens auf den betrieblichen Mittelwerten über die drei Jahre und nicht auf den jährlichen Einzelwerten basieren.

3.3.3 Ableitung der Kosteneffektivität der Zahlungen an biologisch wirtschaftende Betriebe

Kosteneffektivität (KE) oder ökonomische Effizienz⁵ von politischen Maßnahmen errechnet sich normalerweise aus den Effekten (E) dividiert durch den Kosten (K) (Gleichung 1).

$$KE = \frac{E}{K} \quad (1)$$

Übertragen auf unsere Fragestellung, müssen deshalb zur Errechnung der Kosteneffektivität die Umwelteffekte mit den öffentlichen Ausgaben in Beziehung gesetzt werden, wie in Abbildung 7 dargestellt.

⁵ Wir verwenden Kosteneffektivität und Effizienz in dem Bericht als Synonyme gemäß Gleichung 1. Es sei hier betont, dass dieses Verständnis von Maßnahmeneffizienz nicht mit dem volkswirtschaftlichen Effizienzbegriff von Pareto zu verwechseln ist.

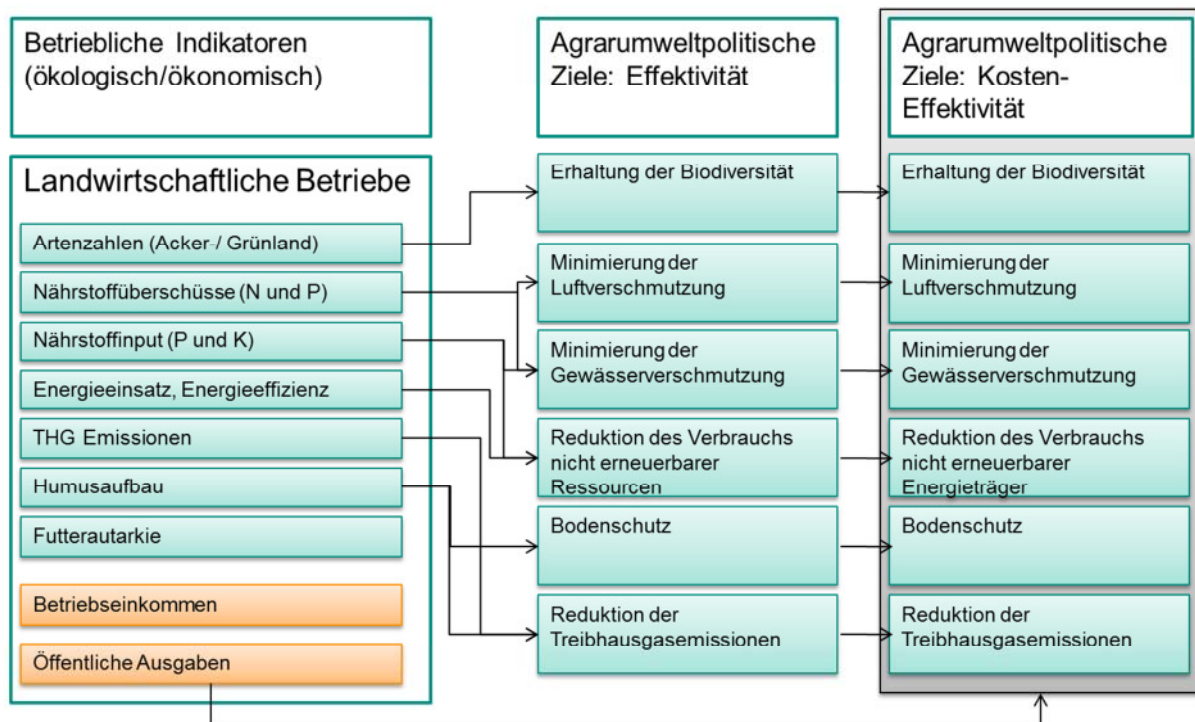


Abbildung 7: Errechnung der Kosteneffektivität

Die Kosteneffektivität der Zahlungen an biologisch wirtschaftende Betriebe (KE_{Bio}) errechnet sich deshalb aus dem Quotienten der relativen Umwelteffekte der Biobetriebe (RUE_{Bio}) und den zusätzlichen öffentlichen Ausgaben ($ZÖA_{Bio}$) die an die Biobetriebe geleistet werden (Gleichung 2).

$$KE_{Bio} = \frac{RUE_{Bio}}{ZÖA_{Bio}} \quad (2)$$

Die relativen Umwelteffekte der Biobetriebe (RUE_{Bio}) lassen sich aus dem Vergleich der ökologischen Indikatoren der Biobetriebe (UE_{Bio}) mit den jeweiligen konventionellen Betrieben (UE_{Kon}) ableiten (Gleichung 3). Um das Aggregationsproblem von Umweltwirkungen zu vermeiden wird die Kosteneffektivität für jeden Umwelteffekt separat berechnet.

$$RUE_{Bio} = \frac{UE_{Bio}}{UE_{Kon}} \quad (3)$$

Die zusätzlichen öffentlichen Zahlungen für Biobetriebe ($ZÖA_{Bio}$) ergeben sich aus der Zahlungshöhe an die Biobetriebe ($ÖA_{Bio}$) abzüglich der Zahlungshöhe an die konventionellen Betriebe ($ÖA_{Kon}$) (Gleichung 4). Dabei können entweder die Gesamtzahlungen, die betriebsbezogenen Zahlungen, die Prämien für umweltgerechte Agrarerzeugung und die Beihilfe biologischer Landbau für ÖA eingesetzt werden. Dabei ist zu beachten, dass KE_{Bio} damit unterschätzt wird, weil bei einer Mehrzielmaßnahme wie der „Beihilfe biologischer Landbau“ die Kosten durch die Anzahl der Ziele geteilt werden müsste.

$$ZÖA_{Bio} = ÖA_{Bio} - ÖA_{Kon} \quad (4)$$

Als illustrativer Parameter zur Darstellung der Kosteneffektivität sind die Vermeidungskosten (VK_{Bio}) geeignet, d.h. die Kosten pro Hektar und Jahr zur Erzielung einer einprozentigen Verbesserung des Parameters. Sie sind definiert als der Kehrwert von KE_{Bio} (Gleichung 5).

VK_{Bio} wird in Abschnitt 6 als Kernparameter herangezogen, da er sich auch für Vergleiche zu anderen Studien eignet.

$$VK_{Bio} = \frac{Z\ddot{O}A_{Bio}}{RUE_{Bio}} \quad (5)$$

3.4 Statistische Auswertungen

Bei der Datenanalyse wurden zuerst die Verteilungen der Werte für die einzelnen Jahre deskriptiv analysiert, und zwar für die gesamte Stichprobe, separiert nach Bio- und konventionellen Betrieben und zusätzlich weiter unterteilt nach Milchviehbetrieben und ohne Milchvieh. Es zeigte sich, dass die Kategorisierung in diese vier Gruppen (Bio/konventionell und Milchvieh/ohne Milchvieh) für eine vernünftige deskriptive Analyse nötig und hilfreich ist. Deshalb präsentieren wir im Folgenden auch nur die in diese vier Kategorien differenzierte Analyse. Des Weiteren zeigte sich, dass die Unterschiede zwischen den Jahren zumeist klein oder wenig aussagekräftig sind, weshalb wir uns darauf konzentrierten, jeweils die Mittelwerte der drei Jahre für jeden Betrieb als Grundlage für die Analyse zu verwenden. Bei den meisten Analysen wurden die Werte auch auf die Landfläche bezogen analysiert. Wo möglich wurde mit Mittelwerten gearbeitet. Falls jedoch Ausreißer vorhanden sind, wurde die Analyse zum Teil auf den Medianwerten abgestellt, die durch Ausreißer wenig beeinflusst werden, während die Mittelwerte stark verzerrt sein können.

Neben der deskriptiven Analyse einzelner Variablen wurden einfache Korrelationen zwischen zwei Variablen anhand von Scatterplots untersucht. Dies gibt zusätzlich Hinweise auf mögliche Zusammenhänge. Wir betonen, dass mit den vorliegenden Daten wegen der geringen Zahl an Beobachtungen (insbesondere beim Aufteilen in die vier Kategorien) eine statistische Analyse wenig Sinn macht, weshalb wir auch von einer solchen absehen. Dies ist aber kein großer Nachteil, da sich schon aus der deskriptiven Analyse einzelner und zweier Variablen zusammen interessante Schlüsse ziehen lassen.

Neben der Analyse der Mittelwerte, Mediane und Verteilungen der vier Betriebsgruppen, wurden auch die jeweils sechs Betriebspaare (Milchvieh- und Mutterkuhbetriebe) analysiert. Da zumeist die Unterschiede konsistent über alle Betriebspaare waren, wurde auf eine ausführliche Analyse der Auswertungen in den Ergebniskapiteln verzichtet.

3.5 Betriebsstruktur

In diesem Abschnitt beschreiben wir kurz die betrieblichen Strukturen der 24 untersuchten Betriebe. Dazu betrachten wir die landwirtschaftliche Nutzfläche, unterteilt in Ackerfläche und Dauergrünland, sowie die Viehbesatzdichte bezogen auf die landwirtschaftliche Nutzfläche. Für die Durchschnittswerte und zur Illustration der Verteilungen siehe Tabelle 4 und Abbildung 8.

Die landwirtschaftliche Nutzfläche ist auf Biobetrieben im Schnitt 123 ha (MV) bzw. 77 ha (MK) und auf konventionellen 116 ha (MV) und 90 ha (MK). Somit haben die Biobetriebe im Mittel 7% mehr (MV), resp. 14% weniger (MK) Fläche als die konventionellen. Betrachtet man die Mediane sind diese Unterschiede noch kleiner. Bei den MV verschwinden sie ganz und die Flächen der MK sind noch um 10% kleiner.

Tabelle 4: Übersicht zur mittleren Betriebsstruktur der untersuchten biologischen und konventionellen Betriebe.

Kennzahl ¹⁾	Biobetriebe				Konventionelle Betriebe				Werte Bio im Vergleich zu Konventionell		
	Milchvieh		Mutterkuh		Milchvieh		Mutterkuh		Milchvieh	Mutterkuh	Alle
	absolut	%	absolut	%	absolut	%	absolut	%	%	%	%
Landw. genutzte Fläche (ha)	123.3		77.2		115.6		90.2		107%	86%	97%
Landw. genutzte Fläche MEDIAN	112		71.3		112.4		80		100%	89%	95%
Landw. Ackerfläche	71.8	58%	37.3	48%	57.3	50%	35	39%	125%	107%	118%
Landw. Ackerfläche MEDIAN	67.8		35.3		47.3		25.5		143%	138%	142%
Dauergrünland	51.7	42%	39.8	52%	58.3	50%	55.7	62%	89%	71%	80%
Dauergrünland MEDIAN	40.7		32.9		57.1		57.7		71%	57%	64%
Viehbesatzdichte (VE/ha)	0.85		0.74		1.35		1.44		63%	51%	57%
Milchleistung pro ha (l/ha)	2237		0		3524		0		63%	na.	63%
Milchleistung pro ha (l/ha) MEDIAN	2030		0		3733		0		54%	na.	54%

1) Zur Illustration sind neben den Mittelwerten der verschiedenen Flächen und Milchleistungen noch die Medianwerte angegeben, da erstere zum Teil durch Extremwerte dominiert werden; die Prozentzahlen in den Kolonnen 3, 5, 7 und 9 beziehen sich auf die Anteile Acker- und Dauergrünland an der landwirtschaftlich genutzten Gesamtfläche.

Eigene Berechnungen basierend auf Buchhaltungsdaten von je 6 Betrieben pro Gruppe (Durchschnitt der Jahre 2007, 2008 und 2009).
Einige konventionelle MK produzieren ein wenig Milch. Da dies aber nicht ins Gewicht fällt haben wir dies hier der Klarheit wegen auf Null gesetzt

Die Anteile an Ackerfläche und Dauergrünland zeigen interessante Unterschiede zwischen den Betriebstypen. Für Biobetriebe betragen sie etwa 60% Ackerland und 40% Dauergrünland (MV), bzw. je 50% (MK). Bei den konventionellen Betrieben andererseits sind es umgekehrt je etwa 50% bei den MV und 40% Ackerland, 60% Dauergrünland bei MK. Dies bedeutet, dass die Bio-Milchviehbetriebe im Vergleich zu ihren konventionellen Gegenstücken eher ackerbaubetont sind. Dagegen sind die Bio-Mutterkuhbetriebe im Vergleich zu den konventionellen Betrieben eher grünlandbetont.

Die Besatzdichten betragen 0,85 VE/ha (MV) bzw. 0,74 VE/ha (MK) für die Biobetriebe und 1,35 VE/ha (MV) bzw. 1,44 VE/ha (MK) für die konventionellen Betriebe. Damit beträgt die Besatzdichte auf Biobetrieben lediglich 63% (MV) bzw. 51% (MK) der Besatzdichte auf konventionellen Betrieben. Die Milchleistung pro ha ist entsprechend und auch wegen der höheren Milchleistung pro Kuh (vgl. Tabelle 11) bei den konventionellen Betrieben höher. Mit 2237 l/ha bei den biologischen Milchviehbetrieben und 3524 l/ha bei den konventionellen liegt sie bei ersteren um 37% tiefer, sogar um 46%, wenn man die Medianwerte betrachtet.

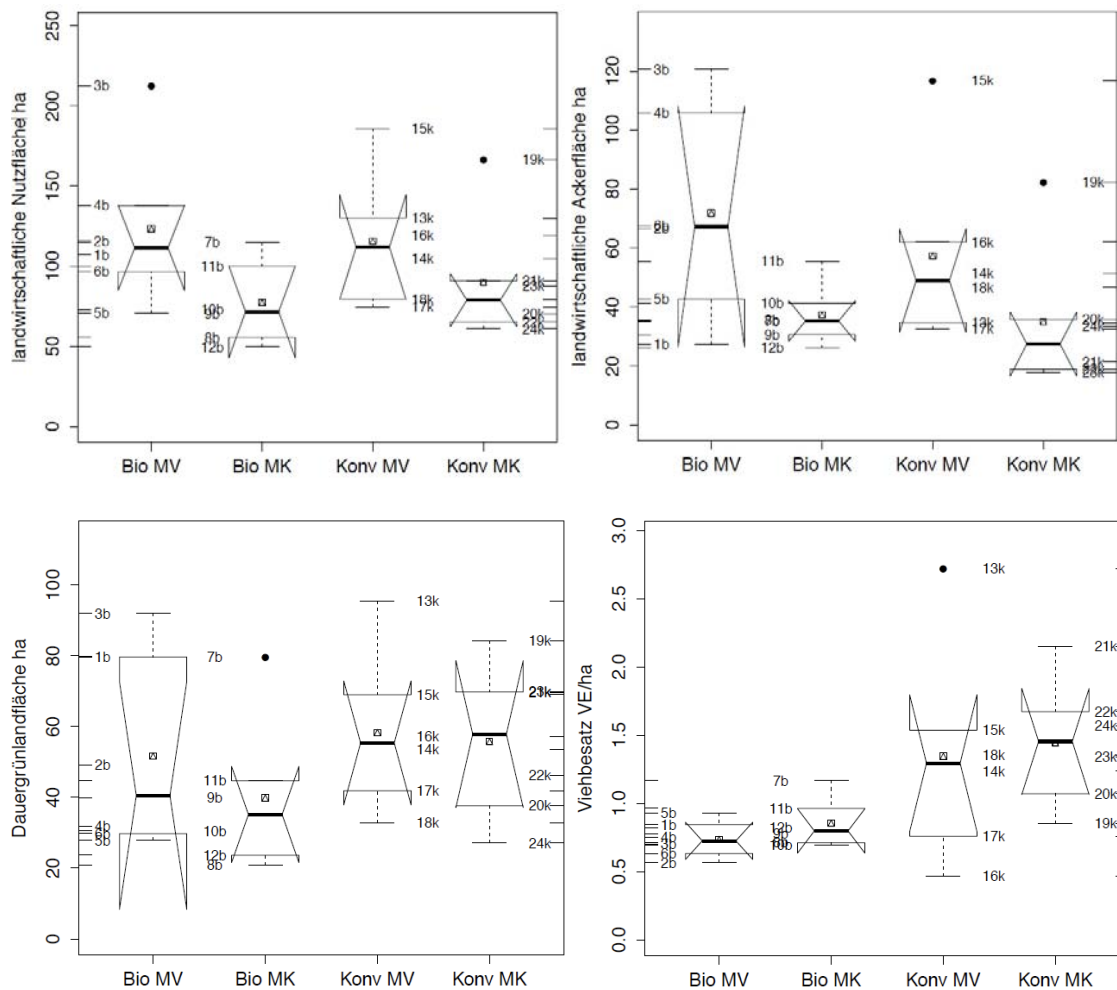


Abbildung 8: Verteilung der Flächen und Viehbesatzdichte bei biologischen und konventionellen Betrieben

Die Verteilung der Flächen zeigt eine recht große Streuung, insbesondere bei den biologischen Milchviehbetrieben. Klar zeigt sich auch wieder die größere Betriebsfläche der Milchviehbetriebe im Vergleich zu den Mutterkuhbetrieben. Die Viehbesatzdichte ist auf konventionellen Betrieben im Mittel deutlich höher als bei dem biologischen Betrieb mit dem höchsten Viehbesatz. Abgesehen von diesem, der 1,2 VE/ha hat und ein Mutterkuhbetrieb ist, liegen die Besatzdichten der Biobetriebe unterhalb 1,0 VE/ha.

4 Analyse der ökologischen Indikatoren

Bei der Analyse der ökologischen Indikatoren erklären wir jeweils nochmals kurz die Indikatoren und geben einen beschreibenden Überblick über die Daten, wobei wir insbesondere die Unterschiede und Gemeinsamkeiten zwischen Bio- und konventionellen Betrieben hervorheben. Diese Analysen werden jeweils für Milchvieh- (MV) und Mutterkuhbetriebe (MK) separat durchgeführt. Danach werden die Unterschiede und Gemeinsamkeiten vertieft analysiert. Eine Übersicht über die Extremwerte pro Betrieb und Kennzahlen befindet sich im Anhang des Berichts (Tabelle 18, Seite 95). Wie schon oben erwähnt werden bei allen Indikatoren außer Biodiversität die Mittelwerte der Jahre 2007-2009 und nicht die einzelnen Jahre betrachtet. Wie in Kapitel 3 erläutert, sind die meisten Kennzahlen auf die landwirtschaftliche Nutzfläche und ein Jahr bezogen. Aus sprachlichen Gründen verzichten wir im folgenden Text darauf den Leser stets daran zu erinnern, dass es sich bei Nährstoff-, Energie- und Klimabilanzen um Werte pro Hektar und Jahr handelt und sprechen verkürzt von Werten „pro ha“. Wir illustrieren diese Analysen jeweils mit einer Tabelle, die die wichtigsten Werte enthält, sowie mit Boxplots, welche die Verteilungen der vier Betriebskategorien (MV und MK, jeweils für bio- und konventionelle Betriebe) für die wichtigsten Variablen enthalten.

4.1 Nährstoffbilanzen

Bei den Nährstoffbilanzen betrachten wir Stickstoff, Phosphor und Kalium, jeweils als Input, Output und die Differenz davon, das Saldo. Zusätzlich wurde die Nährstoffeffizienz als Verhältnis des monetären Ertrages aus Verkäufen per eingesetztem kg Nährstoff dargestellt.

4.1.1 Stickstoff

Diese Variablen werden als kg N/ha gemessen. Die Inputs decken sämtliche Stickstoffflüsse in den Hof ab, also sowohl synthetische wie organische Dünger, Tierfutter und auch die Stickstofffixierung durch Leguminosen. Die Outputs wurden auch als kg N/ha erhoben und decken sämtliche N-Flüsse, die vom Hof als (pflanzliche und tierische) Produkte exportiert werden ab. Nicht beinhaltet sind die N-Flüsse im Rahmen der Lachgasemissionen aus gedüngten Böden und von Hofdüngerlagerung und –ausbringung (diese sind bei den Treibhausgasen enthalten), sowie Verluste durch Auswaschung und Volatilisierung (v.a. via Ammoniakemissionen). Das Potential für solche Verluste spiegelt sich im Saldo wider. Für die Durchschnittswerte und zur Illustration der Verteilungen siehe Tabelle 5 und Abbildung 9.

Der durchschnittliche Stickstoffinput auf Biobetrieben beträgt 57 kg N/ha auf Milchviehbetrieben (MV) und 47 kg N/ha auf Mutterkuhbetrieben (MK). Auf konventionellen Betrieben beträgt er 188 kg N/ha (MV) und 117 kg N/ha (MK)⁶. Damit brauchen die Biobetriebe nur 30% (MV) resp. 40% (MK) des Inputs der konventionellen Betriebe, d.h. sie haben im Vergleich zu den konventionellen einen um 70% (MV) und 60% (MK) reduzierten Stickstoffinput. Dies ist vor allem auf das Zukaufsverbot von chem.-synthetischen Stickstoffdüngern und den stark reduzierten Futterzukauf zurückzuführen.

⁶ Bei den Berechnungen der N-Bilanzen auf den konventionellen Betrieben wurde im Unterschied zu den Biobetrieben die Stickstofffixierung über Leguminosen nicht eingerechnet. Bei den relativen Unterschieden zwischen biologischen und konventionellen Betrieben handelt es sich deshalb um konservative Schätzungen.

Tabelle 5: Übersicht über die durchschnittliche Stickstoffbilanz auf biologischen und konventionellen Betrieben

Kennzahl	Biobetriebe				Konventionelle Betriebe				Werte Bio im Vergleich zu Konventionel		
	Milchvieh		Mutterkuh		Milchvieh		Mutterkuh		Milchvieh	Mutterkuh	Alle
	absolut	%	absolut	%	absolut	%	absolut	%	%	%	%
N Input (kg N/ha)	57.13		47.04		187.8		116.8		30%	40%	34%
Zukauf Düngemittel	0	0%	0	0%	131.7	70%	101.2	87%	0%	0%	0%
Zukauf Futtermittel	6.65	12%	2.71	6%	51.19	27%	13.65	12%	13%	20%	14%
Sonstiger Zukauf	1.74	3%	0.8	2%	4.89	3%	1.98	2%	36%	40%	37%
Stickstofffixierung	48.75	85%	43.53	93%	0	0%	0	0%	na.	na.	na.
N Output (kg N/ha)	22.06		20.32		53.93		32.25		41%	63%	49%
Fleischverkauf	3.25	15%	5.11	25%	10.89	20%	9.65	30%	30%	53%	41%
Milchverkauf	11.74	53%	0	0%	18.92	35%	0	0%	62%	na.	62%
Verkauf pflanzlicher Produkte	6.86	31%	15.53	76%	24.12	45%	22.53	70%	28%	69%	48%
Sonstige Verkäufe	0.23	1%	-0.32	-2%	0	0%	0	0%	na.	na.	na.
N Saldo (kg N/ha)	35.07		26.72		133.87		84.55		26%	32%	28%
Erträge (€/ha)	1312.2		835.2		2406.8		921.88		55%	91%	65%
Ertr. Rinder	198.1		589.1		901.2		731.2		22%	81%	48%
Ertr. Milch	823.1		0		1261		10.98		65%	0%	65%
Ertr. pflanzliche Produkte	291		246.1		244.6		179.7		119%	137%	127%
N-Effizienz (€ Ertrag/kg N)	22.97		17.76		12.82		7.89		179%	225%	189%

Quelle: Eigene Berechnungen basierend auf CONVIS-Bilanzen von 24 Betrieben in den Jahren 2007, 2008 und 2009

Durch Verkäufe von Milch, Fleisch und pflanzlichen Produkten werden von Biobetrieben 22 kg N/ha (MV) bzw. 20 kg N/ha (MK) abgeführt, während diese Werte bei konventionellen Betrieben 54 (MV) bzw. 32 kg N/ha (MK) betragen. Die Ausfuhren von den Biobetrieben entsprechen also etwa 41% (MV) bzw. 63% (MK) der konventionellen Ausfuhren. Diese geringeren Ausfuhren kommen durch geringere Erträge und geringere Viehbesatzdichten zustande.

Das Stickstoffsaldo, d.h. die Differenz von Inputs und Outputs, bemisst sich auf Biobetrieben auf 35 kg N/ha (MV) bzw. 27 kg N/ha (MK), während auf konventionellen Betrieben Überschüsse von 134 kg N/ha (MV) bzw. 85 kg N/ha (MK) entstehen. Diese Mengen an Stickstoff können also pro ha potentiell auf dem jeweiligen Betriebstyp ausgewaschen oder als N₂O oder NH₃ emittiert werden. Das Saldo auf den Biobetrieben beträgt also 26% (MV) bzw. 32% (MK) des Saldos der konventionellen. Man kann also von einer durchschnittlich 74%igen (MV) bzw. 68%igen (MK) Verringerung des N-Eutrophierungspotentials durch die Biobewirtschaftung ausgehen.

Eine höhere Effizienz der Stickstoffnutzung auf den Biobetrieben lässt sich ableiten, da die Inputs für Bio 60-70% niedriger sind als für konventionelle, während dies bei den Outputs nur 45-55% weniger sind. Dieser Unterschied ist besonders ausgeprägt für Mutterkuhbetriebe. Die Stickstoffeffizienz, gemessen am Ertrag in Euro, der sich pro Einheit N-Input erwirtschaften lässt, ist auf Biobetrieben 79% (MV) bzw. 125% (MK) besser als bei den konventionellen Vergleichsbetrieben.

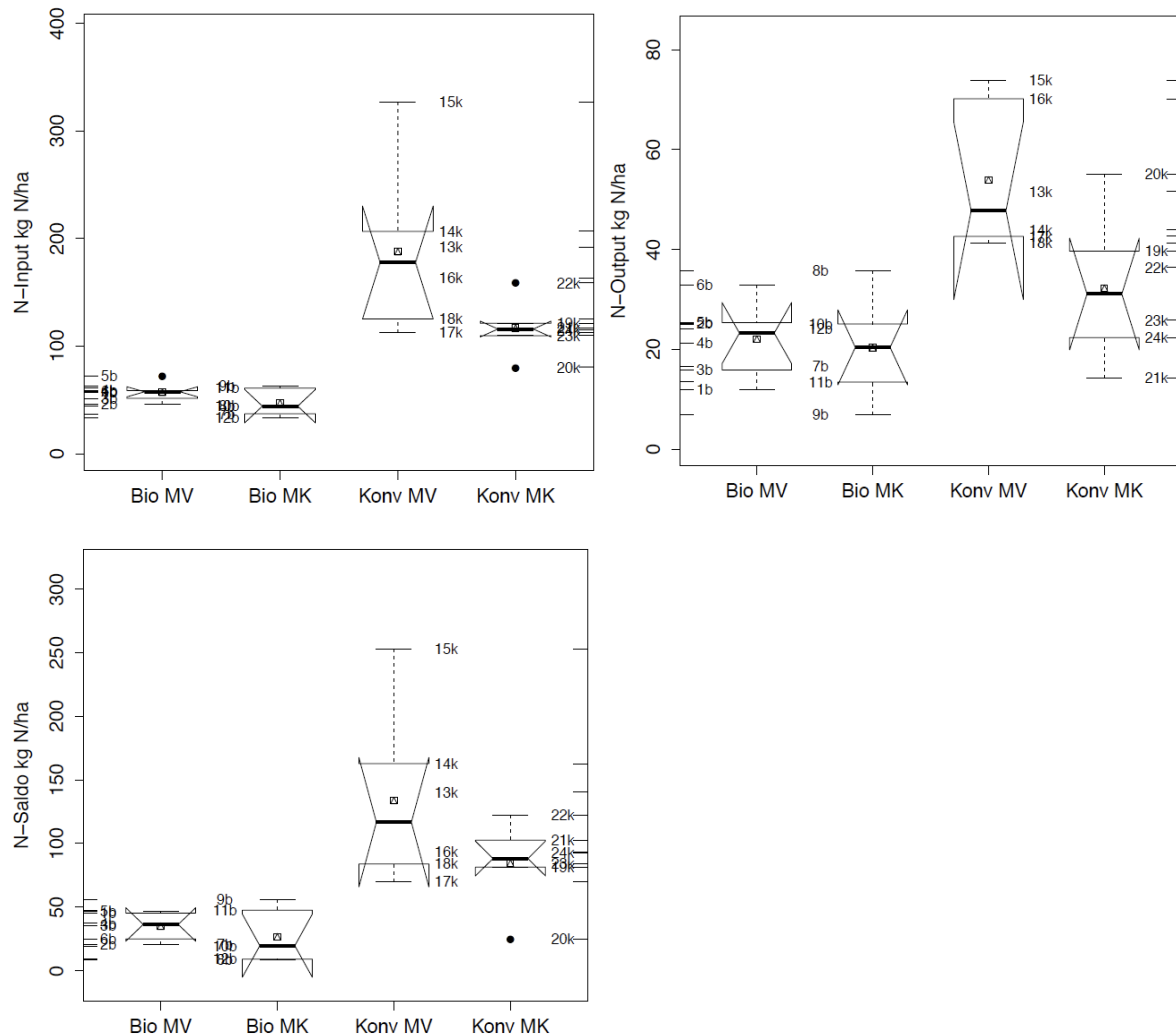


Abbildung 9: Verteilung der N-Inputs, Outputs und Saldi bei biologischen und konventionellen Betrieben

Beachtenswert ist, dass die Streuung der Stickstoffinputs, -ausfuhren und Saldi bei den Biobetrieben viel kleiner als bei den konventionellen Betrieben, insbesondere den konventionellen Milchviehbetrieben, sind. So können die Unterschiede zwischen einzelnen Betrieben desselben Typs bis zu einem Faktor 10 ausmachen. Bio-Milchviehbetriebe haben leicht höhere Inputwerte als Mutterkuhbetriebe, während dieser Unterschied bei den konventionellen Betrieben viel ausgeprägter ist. Die Unterschiede in der Streuung lassen sich dadurch erklären, dass die Biobetriebe innerhalb ihrer engen Rahmenbedingungen möglichst allen Stickstoff nutzen müssen und Abweichungen nach unten zu Ertragseinbußen führen, während Abweichungen nach oben für Biobetriebe teuer sind, da ein höherer Input nur über organischer Dünger oder Futtermittel und den Anbau von Leguminosen möglich ist. Bei den Biobetrieben sind dann auch 85% (MV) bzw. 93% (MK) des Stickstoffeintrags aus Leguminosenanbau. Konventionelle Betriebe andererseits weisen im Schnitt hohe Stickstoffgaben aus. Dies trifft insbesondere auf die Milchviehbetriebe zu, wegen des höheren Futterzukaufs und der insgesamt intensiveren Wirtschaftsweise.

Eine Besonderheit ist der eine sehr hohe Wert in den Inputs und dem Saldo bei den konventionellen Milchviehbetrieben. Dieser Betrieb mästet zusätzlich ebenfalls Schweine und führt über Futter und Tiere 325 kg N/ha ein, was bei ihm zu einem Saldo von 250 kg N/ha führt.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass ein großes N-Eutrophierungspotential auf den konventionellen Betrieben besteht (vor allem MV) und dass die N-Effizienz auf den Biobetrieben höher als auf den konventionellen Betrieben ist.

4.1.2 Phosphor

Diese Variablen werden als kg P₂O₅/ha berechnet. Die Inputs decken sämtliche Phosphorgaben ab, also synthetische und organische Dünger sowie Tierfutter. Die Outputs werden auch als kg P₂O₅/ha erhoben und decken die P-Mengen ab, die in den Produkten den Hof verlassen. Verluste auf dem Feld (Auswaschung, etc.) sind dabei nicht berücksichtigt. Für die Durchschnittswerte und zur Illustration der Verteilungen siehe Tabelle 6 und Abbildung 10.

Der durchschnittliche Phosphorinput auf Biobetrieben beträgt 6,2 kg P₂O₅/ha auf Milchviehbetrieben (MV) und 2,5 P₂O₅/ha auf Mutterkuhbetrieben (MK). Auf konventionellen Betrieben beträgt er 34,3 P₂O₅/ha (MV) und 14,1 P₂O₅/ha (MK). Damit weisen die Biobetriebe nur knapp 20% (MV und MK) des P-Inputs der konventionellen auf. Somit haben die Biobetriebe im Vergleich zu den konventionellen einen um über 80% (MV und MK) reduzierten Phosphorinput. Die tieferen Werte bei den Biobetrieben spiegeln die bekannte Phosphorknappheit auf Biobetrieben wider, während bei den konventionellen Betrieben die nur sehr schwache Einschränkung der Düngergaben für die Cross Compliance eine komfortable, resp. übermäßige (wie sich im Saldo zeigt, siehe weiter unten) P-Versorgung erlaubt. Dies ist insbesondere für die intensiveren Milchviehbetriebe der Fall.

Tabelle 6: Übersicht über die durchschnittliche Phosphorbilanz auf biologischen und konventionellen Betrieben

Kennzahl	Biobetriebe				Konventionelle Betriebe				Werte Bio im Vergleich zu Konventionel		
	Milchvieh		Mutterkuh		Milchvieh		Mutterkuh		Milchvieh	Mutterkuh	Alle
	absolut	%	absolut	%	absolut	%	absolut	%	%	%	%
P Input (kg P ₂ O ₅ /ha)	6.16		2.52		34.3		14.11		18%	18%	18%
Zukauf Düngemittel	0	0%	0.74	29%	9.15	27%	6.18	44%	0%	12%	5%
Zukauf Futtermittel	4.04	66%	1.39	55%	22.51	66%	6.92	49%	18%	20%	18%
Sonstiger Zukauf	2.12	34%	0.38	15%	2.65	8%	1.02	7%	80%	37%	68%
P Output (kg P ₂ O ₅ /ha)	9.33		8.67		24.19		14.78		39%	59%	46%
Fleischverkauf	1.8	19%	2.86	33%	6.09	25%	5.4	37%	30%	53%	41%
Milchverkauf	4.69	50%	0	0%	7.68	32%	0.03	0%	61%	na.	61%
Verkauf pflanzlicher Produkte	2.72	29%	5.93	68%	10.41	43%	9.34	63%	26%	63%	44%
Sonstige Verkäufe	0.13	1%	-0.11	-1%	0	0%	0	0%	na.	na.	na.
P Saldo (kg P ₂ O ₅ /ha)	-3.17		-6.15		10.11		-0.67		-31%	918%	-99%
Erträge (€/ha)	1312.2		835.2		2406.8		921.88		55%	91%	65%
Ertr. Rinder	198.1		589.1		901.2		731.2		22%	81%	48%
Ertr. Milch	823.1		0		1261		10.98		65%	0%	65%
Ertr. pflanzliche Produkte	291		246.1		244.6		179.7		119%	137%	127%
P-Effizienz (€ Ertrag/kg P ₂ O ₅)	213.02		331.43		70.17		65.34		304%	507%	360%

Quelle: Eigene Berechnungen basierend auf CONVIS-Bilanzen von 24 Betrieben in den Jahren 2007, 2008 und 2009

Durch Verkäufe von Milch, Fleisch und pflanzlichen Produkten werden von Biobetrieben 9,3 kg P₂O₅/ha (MV) bzw. 8,7 kg P₂O₅/ha (MK) abgeführt, während diese Werte bei konventionellen Betrieben 24,2 kg P₂O₅/ha (MV) bzw. 14,8 kg P₂O₅/ha (MK) betragen. Die durchschnittlichen Ausfuhren pro ha liegen also bei den Biobetrieben bei 39% (MV) bzw. 59% (MK) der Ausfuhren von konventionellen Betrieben. Diese geringeren Ausfuhren kommen durch geringere Erträge und geringere Viehbesatzdichten zustande.

Das Phosphorsaldo, d.h. die Differenz von Inputs und Outputs, bemisst sich auf Biobetrieben auf -3,2 kg P₂O₅/ha (MV) bzw. -6,2 kg P₂O₅/ha (MK), während auf konventionellen Betrieben Überschüsse von 10,1 kg P₂O₅/ha (MV) bzw. eine ziemlich ausgeglichene Bilanz von -0,7 kg P₂O₅/ha (MK) entstehen. Bei den Bio-Milchviehbetrieben liegt daher das P-Eutrophierungspotential (etwa durch Erosion) klar niedriger als auf den konventionellen Gegenstücken. Allerdings ist die Unterversorgung bei den Biobetrieben aus betrieblichen Gründen unbedingt im Auge zu behalten. Sowohl Mängel wie Überschüsse sind aber im tolerablen Bereich gemäß Lioy und Reding (2008), falls der entsprechende Betrieb eine entsprechende mittlere Versorgungsstufe, die zu hoch, resp. zu niedrig ist aufweist (-5 bis -25, resp. +5 bis +25 kg P₂O₅/ha), und liegen auch dort noch sehr nahe beim optimalen Bereich, der von -5 bis +5 kg P₂O₅/ha reicht. Die Biobetriebe führen also den Böden tendenziell zu wenig Phosphor zu, was je nach Größe und Verfügbarkeit der P-Lager im Boden über kurz oder lang zu Problemen führen kann. Um dies zu beurteilen, müsste man aber Zahlen über die P-Gehalte im Boden und deren chemische Form vorliegen haben. Die konventionellen Milchviehbetriebe andererseits führen fast durchwegs zu einer leichten P-Überdüngung. Während die einzelnen Biobetriebe und die konventionellen Mutterkuhbetriebe alle im oben angegebenen tolerablen Bereich liegen, weisen zwei konventionelle Milchbetriebe sehr hohe Saldi auf, einer davon mit 40 kg P₂O₅/ha sogar über der Tolerierbarkeitsgrenze.

Eine höhere Effizienz der P-Nutzung auf den Biobetrieben lässt sich daraus ableiten, dass die Inputs für Biobetriebe um 85% niedriger als für konventionelle sind, während es bei den Outputs nur 40-60% weniger sind. Die Phosphoreffizienz gemessen am monetären Ertrag, der sich pro Einheit Phosphorinput erwirtschaften lässt, ist auf Biobetrieben 200% (MV) bzw. 300% (MK) besser als bei den konventionellen Vergleichsbetrieben. Bei der Bewertung dieser Aussage ist aber die obenerwähnte Problematik der Phosphorknappheit auf Biobetrieben unbedingt zu berücksichtigen.

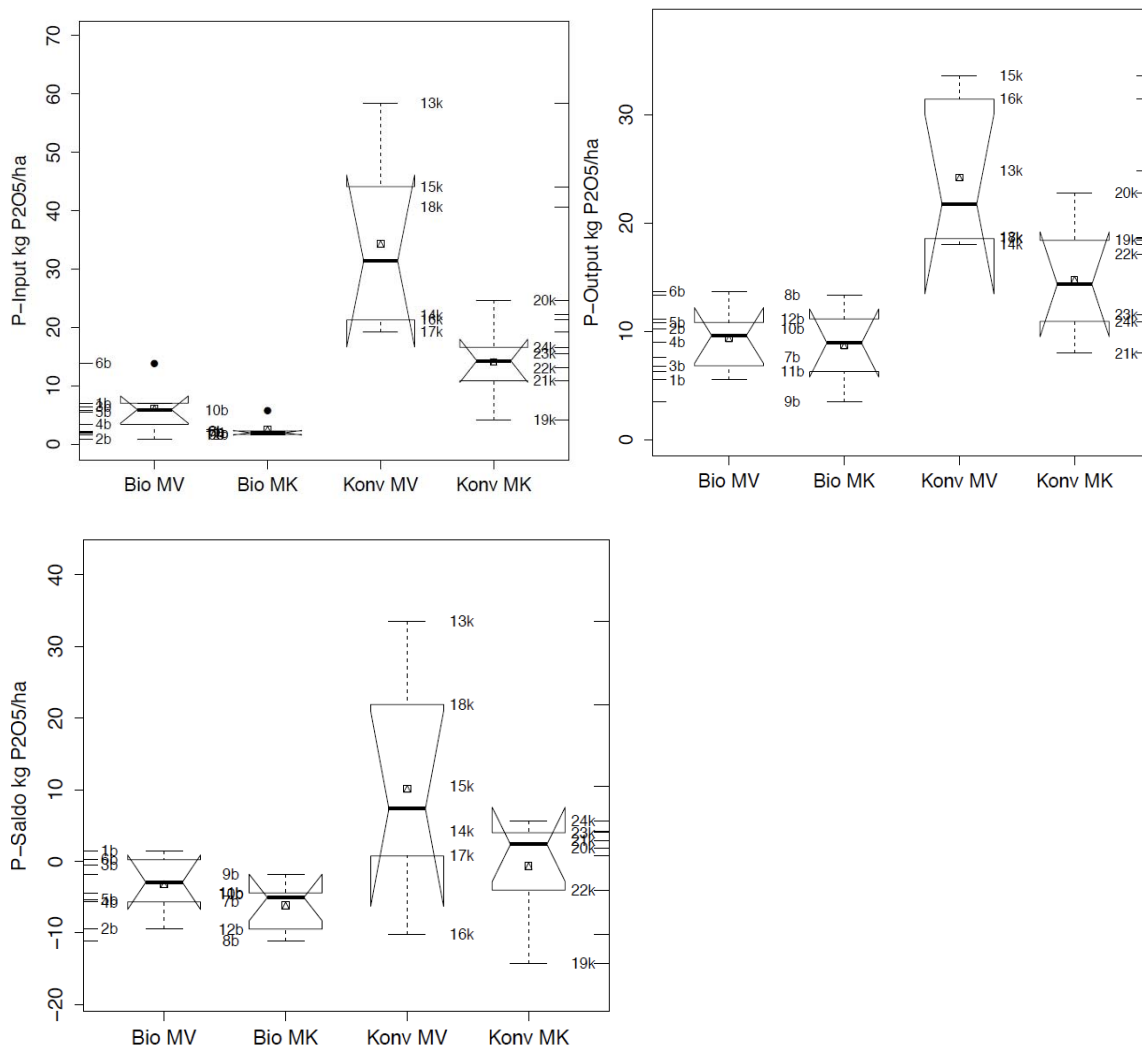


Abbildung 10: Verteilung der P-Inputs, Outputs und Saldi bei biologischen und konventionellen Betrieben

Ähnlich wie bei den Stickstoffbilanzen, ist bei den Biobetrieben die Streuung in den Inputs, Outputs und Saldi kleiner als bei den konventionellen, bei welchen die Milchviehbetriebe wieder die größte Streuung aufweisen. Die Unterschiede zwischen einzelnen Betrieben des gleichen Typs können bis zu einem Faktor über 100 ausmachen.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass kaum ein P-Eutrophierungspotential auf den Betrieben besteht (Außer für konventionelle MV) und dass aber die P-Effizienz auf den Biobetrieben grösser als auf den konventionellen Betrieben ist.

4.1.3 Kalium

Diese Variablen wurden als kg K_2O /ha berechnet. Die Inputs decken sämtliche Kaliumgaben ab, also sowohl synthetische wie organische Dünger. Die Outputs wurden ebenfalls als K_2O /ha erhoben und decken die Mengen ab, die in Produkten den Hof verlassen. Verluste auf dem Feld (Auswaschung, etc.) sind dabei nicht berücksichtigt. Für die Durchschnittswerte und zur Illustration der Verteilungen siehe Tabelle 7 und Abbildung 11. Beim Kalium ist noch hervorzuheben, dass es abgesehen von der Begrenztheit der Kaliumressourcen keine negativen Umweltwirkungen hat.

Der durchschnittliche Kaliuminput auf Biobetrieben beträgt 5,6 kg K₂O/ha auf Milchviehbetrieben (MV) und 7,5 kg K₂O/ha auf Mutterkuhbetrieben (MK). Auf konventionellen Betrieben beträgt er 30,9 kg K₂O/ha (MV) und 16,9 kg K₂O/ha (MK). Damit haben die Biobetriebe einen Inputlevel, der knapp 20% (MV) bzw. 45% (MK) des Inputlevels auf den konventionellen Betrieben entspricht. Die Biobetriebe haben somit im Vergleich zu den konventionellen einen um 80% (MV) und 55% (MK) reduzierten Kaliuminput. Dies ist vor allem auf das Zukaufsverbot von chem.-synthetischen Düngern und den stark reduzierten Futterzukauf zurückzuführen.

Tabelle 7: Übersicht über die durchschnittliche Kaliumbilanz auf biologischen und konventionellen Betrieben

Kennzahl	Biobetriebe				Konventionelle Betriebe				Werte Bio im Vergleich zu Konventionel		
	Milchvieh		Mutterkuh		Milchvieh		Mutterkuh		Milchvieh	Mutterkuh	Alle
	absolut	%	absolut	%	absolut	%	absolut	%	%	%	%
K Input (kg K₂O/ha)	5.58		7.53		30.86		16.88		18%	45%	27%
Zukauf Düngemittel	0	0%	2.3	31%	8.63	28%	8.97	53%	0%	26%	13%
Zukauf Futtermittel	5.21	93%	5.04	67%	21.61	70%	7.58	45%	24%	66%	35%
Sonstiger Zukauf	0.36	6%	0.19	3%	0.63	2%	0.33	2%	57%	58%	57%
K Output (kg K₂O/ha)	7.61		5.41		17.08		10.94		45%	49%	46%
Fleischverkauf	0.31	4%	0.49	9%	1.05	6%	0.93	9%	30%	53%	40%
Milchverkauf	3.83	50%	0	0%	6.28	37%	0.03	0%	61%	na.	61%
Verkauf pflanzlicher Produkte	3.44	45%	4.97	92%	9.76	57%	10	91%	35%	50%	43%
Sonstige Verkäufe	0.02	0%	-0.05	-1%	0	0%	0	0%	na.	na.	na.
K Saldo (kg K₂O/ha)	-2.03		2.12		13.78		5.94		-15%	36%	0%
Erträge (€/ha)	1312.2		835.2		2406.8		921.88		55%	91%	65%
Ertr. Rinder	198.1		589.1		901.2		731.2		22%	81%	48%
Ertr. Milch	823.1		0		1261		10.98		65%	0%	65%
Ertr. pflanzliche Produkte	291		246.1		244.6		179.7		119%	137%	127%
K-Effizienz (€ Ertrag/kg K₂O)	235.16		110.92		77.99		54.61		302%	203%	235%

Quelle: Eigene Berechnungen basierend auf CONVIS-Bilanzen von 24 Betrieben in den Jahren 2007, 2008 und 2009

Durch Verkäufe von Milch, Fleisch und pflanzlichen Produkten werden von Biobetrieben 7.6 kg K₂O/ha (MV) bzw. 5,4 kg K₂O/ha (MK) abgeführt, während diese Werte bei konventionellen Betrieben 17,0 (MV) bzw. 10,9 kg K₂O/ha (MK) betragen. Die Ausfuhren von den Biobetrieben entsprechen also etwa 45% (MV) bzw. 49% (MK) der Ausfuhren von konventionellen Betrieben. Diese geringeren Ausfuhren kommen durch geringere Erträge und geringere Viehbesatzdichten zustande.

Das Kaliumsaldo, d.h. die Differenz von Inputs und Outputs, bemisst sich auf Biobetrieben auf -2 kg K₂O/ha (MV) bzw. 2 kg K₂O/ha (MK), während auf konventionellen Betrieben Überschüsse von 13,8 kg K₂O/ha (MV) bzw. 5,9 kg K₂O/ha (MK) entstehen.

Eine höhere Effizienz der Kaliumnutzung auf den Biobetrieben lässt sich auch ableiten, da die Inputs auf Biobetrieben 82% (MV), bzw. 55% (MK) niedriger sind als auf konventionellen Betrieben, während dies bei den Outputs nur 55, bzw. 51% weniger sind. Dies ist besonders ausgeprägt für Mutterkuhbetriebe. Die Kaliumeffizienz gemessen am monetären Ertrag, der sich pro Einheit Kaliuminput erwirtschaften lässt, ist auf Biobetrieben 200% (MV) bzw. 100% (MK) besser als bei den konventionellen Vergleichsbetrieben.

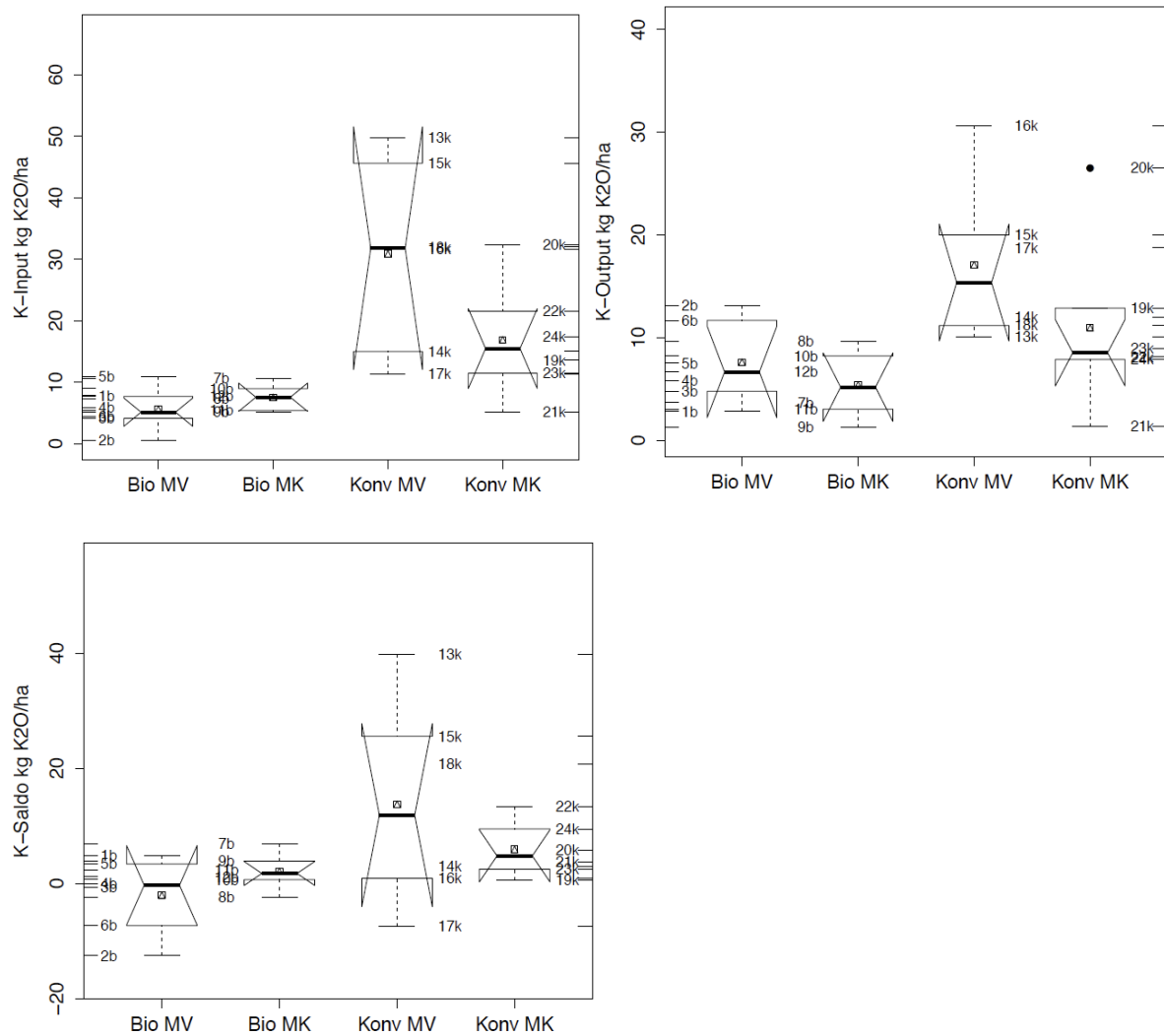


Abbildung 11: Verteilung der K-Inputs, Outputs und Saldi bei biologischen und konventionellen Betrieben

Wiederum ist die Streuung der Inputs, Ausfuhren und Saldi bei den Biobetrieben tendenziell kleiner (bei den Outputs eher gleich) als bei den konventionellen Betrieben, insbesondere bei den konventionellen Milchviehbetrieben. Die Unterschiede zwischen einzelnen Betrieben desselben Typs können bis zu einem Faktor weit über 300 ausmachen. Bio-Milchviehbetriebe haben – anders als bei N und P - weniger hohe Inputwerte als Mutterkuhbetriebe. Diese Relation ist bei den konventionellen umgekehrt und auch auf höherem Niveau und mit viel höherer Streuung.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass das K-Saldo im Mittel etwa ausgeglichen ist und dass keine negativen Umweltwirkungen daraus resultieren.

4.2 Fossile Energie

Diese Variablen werden als Gigajoule (GJ)/ha berechnet. Die Inputs decken sämtlichen Verbrauch an fossilen Energieträgern inklusive grauer Energie von wichtigen Inputs ab, also a) Diesel und Stromverbrauch von Geräten und Maschinen und b) Energieverbrauch für Dünger, Futtermittel, Investitionen und sonstige Inputs. Die Outputs wurden auch als GJ/ha dargestellt. Für die Durchschnittswerte und zur Illustration der Verteilungen siehe Tabelle 8 und Abbildung 12.

Der durchschnittliche Input an fossiler Energie auf Biobetrieben beträgt 13 GJ/ha auf Milchviehbetrieben (MV) und 9,3 GJ/ha auf Mutterkuhbetrieben (MK). Auf konventionellen Betrieben beträgt er 34,4 GJ/ha (MV) und 17,3 GJ/ha (MK). Damit haben die Biobetriebe 38% (MV) bzw. 54% (MK) des fossilen Energieverbrauchs der konventionellen, im Vergleich zu den konventionellen Betrieben also einen um 62% (MV) und 46% (MK) reduzierten Input an fossilen Energieträgern. Dies ist vor allem auf das Zukaufsverbot von chem.-synthetischen Stickstoffdüngern und den stark reduzierten Futterzukauf, bei den Milchviehbetrieben auch auf einen erhöhten Bedarf bei den konventionellen Betrieben an direkter Energie und höheren Investitionen, zurückzuführen.

Tabelle 8: Übersicht über die durchschnittliche Energiebilanz bzgl. fossiler Energieträger (FE) auf biologischen und konventionellen Betrieben

Kennzahl	Biobetriebe				Konventionelle Betriebe				Werte Bio im Vergleich zu Konventionel		
	Milchvieh		Mutterkuh		Milchvieh		Mutterkuh		Milchvieh	Mutterkuh	Alle
	absolut	%	absolut	%	absolut	%	absolut	%	%	%	%
FE Input (GJ/ha)	12.98		9.31		34.44		17.27		38%	54%	43%
Zukauf Düngemittel	0.19	1%	0.22	2%	6.53	19%	4.77	28%	3%	5%	4%
Zukauf Futtermittel	1.19	9%	0.65	7%	9.2	27%	2.24	13%	13%	29%	16%
Sonstiger Zukauf	2.14	16%	1.51	16%	3.12	9%	1.66	10%	69%	91%	76%
Dieserverbrauch	4.65	36%	3.25	35%	6.32	18%	3.72	22%	74%	87%	79%
Stromverbrauch	2.79	21%	1.46	16%	5.17	15%	2.33	13%	54%	63%	57%
Investitionen	2.02	16%	2.23	24%	4.06	12%	2.55	15%	50%	87%	64%
Energie-Output (GJ/ha)	14.63		14.61		38.01		23.45		38%	62%	48%
Fleischverkauf	1.62	11%	2.41	16%	4.89	13%	4.51	19%	33%	53%	43%
Milchverkauf	6.72	46%	0	0%	11.45	30%	0.05	0%	59%	na.	58%
Verkauf pflanzlicher Produkte	6.01	41%	11.76	80%	20.48	54%	18.81	80%	29%	63%	45%
Sonstige Verkäufe	0.27	2%	0.44	3%	1.2	3%	0.07	0%	na.	na.	na.
Energie-Saldo (Outp.-Inp., GJ)	1.65		5.3		3.57		6.18		46%	86%	71%
Erträge (€/ha)	1312.2		835.2		2406.8		921.88		55%	91%	65%
Ertr. Rinder	198.1		589.1		901.2		731.2		22%	81%	48%
Ertr. Milch	823.1		0		1261		10.98		65%	0%	65%
Ertr. pflanzliche Produkte	291		246.1		244.6		179.7		119%	137%	127%
Effizienz 1 (€ Ertrag/GJ Input)	101.09		89.71		69.88		53.38		145%	168%	150%
Effizienz 2 (GJ Output/GJ Input)	1.13		1.57		1.10		1.36		102%	116%	110%

Quelle: Eigene Berechnungen basierend auf CONVIS-Bilanzen von 24 Betrieben in den Jahren 2007, 2008 und 2009

Durch Verkäufe von Milch, Fleisch und pflanzlichen Produkten werden von Biobetrieben 14,6 GJ/ha (MV und MK) abgeführt, während diese Werte bei konventionellen Betrieben 38 (MV) bzw. 23,5 GJ/ha (MK) betragen. Die Ausfuhren von den Biobetrieben entsprechen also etwa 38% (MV) bzw. 62% (MK) der konventionellen Ausfuhren. Diese geringeren Ausfuhren kommen durch geringere Erträge und geringere Viehbesatzdichten zustande.

Das Energiesaldo, d.h. die Differenz von Energieoutputs und Inputs an fossiler Energie, bemisst sich auf Biobetrieben auf 1,7 GJ/ha (MV) bzw. 5,3 GJ/ha (MK) und auf konventionellen Betrieben auf 3,6 GJ/ha (MV) bzw. 6,2 GJ/ha (MK).

Eine höhere Effizienz der fossilen Energienutzung auf den Biobetrieben anhand der Input und Outputvergleiche zwischen Bio- und konventionellen Betrieben lässt sich für Milchviehbetriebe nicht ableiten, da sowohl Inputs wie Outputs bei den Biobetrieben einen ähnlichen Anteil der konventionellen ausmachen. Bei den Mutterkuhbetrieben ist diese Effizienz aber 16% höher bei den Biobetrieben. Die Energieeffizienz gemessen am fossilen Energieinput, der notwendig ist, um einen Euro Ertrag zu erwirtschaften, ist auf Biobetrieben 31% (MV) bzw. 40% (MK) besser als bei den konventionellen Vergleichsbetrieben. Bei der

„monetären“ Effizienz, gemessen am Ertrag in Euro, der sich pro Einheit Input an fossiler Energie erwirtschaften lässt, haben die Biobetriebe aber um 45% (MV) resp. 68% (MK) höhere Werte.

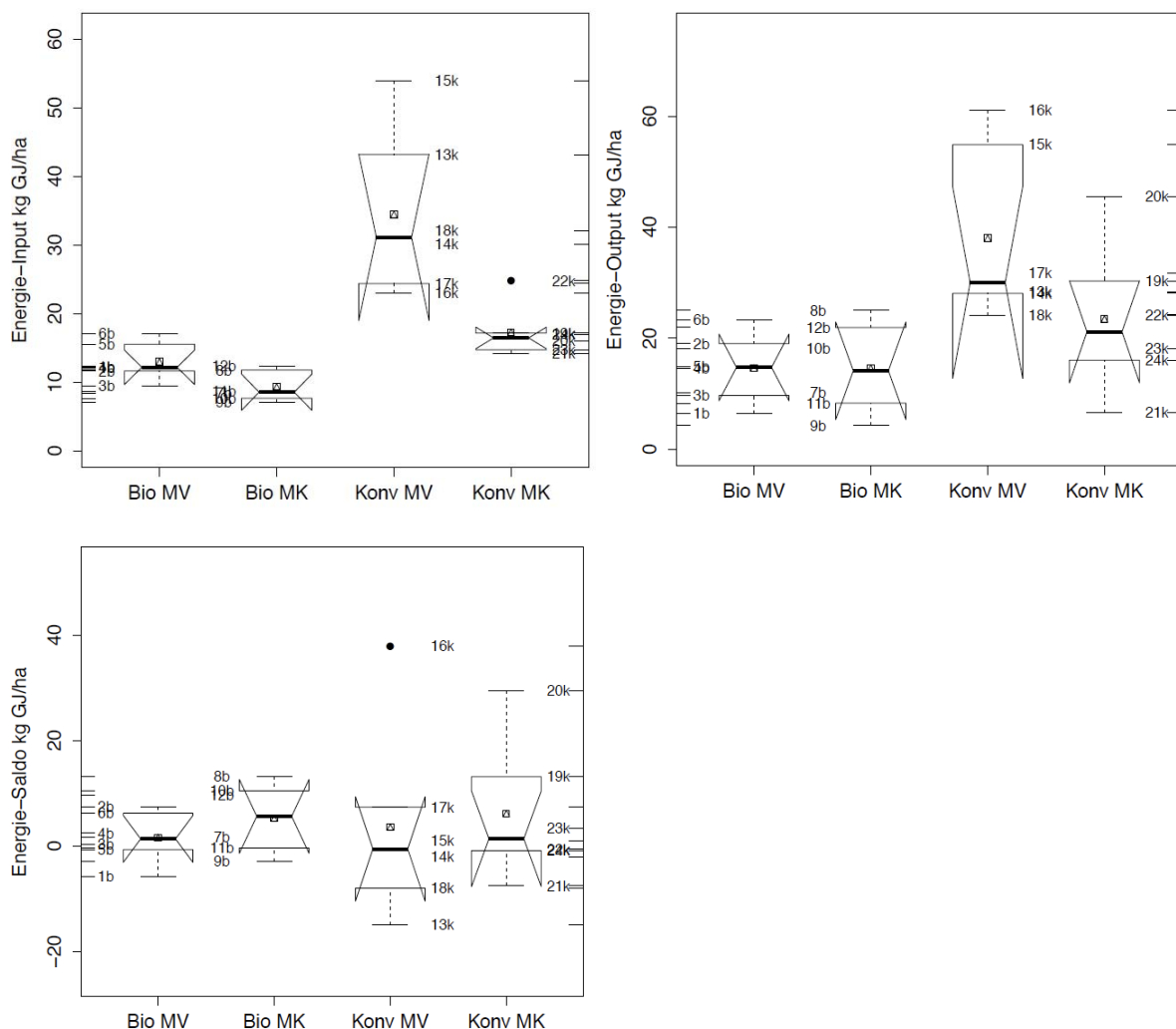


Abbildung 12: Verteilung der Inputs, Outputs und Saldi von fossiler Energie bei biologischen und konventionellen Betrieben

Wie schon bei den Nährstoffen ist die Streuung bei der fossilen Energie bei den Biobetrieben viel kleiner als bei den konventionellen. Bei der Differenzierung nach Milchvieh- und Mutterkuhbetrieben sieht man aber, dass die Streuung von ersteren herrührt, während die konventionellen Betriebe ohne Milchvieh eine kleinere Streuung aufweisen, insbesondere bei den Inputs.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass Biobetriebe einen geringeren Energiebedarf haben (insbesondere an grauer Energie) und dass die Energieeffizienz auf den Biobetrieben grösser als auf den konventionellen Betrieben ist.

4.3 Treibhausgasemissionen

Die Treibhausgasemissionen werden gesondert für Betriebsmittel, Tierproduktion und Pflanzenproduktion, sowie Kohlenstoffsenken ausgewiesen. Die Treibhausgas-Gesamtbilanz ist die Differenz zwischen Gesamtemissionen und Kohlestoffsinken. Alle Emissionen und Senkenleistungen werden in CO₂-Äquivalenten (kg CO₂eq) errechnet, wobei in diesem Bericht Methan mit einem Global Warming Potential von 21 und Lachgas mit 310

berücksichtigt wurde (vgl. Lioy und Reding 2008). Für die Durchschnittswerte und zur Illustration der Verteilungen siehe Tabelle 9 und Abbildung 13, Abbildung 14 und Abbildung 15.

4.3.1 Gesamtemissionen, Senken und THG-Bilanz

Die durchschnittlichen Gesamt-Treibhausgasemissionen auf Biobetrieben betragen 4318 kg CO₂eq/ha auf Milchviehbetrieben (MV) und 3744 kg CO₂eq/ha auf Mutterkuhbetrieben (MK). Auf konventionellen Betrieben betragen sie 9875 kg CO₂eq/ha (MV) und 7269 kg CO₂eq/ha (MK). Damit haben die Biobetriebe Emissionen, die bei 43% (MV) bzw. 52% der Emissionen der konventionellen Betriebe liegen. Die Biobetriebe haben somit im Vergleich zu den konventionellen um 57% (MV) und 48% (MK) geringere Gesamtemissionen. Dies ist vor allem auf das Zukaufsverbot von chem.-synthetischen Stickstoffdüngern, den stark reduzierten Futterzukauf und die geringeren Tierbesatzdichten zurückzuführen.

Tabelle 9: Übersicht über die durchschnittliche Treibhausgasbilanz auf biologischen und konventionellen Betrieben (die Mittelwerte bei der Senkenleistung sind wegen Ausreißern wenig aussagekräftig – s. Diskussion im Text)

Kennzahl	Biobetriebe				Konventionelle Betriebe				Werte Bio im Vergleich zu Konventionell		
	Milchvieh		Mutterkuh		Milchvieh		Mutterkuh		Milchvieh	Mutterkuh	Alle
	absolut	%	absolut	%	absolut	%	absolut	%	%	%	%
Betriebsmittel (kg CO ₂ eq)	899.9		586.3		4083		1855		22%	32%	25%
Zukauf Düngemittel	19.61	2%	21.58	4%	688.7	17%	536.2	29%	3%	4%	3%
Energieverbrauch	600.1	67%	369.2	63%	805.2	20%	446.1	24%	75%	83%	77%
Zukauf Futtermittel	132.8	15%	48.4	8%	1171	29%	261.9	14%	11%	18%	13%
Sonstiger Zukauf	147.5	16%	147.2	25%	1418	35%	610.7	33%	10%	24%	15%
Tierproduktion (kg CO ₂ eq)	2256		2164		3465		3570		65%	61%	63%
Verdauung	1467	65%	1416	65%	2456	71%	2444	68%	60%	58%	59%
Lager	122.3	5%	84.76	4%	276.4	8%	218.4	6%	44%	39%	42%
Ausbringung	205.9	9%	173.9	8%	287	8%	218.4	6%	72%	80%	75%
Weide	460.3	20%	489.4	23%	445.9	13%	689.2	19%	103%	71%	84%
Pflanzenproduktion (kg CO ₂ eq)	1062		993.8		2327		1844		46%	54%	49%
Boden	695.1	65%	732.5	74%	722.9	31%	792.1	43%	96%	92%	94%
Mineraldünger	0	0%	0	0%	752	32%	590.6	32%	0%	na.	0%
Diesel	336.8	32%	235.1	24%	457	20%	269	15%	74%	87%	79%
DGL Umbruch	0	0%	0	0%	306	13%	182.3	10%	0%	0%	0%
Stroh	0.2	0%	1.87	0%	0	0%	0	0%	na.	na.	na.
Zw.-Frucht	29.74	3%	24.22	2%	0	0%	0	0%	na.	na.	na.
Diverses	0	0%	0	0%	88.1	4%	10	1%	0%	0%	0%
Senkenleistung (kg CO ₂ eq)	1221		946.6		1469		1072		83%	88%	85%
Senkenleistung MEDIAN	1203		814		304		623		396%	131%	218%
Mulchsaat	125.9	10%	0	0%	1071	73%	335	31%	12%	0%	9%
Positive Humusbilanz	1095	90%	946.6	100%	330.1	22%	677.3	63%	332%	140%	203%
Biodiesel	0	0%	0	0%	34.09	2%	23.55	2%	0%	0%	0%
Grünland Neuansaat	0	0%	0	0%	33.82	2%	35.98	3%	0%	0%	0%
Emissionen total (kg CO ₂ eq)	4217.9		3744.1		9875		7269		43%	52%	46%
Saldo (Em - Senken) (kg CO ₂ eq)	2996.9		2797.5		8406		6197		36%	45%	40%
Erträge (€/ha)	1312.2		835.2		2406.8		921.88		55%	91%	65%
Ertr. Rinder	198.1		589.1		901.2		731.2		22%	81%	48%
Ertr. Milch	823.1		0		1261		10.98		65%	0%	65%
Ertr. pflanzliche Produkte	291		246.1		244.6		179.7		119%	137%	127%
THG-Effizienz (€ Ertrag/kg CO ₂ eq)	0.31		0.22		0.24		0.13		128%	176%	139%

Quelle: Eigene Berechnungen basierend auf CONVIS-Bilanzen von 24 Betrieben in den Jahren 2007, 2008 und 2009

Diese und weitere Details sind aus Tabelle 9 ersichtlich, in der die Emissionen nach Betriebsmitteln, Tier- und Pflanzenproduktion und den jeweils relevanten Unterkategorien aufgeschlüsselt sind. Anteilsmäßig sind bei den Betriebsmitteln die Emissionen aus dem direkten Energieverbrauch für Biobetriebe viel wichtiger als für konventionelle Betriebe, für die der Dünger- und Futtermittelzukauf dominieren. Ähnlich bei der Pflanzenproduktion, bei

der die Bodenemissionen und der Dieserverbrauch bei den Biobetrieben anteilmäßig am wichtigsten sind, während es bei den konventionellen die Böden und Mineraldünger sind. Dauergrünlandumbruch spielt bei den konventionellen Betrieben mit gut 10% im Mittel auch eine nicht unwichtige Rolle, ist aber nur ein Thema in vier Betrieben (in einem davon in 2 Jahren). Dies bedeutet, dass diese Quelle nur vereinzelt vorkommt, dann aber einen recht großen Beitrag zu den Emissionen leisten kann.

Neben den Emissionen sind für eine umfassende THG-Bilanz die Kohlenstoffsenken zu beachten. Im Schnitt haben Biobetriebe mit 1221 kg CO₂eq/ha (MV) bzw. 947 kg CO₂eq/ha (MK) eine um 17% resp. 12% kleinere Senkenleistung als die konventionellen Betriebe (1469 kg CO₂eq/ha (MV) bzw. 1072 kg CO₂eq/ha (MK)). Dieses Resultat wird durch extreme Senkenleistungen bei einem konventionellen MV- und durch hohe Werte bei einem konventionellen MK-Betrieb erklärt. Stellt man statt auf Mittelwerte auf Mediane ab, dann sind die Werte der Biobetriebe viermal so hoch (MV) und um 30% (MK) höher als die der konventionellen Betriebe. Die Extremwerte bei den beiden konventionellen Betrieben kommen durch hohe Sequestrierungsraten von Mulchsaat in einem (6000 kg CO₂eq/ha), resp. zwei Jahren (9000 und 10300 kg CO₂eq/ha) zustande (siehe auch Abbildung 13). Die höheren konventionellen Durchschnittswerte für Mulchsaat in obiger Tabelle sind deshalb nicht aussagekräftig und für diesen Vergleich müssen unbedingt die Medianwerte verwendet werden. Die Humusbilanz als wesentlicher Bestandteil der Senkenleistung mit vielen Co-Benefits betreffend Bodenqualität ist bei den Biobetrieben auch über dreimal so hoch wie bei den konventionellen (MV), resp. 40% höher (MK).

Im Saldo (Emissionen minus Senken) betragen die Werte der Biobetriebe 2997 kg CO₂eq/ha (MV) bzw. 2798 kg CO₂eq/ha (MK), während die konventionellen Werte von 8406 kg CO₂eq/ha (MV) bzw. 6197 kg CO₂eq/ha (MK) aufweisen. Die Biobetriebe emittieren netto pro ha also nur 36% (MV) resp. 45% (MK) der Emissionen der konventionellen Betriebe.

Die Treibhausgaseffizienz gemessen an den Euro-Erträgen, die sich pro Einheit Emissionen (ohne Berücksichtigung der Senken) erwirtschaften lassen, ist auf Biobetrieben 28% (MV) bzw. 76% (MK) besser als bei den konventionellen Vergleichsbetrieben.

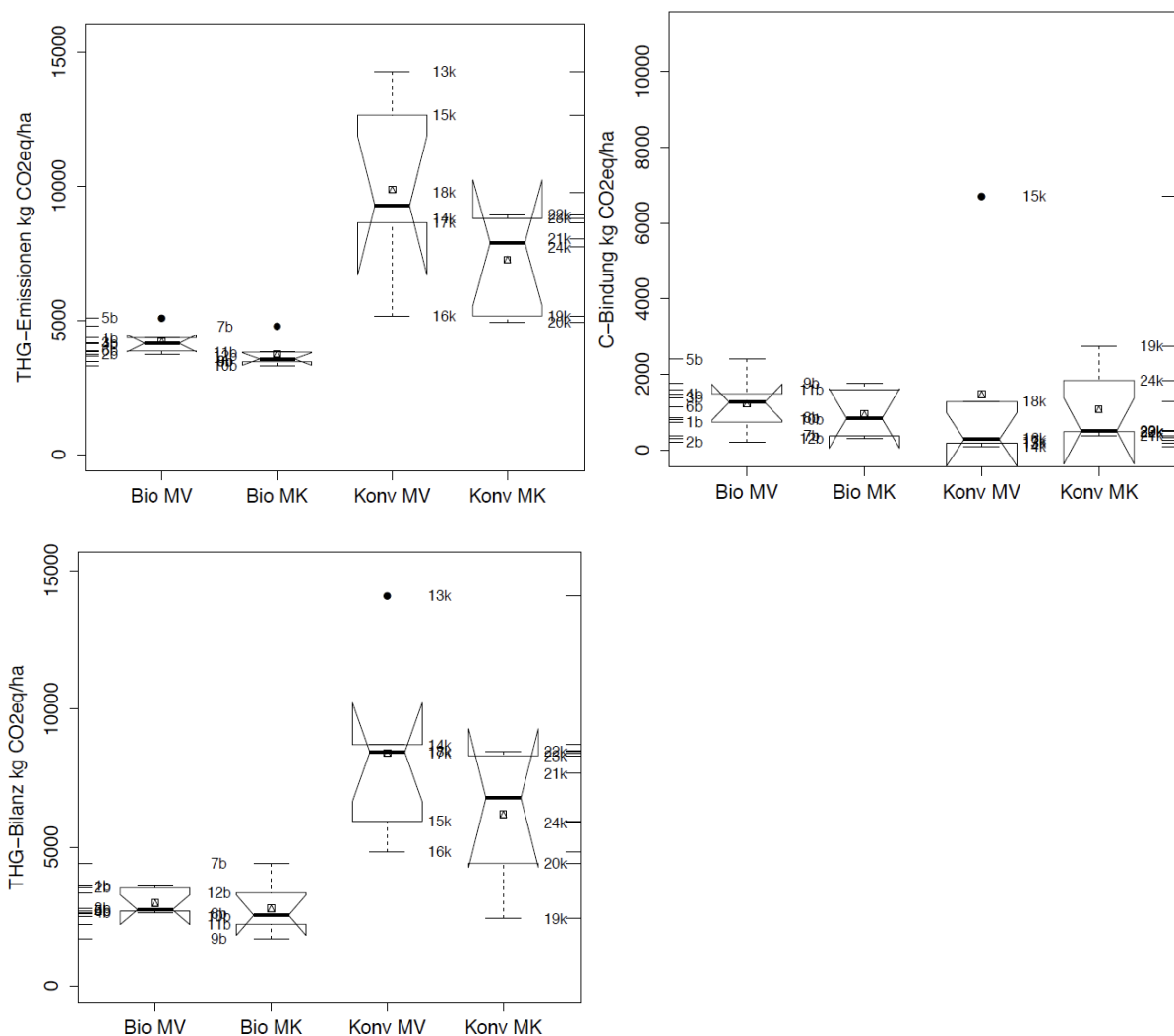


Abbildung 13: Verteilung der THG-Gesamtemissionen, Senken und das Saldo bei biologischen und konventionellen Betrieben

Bei den THG-Emissionen ist die Streuung wie schon bei den anderen ökologischen Variablen für die konventionellen Betriebe um ein Vielfaches größer als für die Biobetriebe. Anders als für andere Variablen bestehen aber keine Unterschiede der Streuung zwischen den konventionellen MV- und MK-Betrieben. Im Unterschied zu den anderen Variablen, die wir bis jetzt analysiert haben, weisen auch die Werte der Kohlenstoffsenken bei den Biobetrieben eine sehr große Streuung auf.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die Biobetriebe weniger pro ha und pro monetärem Ertrag emittieren als die konventionellen Betriebe, und dass die Bodenkohlenstoffsequestrierung auf Biobetrieben (Senkenleistung) um einen Faktor 1,3 (MK) bis 4 (MV) größer ist als für konventionelle Betriebe.

4.3.2 Emissionen aus Betriebsmitteln, Tier- und Pflanzenproduktion

Gliedert man die Gesamtemissionen in Quellen aus Betriebsmitteln, Tier- und Pflanzenproduktion auf, so sieht man, dass dies bei den Biobetrieben die Anteile 21, 53 und 25% (MV) resp. 16, 58, 27% (MK), also recht ähnliche Werte ergibt, während es bei den konventionellen mit 41, 35 und 24% (MV) resp. 26, 49 und 25% (MK) in Betriebsmitteln und Tierproduktion durchaus verschieden ist (Abbildung 14).

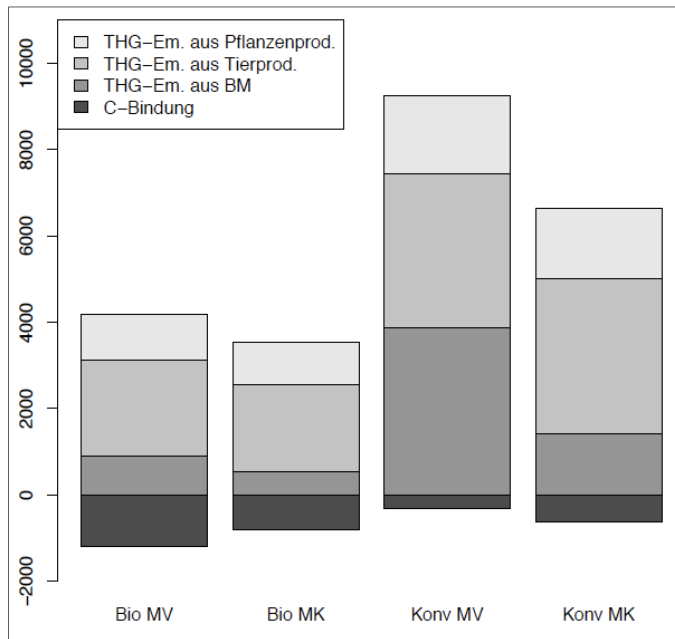


Abbildung 14: Anteile der THG-Emissionen aus Betriebsmitteln, Tierproduktion und Pflanzenproduktion an den Gesamtemissionen bei biologischen und konventionellen Betrieben (Medianwerte)

Dies erklärt sich vor allem aus den wesentlich höheren Zukäufen und dem höheren Energieverbrauch der konventionellen MV Betriebe im Vergleich zu den konventionellen MK Betrieben.

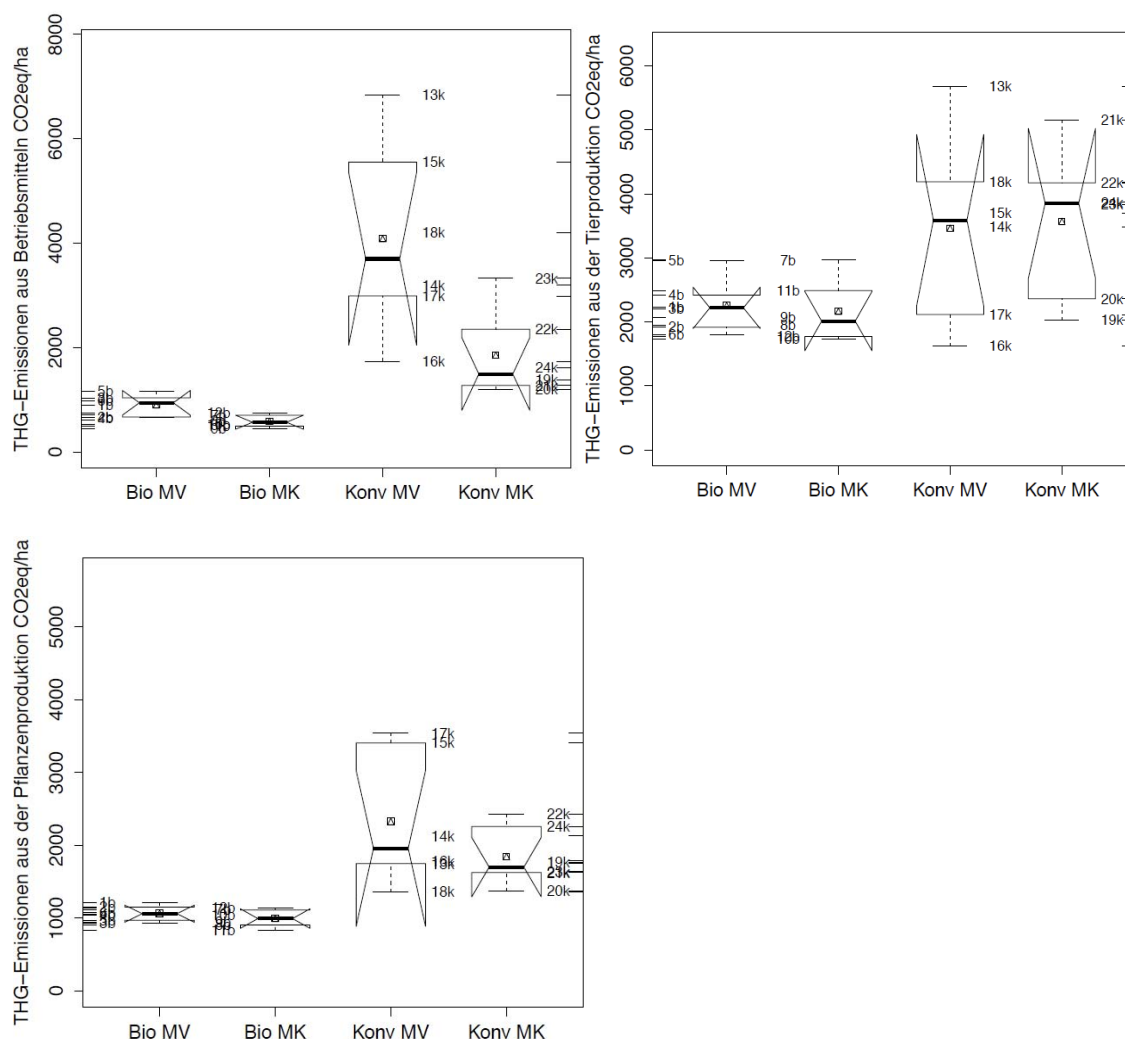


Abbildung 15: THG-Emissionen aus Betriebsmitteln, Tierproduktion und Pflanzenproduktion bei biologischen und konventionellen Betrieben

Emissionen aus den Betriebsmitteln betragen bei den Biobetrieben im Schnitt 900 kg CO₂eq/ha (MV) resp. 586 kg CO₂eq/ha (MK) und bei den konventionellen 4083 kg CO₂eq/ha (MV) resp. 1855 kg CO₂eq/ha (MK). Die Emissionen der Biobetriebe liegen damit bei 22% bzw. 32% der Emissionen der konventionellen Betriebe. Somit haben die Biobetriebe im Vergleich zu den konventionellen um 78% resp. 68% reduzierte Emissionen. Dabei ist auch die Streuung der Biobetriebe sehr viel kleiner als die der konventionellen. Die Unterschiede rühren daher, dass bei den Biobetrieben die Zukäufe an Dünger, Futter und sonstigen Inputs⁷ massiv viel kleiner ausfallen. Unterschiede in den Zukäufen erklären auch die Unterschiede zwischen den konventionellen MV und MK.

Bei der Tierproduktion zeigt sich ein ähnliches, wenn auch stark abgeschwächtes Bild wie bei den Betriebsmitteln. Die Emissionen der Biobetriebe sind niedriger als die der konventionellen und liegen bei 65% (MV) bzw. 61% (MK) derer Emissionen, die Reduktion auf den Biobetrieben beträgt hier also 35-40%. Die Streuung der Werte ist wieder bei den konventionellen grösser – aber nicht so massiv viel mehr wie bei den Betriebsmitteln. Hier

⁷ Saatgut, Tierimport, PSM, Plastik, Wasser, Medikamente fürs Vieh, Maschinen und Gebäude

lassen sich die Unterschiede in den Emissionen durch den geringeren Tierbesatz pro ha bei den Biobetrieben erklären.

Ein ähnliches Bild wie bei der Tierproduktion zeigt die Pflanzenproduktion, wo die Unterschiede bei um 45-55% tieferen Emissionen der Biobetriebe liegen. Hier ist die Streuung für die Milchviehbetriebe nochmals besonders hoch und viel höher als die der anderen Betriebstypen. Eine genauere Betrachtung zeigt, dass die Emissionen der Pflanzenproduktion auf Biobetrieben vornehmlich aus Lachgasemissionen der gedüngten Böden bestehen (im Mittel etwa 70%), während Maschinen (Diesel) etwa 25-30% ausmachen. Der Rest entfällt auf Zwischenfrüchte. Bei den konventionellen Betrieben ist die Verteilung anders. Nur etwa 30-40% der Emissionen stammen aus gedüngten Böden und 15-20% aus dem Dieserverbrauch der Maschinen. Dies ist der Fall, da ein zusätzlicher wichtiger Posten anfällt, der bei den Biobetrieben nicht auftritt, nämlich die Lachgasemissionen der Anwendung mineralischer Dünger, die gut 30% ausmachen. Wir weisen darauf hin, dass die Emissionen aus der Verwendung organischer Dünger (in unserem Sample also Gülle und Mist) bei den Emissionen aus der Tierproduktion aufgeführt ist. Kleiner, aber mit gut 10% durchaus auch relevant, bei den konventionellen Betrieben sind die Emissionen aus Dauergrünlandumbruch (negative Humusbilanz). Wie oben schon erklärt, kommt diese Quelle nur vereinzelt vor, kann dann aber einen recht großen Beitrag zu den Emissionen leisten.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die Emissionen aus Betriebsmitteln, Tier- und Pflanzenproduktion jeweils bei den biologisch wirtschaftenden Betrieben niedriger sind als bei den konventionellen Betrieben.

4.4 Biodiversität

4.4.1 Auswertung der Vegetationsaufnahmen der Äcker

Die Auswertung erfolgte anhand synthetischer Kenngrößen, wie der Artenzahl oder der Deckungswerte der Unkräuter. Grundsätzlich eignen sich beide Parameter für eine erste Einschätzung der biologischen Wertigkeit von Beständen, denn hohe Artenzahlen bedeuten eine höhere artspezifische Biodiversität, wohingegen hohe Deckungswerte Hinweise auf die Individuenzahl und damit die Populationsgröße als Voraussetzung einer genetischen Diversität liefern. In diesem Bericht werden jedoch nur die Artenzahlen berücksichtigt, die Auswertung der Deckungswerte ist im Teilbericht zur Biodiversität nachzulesen.

Bei der Interpretation der Artenzahlen muss bedacht werden, dass hohe Artenzahlen im Acker nicht zwangsweise als Grad für die Artensättigung der untersuchten Segetal-Gesellschaften stehen, sondern genauso den Grad der Störung (Anwesenheit von gesellschaftsfremden Arten) zum Ausdruck bringen können. Genauer wird darauf in der Auswertung der Beteiligung von Nicht-Acker-Arten oder der Anwesenheit von Rote-Liste Arten im Teilbericht zur Biodiversität eingegangen.

Gegenüberstellung biologischer und konventioneller Bewirtschaftung sowie Milch und Mutterkuhhaltung

Betrachtet man die Artenzahlen der erhobenen Ackeraufnahmen je Betrieb getrennt nach biologischer und konventioneller Bewirtschaftung, so fällt auf, dass die Gesamtartenzahlen bei den biologisch wirtschaftenden Betrieben mit einer mittleren Artenzahl von 89,6 Arten/Betrieb deutlich über den Werten der konventionell wirtschaftenden Betrieben mit 72

Arten/Betrieb liegen. Im Schnitt ließen sich also auf biologisch bewirtschafteten Ackerflächen im Schnitt 17,6 Arten mehr nachweisen, als auf konventionell bewirtschafteten Äckern.

Gemessen an der deutlich sichtbaren Differenz zwischen biologischer und nicht-biologischer Bewirtschaftung fallen die Unterschiede der Artenzahlen zwischen milch- oder fleischproduzierenden Betrieben deutlich schwächer aus (Abbildung 16). So liegen die Mittelwerte mit 88,3 (Mutterkuhhaltung) und 90,8 (Milch) bei Biobetrieben sehr nah beieinander. Bei den konventionell wirtschaftenden Betrieben liegen die mittleren Artenzahlen ebenfalls nahe beieinander. 70,2 bei Mutterkuhhaltung und 73,8 Arten / Betrieb bei milchproduzierenden Betrieben.

Unabhängig von der Bewirtschaftung zeigt sich hier ein genereller Trend, demzufolge Milchbetriebe im Acker mit leicht höheren Artenzahlen aufwarten können. Sowohl im konventionellen, wie auch im biologisch wirtschaftenden Betrieb zeigen die Mutterkuhbetriebe hingegen niedrigere Artenzahlen auf den untersuchten Ackerflächen.

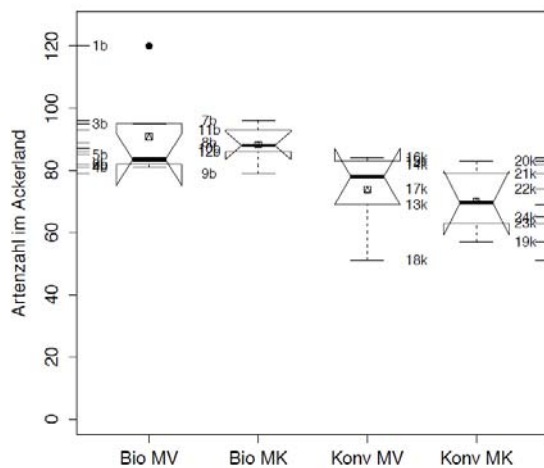


Abbildung 16: Artenzahlen im Ackerland auf biologischen und konventionellen Betrieben (getrennt nach Milch- und Mutterkuhhaltung)

Schlussfolgerungen zu den Artenzahlen

Die Auswertung der gesamtbetrieblichen Artenzahlen zeigte eine mehr oder weniger gleich bleibende Differenz in den mittleren Artenzahlen von etwa 17,6 Arten im Vergleich bio-konventionell. Dieser im Mittel zwar wenig dramatisch erscheinende Unterschied basiert aber auf hochverdichteten Daten (sämtliche Ackeraufnahmen, also alle Innen-, Rand- und Gesamtaufnahmen aller Acker-Kulturen eines Betriebes sind hier zusammengefasst), deren Auswert- und Interpretierbarkeit deutliche Grenzen gesteckt sind. An dieser Stelle sei deshalb zusätzlich auf die detailliertere Auswertung in der Teilstudie zur Biodiversität verwiesen.

So konnte gezeigt werden, dass die Art der Bewirtschaftung nicht nur innerhalb des Ackers, sondern auch an den Rändern deutlich zum Ausdruck kommt. Diese Interpretation deckt sich mit vielen, im Rahmen der Erhebung gemachten Beobachtungen, dass nämlich die Ackerränder regelmäßig von einer starken Aufdüngung oder vom Eintrag von Pestiziden betroffen waren. Der Artenverarmung der Bestände im Acker folgt die Nivellierung der Randgesellschaften, sodass von dort auch weniger Arten in den Acker zurück wandern können. Biologisch bewirtschaftete Äcker stellen so gesehen nicht nur ein freundlicheres

Milieu für Ackerunkräuter, sondern auch für Arten der angrenzenden Randgesellschaften dar, die gleichermaßen an der Erhöhung der Artenzahlen beteiligt sind.

Eine Betrachtung der Artenzahlen in unterschiedlichen Kulturen hat gezeigt, dass große Unterschiede zwischen einzelnen Kulturen existieren. Während die Unterschiede zwischen biologisch und konventionell bewirtschafteten Äckern bei den Hauptkulturen im Bereich von 10 Arten liegen, so fallen die Unterschiede bei Feldfutter und den sonstigen Kulturen (Leguminosen-Getreide-Gemenge bei den Biobetrieben und etwa Raps bei den konventionell wirtschaftenden Betrieben) mit 8 bis 20 Arten deutlich unterschiedlicher aus. Wenn man bedenkt, dass der Feldfutter- und der Gemenge-Anbau auf den Biobetrieben eine große Rolle spielt, so wird deutlich, dass hier auch ein großes Potential an innerbetrieblichen Flächen vorhanden ist, auf denen auch eine artenreiche Segetalflora erhalten werden kann.

Alles in Allem kann man die Artenzahl als eine gute synthetische Kenngröße zur Quantifizierung der ökologischen Leistungen heranziehen. Der Vergleich der Innen-, Rand und Gesamtaufnahmen in der Teilstudie hat allerdings gezeigt, dass aufgrund der steigenden Artenzahlen von den Innen- hin zu den Gesamtaufnahmen, der prozentuale Unterschied zwischen den beiden Bewirtschaftungsweisen geringer wird. Relativ gesehen verschwinden die Unterschiede oder sie werden zumindest weniger deutlich, wenn man die Gesamtaufnahmen zum Vergleich heranzieht.

Die im Rahmen der Studie eingesetzten Gesamtartenzahlen je Betrieb stellen demgegenüber ein noch höheres Maß an Verdichtung der Daten dar, sodass die dort festgestellten Unterschiede auf einer noch stärker nivellierten Datenbasis fußen.

Wenig bedeutet in der gesamtbetrieblichen Betrachtung der Artenzahlen eindeutig mehr. Wie die detaillierte Auswertung (siehe Teilbericht zur Biodiversität) gezeigt hat, offenbart sich selbst hinter den vergleichsweise gering erscheinenden Unterschieden der mittleren Artenzahlen eine ganze Palette an Wirkungen auf die Biodiversität, die nicht nur auf der Gesamtheit der betrieblichen Ackerflächen zum Tragen kommt, sondern darüber hinaus auf die angrenzenden Biotope in der Landschaft eine vielfältige Wirkung entfaltet.

4.4.2 Auswertung der Vegetationsaufnahmen des Grünlandes

Vergleich bio-konventionell

Vergleicht man die Artenzahlen des untersuchten Intensivgrünlandes, so fällt auf, dass auch hier die Flächen der biologisch wirtschaftenden Betriebe höher liegen, als die der konventionell wirtschaftenden Betriebe (Abbildung 17). Selbst, wenn die Mittelwerte bei biologischer Bewirtschaftung (18,2 Arten) und bei konventioneller Bewirtschaftung (14,2 Arten) nicht sehr weit auseinander liegen, so umfassen die Aufnahmen der Biobetriebe eine deutlich größere Spanne (13 bis 27 Arten) im Vergleich zum konventionell bewirtschaftetem Intensivgrünland (12 bis 17 Arten).

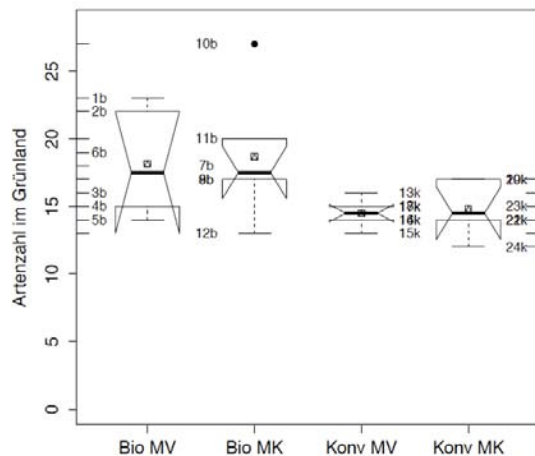


Abbildung 17: Artenzahlen im Grünland auf biologischen und konventionellen Betrieben (getrennt nach Milch- und Mutterkuhhaltung)

Vergleich Milch-Mutterkuhhaltung

Der generelle Trend beim Intensivgrünland (biologisch-konventionell) bleibt auch erhalten, wenn man zusätzlich die Ausrichtung der betrieblichen Produktion – Milch oder Mutterkuhhaltung - berücksichtigt (Abbildung 14). Betrachtet man die Mittelwerte oder den Median der jeweiligen Gruppen, so lässt sich hinsichtlich der betrieblichen Ausrichtung kein deutlicher Unterschied zwischen Milch- und Fleischproduktion feststellen. Während die Spanne der Artenzahlen bei der Mutterkuhhaltung annähernd gleich sind, zeigten sich beim Intensivgrünland der Milchbetriebe deutliche Unterschiede. Das Grünland der konventionellen Betriebe ist nicht nur artenärmer, die Artenzahlen bewegen sich auch innerhalb eines eng gesteckten Rahmens. Demgegenüber ist das Intensivgrünland der biologisch wirtschaftenden Betriebe nicht nur artenreicher, es zeigt auch eine viel größere Variationsbreite der Artenvielfalt.

Schlussfolgerungen zur Auswertung der Artenzahlen Acker / Grünland

Selbst, wenn die Intensität der Bewirtschaftung (Nutzung, Nährstoffzufuhr und begünstigte Standorte) auf den untersuchten Grünlandflächen recht hoch ist, so zeigt sich doch auch hier eine höhere ökologische Leistung der biologischen Betriebe. Die mittleren Artenzahlen der Flächen bei den Biobetrieben beträgt 18,2 und bei den konventionellen Betrieben 14,2 Arten.

Ähnlich wie bei den Ackeraufnahmen muss auch bei den einzelbetrieblichen Artenzahlen des Grünlandes darauf hingewiesen werden, dass es sich hierbei um verdichtete Daten handelt, deren Interpretierbarkeit beschränkt ist. Eine umfangreichere Auswertung der einzelnen Aufnahmen erfolgte in dem Teilbericht zur Biodiversität. Dort zeigt sich etwa, dass sich hinter den vergleichsweise geringen Unterschieden in den mittleren Artenzahlen weiter reichende Veränderungen der Bestandszusammensetzung verbergen.

Besonders hinsichtlich der Artenzusammensetzung zeigte sich, dass die biologisch bewirtschafteten Flächen trotz des vergleichsweise hohen Intensitätsniveaus einen deutlich höheren Anteil an Kräutern des mesophilen Grünlandes aufweisen, selbst wenn empfindlichere Arten weitgehend fehlen.

Für die bei biologisch wirtschaftenden Betrieben festgestellten höheren Artenzahlen dürfte im Wesentlichen die niedrigere Düngeintensität verantwortlich sein (N-Input). Neben der intensiveren mineralischen und organischen Düngung bei den konventionellen Betrieben

dürfte besonders auch der Einsatz von selektiven Pflanzenschutzmitteln zur Bekämpfung von Kräutern im Grünland ebenso eine Rolle spielen, wie die häufigere Erneuerung des Grünlandes durch Nachsaat mit Hochleistungsgräsern bzw. Neuansaat nach Umbruch und Behandlung der Fläche mit einem Totalherbizid.

Hinter den vergleichsweise bescheidenen Unterschieden in den einzelbetrieblichen Artenzahlen verbergen sich folglich neben den Unterschieden in der Bestandszusammensetzung (Kräuter-Gräseranteil) eine Reihe weiterer Faktoren, die einen unmittelbaren Einfluss auf die Artenvielfalt der Landschaft haben. Trotz aller Einschränkungen kann die mittlere Artenzahl des Intensivgrünlandes durchaus als geeignete Kenngröße für die ökologische Leistung der Betriebe herangezogen werden. Weitere Ergebnisse und Zusammenhänge können im Teilbericht zur Biodiversität nachgelesen werden.

4.4.3 Auswertung weiter Biodiversitätsparameter

Wie oben bereits angedeutet, wurden neben den hier in der Studie berücksichtigten Kenngrößen der Artenzahlen von Acker- und Grünlandbeständen im Rahmen der Teilstudie zur Biodiversität weitere Aspekte ausgewertet. Diese Ergebnisse alle in die Studie einfließen zu lassen, hätte den vorgegebenen Rahmen gesprengt. Sämtliche Auswertungen und Ergebnisse sind in der Teilstudie zur Biodiversität nachzulesen.

Die wichtigsten Ergebnisse sollen dennoch hier kurz vorgestellt werden, zumal sie die Qualität der Auswertung der Artenzahlen untermauern und an vielen Stellen sogar noch pointieren.

- Als mögliche Kenngröße für die Habitatvielfalt, die ein Betrieb im Rahmen seiner Bewirtschaftung fördert, haben wir die Zahl der pro Betrieb bewirtschafteten Kulturen ausgewertet.
Von den insgesamt 29 aufgelisteten Kulturen werden im Durchschnitt aller Betriebe etwa 7 Kulturen angebaut bzw. bewirtschaftet. Der Anteil unterschiedlicher Kulturen ist mit 8 bis 12 bei den biologisch wirtschaftenden Betrieben höher. Der Schwerpunkt der konventionell wirtschaftenden Betriebe liegt dagegen im Mittelfeld und darunter (4 bis 8).
- Als weitere Kenngröße für die Habitatvielfalt, die ein Betrieb im Rahmen seiner Bewirtschaftung fördert, wurde der Anteil an artenreichem Grünland je Betrieb erhoben. Es handelt sich dabei um Flächen, die im Rahmen der Grünlandübersichtskartierung erhoben wurden und Flächen, auf denen ein Biodiversitätsvertrag abgeschlossen wurde.
Im Durchschnitt verfügen die untersuchten Biobetriebe über 12,4 ha und die konventionellen Vergleichsbetriebe über 6,5 ha artenreiches Grünland. Die Anteile liegen bei 17,6 % (bio) bzw. 9,1% (konventionell) am Gesamtgrünland des Betriebes. Der Flächenanteil am betrieblichen, mesophilen Grünland kann bei Biobetrieben zwischen 30 bis 60% des gesamten Grünlandes betragen.
- Im Rahmen der Auswertung der Aufnahmen des Intensivgrünlandes wurde neben der Artenzahl ebenfalls die Bestandeszusammensetzung ausgewertet.
Hier zeigte sich, dass die biologisch bewirtschafteten Flächen einen deutlich höheren Anteil an Gräsern und Kräutern des mesophilen Grünlandes besitzen, während im

konventionell bewirtschafteten Grünland weiter verbreitete Arten des Intensivgrünlandes vorherrschen.

- Bei der Auswertung der Artenzahlen der Ackeraufnahmen wurden große Unterschiede zwischen den einzelnen Kulturen festgestellt. Bei den Innenaufnahmen liegen die Hackfrucht-, die Sommergetreide- und die Wintergetreideaufnahmen annähernd auf einem ähnlichen Niveau (mittlere Artenzahl bei biologisch bewirtschafteten Flächen 16,2 bis 18,1, bei konventionell bewirtschafteten Flächen bei 5,9-7,5). Noch deutlicher fallen die Unterschiede aus, wenn man die Äcker mit Feldfutter oder sonstigen Kulturen anschaut. Hier liegen die Artenzahlen bei 16,9 und 25,3 (biologisch) bzw. bei 4,3 und 5 (konventionell).
- Auch hinsichtlich der Unkrautdeckung, die wir als Kenngröße für die Populationsgröße und damit auch indirekt für die genetische Variabilität ausgewertet haben, ließen sich deutliche Unterschiede feststellen. So wurde auf biologisch bewirtschafteten Äckern (innen) eine mittlere Gesamtdeckung von 18% festgestellt, während es auf den konventionell bewirtschafteten Äckern nur 12% waren. Auf den biologisch bewirtschafteten Äckern tragen besonders zweikeimblättrige Kräuter zu einer erhöhten Gesamtunkrautdeckung im Innern der Äcker bei. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass auf den biologisch bewirtschafteten Flächen bereits bei geringen Unkrautdeckungen, wie sie für die Innenaufnahmen kennzeichnend sind, regelmäßig artenreiche Unkrautbestände finden lassen.
- Um den Aspekt der Artenvielfalt zu untermauern wurden die gefundenen Ackerunkrautarten hinsichtlich ihres Schutzstatus in Luxemburg ausgewertet. Es wurden im Rahmen der Kartierung knapp 42% der in Luxemburg potentiell vorhanden RUD-Arten erfasst (RUD versammelt die in Luxemburg zahlenmäßig am zweitstärksten gefährdete Gruppe von Arten der Brachflächen, Ruderalgesellschaften und Ackerflächen). Von den im Projekt erfassten Taxa stehen 25 Arten auf der Roten Liste der Gefäßpflanzen Luxemburgs. Davon können 21 Arten der Kategorie RUD zugeordnet werden. Somit wurde im Rahmen des Projektes knapp jede fünfte (18,4%) der in Luxemburg gefährdeten RUD-Arten erfasst. 117 mal wurden auf Ackerflächen der Biobetriebe Rote Liste Arten der RUD-Gruppe notiert, während das auf Flächen von konventionellen Betrieben nur 62 mal der Fall war. Die durchschnittliche Anzahl der Rote Liste Arten aus der RUD-Gruppe liegt bei den Biobetrieben bei 2,4 Arten je Acker, während es bei den konventionellen Betrieben nur 1,3 Arten sind.

Alles in Allem untermauern die hier in aller Kürze vorgestellten Ergebnisse die Erkenntnisse und Aussagen, die sich aus der Auswertung der Artenzahlen ergeben haben. Bei genauer Betrachtung verbirgt sich hinter den vergleichsweise geringen Unterschieden in den ausgewerteten Artenzahlen eine Fülle an Zusammenhängen, die insgesamt die hohe Biodiversitätsleistung der biologisch wirtschaftenden Betriebe untermauert.

4.5 Futterautarkie

Die Futterautarkie wird über drei Variablen erfasst: Trockensubstanz (TS) in dt/ha, Energie (VEM) in kVEM/ha und Protein (XP) in kg/ha. Die Verfügbarkeit dieser Variablen aus eigenem Futter wird dann in Relation zum Bedarf, der aufgrund der Tierzahl, der Milchleistung und der Fleischproduktion errechnet wurde, bestimmt. Dies geschieht mit Hilfe von Standardwerten für Protein-, Trockensubstanz- und Energiegehalten der verwendeten Futtermittel und Produktionsoutputs (Milch/Fleisch). Für die Durchschnittswerte und zur Illustration der Verteilungen siehe Tabelle 10 und Abbildung 18.

Tabelle 10: Übersicht über die Futterautarkie auf biologischen und konventionellen Betrieben

Kennzahl	Biobetriebe			Konventionelle Betriebe			Werte Bio im Vergleich zu Konventionell		
	Milchvieh	Mutterkuh		Milchvieh	Mutterkuh		Milchvieh	Mutterkuh	Alle
	absolut	absolut		absolut	absolut		% ¹	% ¹	% ¹
Trockensubstanz TS									
Aufnahme	53.63	128		86.36	102.7		62%	125%	96%
Zukauf	2.04	4.57		16.5	4.57		12%	100%	31%
Eigenproduktion	51.59	123.5		69.86	98.11		74%	126%	104%
Autarkie % ¹	96.16	98.67		82.46	95.68		13.7	2.99	8.35
Energie VEM									
Bedarf	3505	6600		6293	6159		56%	107%	81%
Zukauf	201.2	388.1		1722	481.2		12%	81%	27%
Eigenproduktion	3223	2881		4571	5678		71%	51%	60%
Autarkie % ¹	90.54	84.99		74.95	92.23		15.59	-7.24	4.18
Protein XP									
Aufnahme	432.2	704.1		783.3	660.2		55%	107%	79%
Zukauf	45.62	77.45		397.9	121		11%	64%	24%
Eigenproduktion	386.6	626.6		385.4	539.2		100%	116%	110%
Autarkie % ¹	94.8	89.3		52.26	79.07		42.54	10.23	26.39

¹ Die Vergleiche der %-Werte der Autarkie zwischen Bio- und konventionellen Betrieben stellen auf der Differenz der Autarkiewerte für Biobetriebe und konventionellen Betrieben ab, sind somit nicht der prozentuale Anteil der Autarkie der Biobetriebe an der Autarkie der konventionellen, wie bei den anderen Indikatoren

Quelle: Eigene Berechnungen basierend auf CONVIS-Bilanzen von 24 Betrieben in den Jahren 2007, 2008 und 2009

Bei der Trockensubstanz beträgt die Futterautarkie der Biobetriebe 96% (MV) bzw. 99% (MK), bei den konventionellen 82% (MV) und 96% (MK). Die Trockensubstanzfutterautarkie ist somit bei Biobetrieben um 14% (MV), resp. 3% (MK) höher als bei konventionellen. Die Biobetriebe sind also im Wesentlichen vollständig autark, während dies bei den konventionellen Mutterkuhbetrieben auch der Fall ist, nicht aber bei den konventionellen Milchviehbetrieben.

Bei der Energie beträgt die Futterautarkie der Biobetriebe 91% (MV) bzw. 85% (MK), bei den konventionellen 75% (MV) und 92% (MK). Die Energiefutterautarkie ist somit bei Biobetrieben um 16% höher (MV), resp. 7% (MK) niedriger als bei konventionellen.

Beim Protein beträgt die Futterautarkie der Biobetriebe 95% (MV) bzw. 89% (MK), bei den konventionellen 52% (MV) und 79% (MK). Die Proteinfutterautarkie ist somit bei Biobetrieben um 43% (MV), resp. 10% (MK) höher als bei konventionellen. Bemerkenswert ist die geringe Futterautarkie insbesondere bei konventionellen Milchviehbetrieben, bei denen ein Betrieb sogar 80% des Proteinfuttermittelbedarfes zukauf. Insbesondere der höhere Maisanbau und Einsatz als Futtermittel führt auf konventionellen Betrieben zu hoher Futterautarkie im Energiebereich, bedingt aber einen höheren Zukauf an Eiweißträgern, zum Beispiel Soja aus Lateinamerika.

Während diese Prozentzahlen nicht durch Ausreißer dominiert werden, ist dies für die zugrundeliegenden absoluten Werte für Einzelbetriebe zum Teil stark der Fall, weshalb sich

die Autarkie-Prozentwerte in Tabelle 10 nicht immer als Quotient der in dieser Tabelle ausgewiesenen Mittelwerte Eigenproduktion über Aufnahme, resp. Bedarf ergeben.

Eine weitere Verzerrung der Futterautarkiewerte tritt auf, wenn Betriebe ihr Futtergetreide an eine Mühle verkaufen und dann wieder Futtergetreide zukaufen, da dies rechnerisch zu geringerer Futterautarkie führt, obwohl die korrespondierenden Kraftfuttermittel auf dem Betrieb hergestellt wurden. Vermutlich ist diese Verzerrung höher bei Biobetrieben als bei konventionellen Betrieben. Mit den uns vorliegenden Daten lässt sich dieser Aspekt aber nicht genauer untersuchen, da Futtergetreidezukäufe nur in monetären Einheiten ausgewiesen sind.

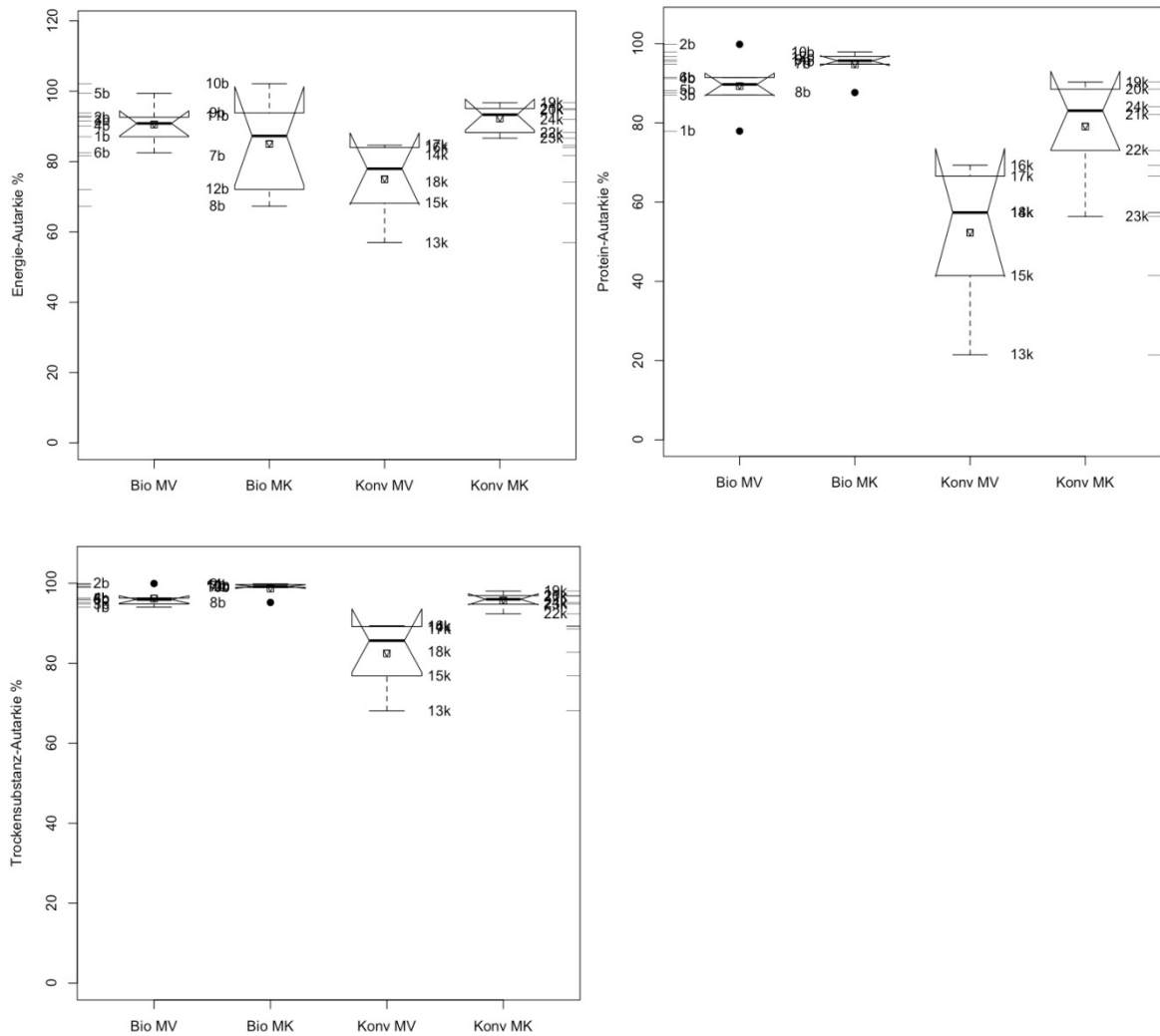


Abbildung 18: Futterautarkie in Trockensubstanz, Energie und Protein bei biologischen und konventionellen Betrieben

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass bei allen drei Autarkievariablen die Biobetriebe höhere Autarkiewerte als die konventionellen erreichen. Die Biobetriebe sind betreffend Trockensubstanz im Wesentlichen autark und liegen auch in den anderen Futterautarkievariablen bei gut 90%. Insbesondere die konventionellen Milchviehbetriebe haben tiefe Autarkiewerte, und bei den Proteinen haben alle konventionellen Betriebe recht tiefe Werte.

5 Analyse der ökonomischen Indikatoren

Bei der Analyse der ökonomischen Indikatoren gehen wir im Wesentlichen gleich wie bei den ökologischen Indikatoren vor. Wir erklären jeweils kurz die Indikatoren und geben einen beschreibenden Überblick über die Situation, wobei wir insbesondere die Unterschiede und Gemeinsamkeiten zwischen Bio- und konventionellen Betrieben hervorheben. Diese Analysen werden jeweils für Milchvieh- (MV) und Mutterkuhhaltung (MK) separat durchgeführt. Danach werden die Unterschiede und Gemeinsamkeiten vertieft analysiert. Einzelne Extremwerte werden zum Teil auch gesondert behandelt und erklärt, soweit möglich. Wie schon oben erwähnt werden die Mittelwerte der Jahre 2007-2009 und nicht die einzelnen Jahre betrachtet und die meisten Werte sind auf Flächen bezogen (d.h. „Wert pro ha“).

5.1 Monetäre Erträge aus Produktverkäufen

Wir untersuchen die monetären Erträge von Milch, Fleisch und pflanzlichen Produkten und geben auch die Milchleistung pro Kuh und ha an. Für die Durchschnittswerte und zur Illustration der Verteilungen siehe Tabelle 11 und Abbildung 19. Im Abschnitt 5.3 weiter unten werden die monetären Erträge aus der Pflanzen- und Tierproduktion dann noch spezifisch in Relation zum entsprechenden Aufwand gesetzt.

Die monetären Erträge der Pflanzenproduktion betragen 290 €/ha (MV) und 245 €/ha (MK) für Biobetriebe und 245 €/ha (MV) und 177 €/ha (MK) für konventionelle Betriebe. Damit liegen sie für Biobetriebe um 18% (MV) resp. 39% (MK) höher als bei konventionellen Betrieben. Dies ist einerseits auf eine höhere Spezialisierung der konventionellen Betriebe auf die Tierproduktion und andererseits auf höhere Produzentenpreise bei den Biobetrieben zurückzuführen.

Bei den monetären Erträgen der Tierproduktion zeigt sich ein sehr anderes Bild. Mit 1071 €/ha (MV) und 589 €/ha (MK) bei den Biobetrieben und 2186 €/ha (MV) und 739 €/ha (MK) bei den konventionellen Betrieben liegen die monetären Erträge der Biobetriebe bei 50% (MV) resp. 80% (MK) der konventionellen Betriebe, also um 50% (MV) resp. 20% (MK) niedriger. Die monetären Erträge der Tierproduktion setzen sich im Wesentlichen aus den Erträgen der Milch- und Rindfleischproduktion zusammen. Bei den Mutterkuhbetrieben sind 100% der Erträge aus der Tierproduktion von der Fleischproduktion, bei den Milchviehbetrieben sind es 18% bei den Biobetrieben und 41% bei den konventionellen Betrieben. Die um 50% reduzierten monetären Erträge der Tierproduktion bei den Biobetrieben können auch weiter differenziert werden. Sie setzen sich zusammen aus um 35% reduzierte monetäre Erträge bei der Milchproduktion kombiniert mit um 80% niedrigeren monetären Erträgen bei der Fleischproduktion (beides MV).

Die Milchleistung pro Kuh beträgt bei den Biobetrieben 5912 kg/Kuh (nur MV) und bei den konventionellen 7163 kg/Kuh (MV). Die konventionellen MK-Betriebe weisen zwar auch eine Milchleistung aus, der Wert stammt aber nur von einem MK-Betrieb, der noch ein wenig Milch produziert. Bei den Milchviehbetrieben liegt die Milchleistung der Biobetriebe somit bei 83% der Leistung der konventionellen Betriebe, also um 17% unter der der konventionellen Betriebe. Neben der geringeren Milchleistung pro Kuh führen aber vor allem die geringeren Tierbesatzdichten zu niedrigeren Erträgen aus Milch- und Fleischproduktion trotz höherer Produzentenpreise. Die Besatzdichten betragen 0,85 VE/ha (MV) bzw. 0,74 VE/ha (MK) für die Biobetriebe und 1,35 VE/ha (MV) bzw. 1,44 VE/ha (MK) für die konventionellen Betriebe.

Damit beträgt die Besatzdichte auf Biobetrieben lediglich 63% (MV) bzw. 51% (MK) der Besatzdichte auf konventionellen Betrieben.

Tabelle 11: Übersicht über die monetären Erträge aus der Produktion auf biologischen und konventionellen Betrieben

Kennzahl	Biobetriebe				Konventionelle Betriebe				Werte Bio im Vergleich zu Konventionell		
	Milchvieh		Mutterkuh		Milchvieh		Mutterkuh		Milchvieh	Mutterkuh	Alle
	absolut	% ¹	absolut	% ¹	absolut	% ¹	absolut	% ¹	%	%	%
Monet. Produktionserträge (€/ha)											
Gesamterträge monetär (MEDIAN)	2571		1928		3235		1992		79%	97%	86%
monetärer Ertrag Pflanzenprod.	290	11%	246	13%	245	8%	177	9%	118%	139%	127%
monetärer Ertrag Tierproduktion	1071	42%	589	31%	2186	68%	739	37%	49%	80%	57%
- davon Ertrag Milchproduktion	821	77%	0	0%	1261	58%	11	1%	65%	0%	65%
- davon Ertrag Rindfleisch	198	18%	588	100%	901	41%	728	99%	22%	81%	48%
Milchleistung pro Kuh (kg/Kuh)	5912		na.		7163		2291		83%	na.	na.
Viehbesatz (VE/ha)	0.85		0.74		1.35		1.44		63%	51%	57%

1): Diese Prozentwerte beziehen sich jeweils auf Anteile an der direkt übergeordneten Kategorie

Wegen besonders starker Verzerrung der Mittelwerte sind bei den Gesamterträgen jeweils die Medianwerte ausgewiesen
Eigene Berechnungen basierend auf Buchhaltungsdaten von je 6 Betrieben pro Gruppe (Durchschnitt der Jahre 2007, 2008 und 2009)

Die Verteilungen dieser Variablen sind in Abbildung 19 dargestellt. Bei der Pflanzenproduktion zeigt sich, dass die Unterschiede in den Mittelwerten oder Medianen nicht sehr wichtig sein dürften und dass die monetären Erträge im Wesentlichen gleich sind. Anders bei der Tierproduktion, bei der die monetären Erträge der Milchviehbetriebe, insbesondere der konventionellen, klar höher sind. Bei den monetären Erträgen aus der Milchproduktion und bei der Milchleistung pro Kuh ist die Streuung der Daten jeweils groß, doch sind die jeweils höheren Mittelwerte der konventionellen Betriebe klar ersichtlich. Anders bei der Rindfleischproduktion, bei der die Streuung der Biobetriebe sehr klein ist im Vergleich zu den konventionellen, was die Klarheit der Ergebnisse unterstützt.

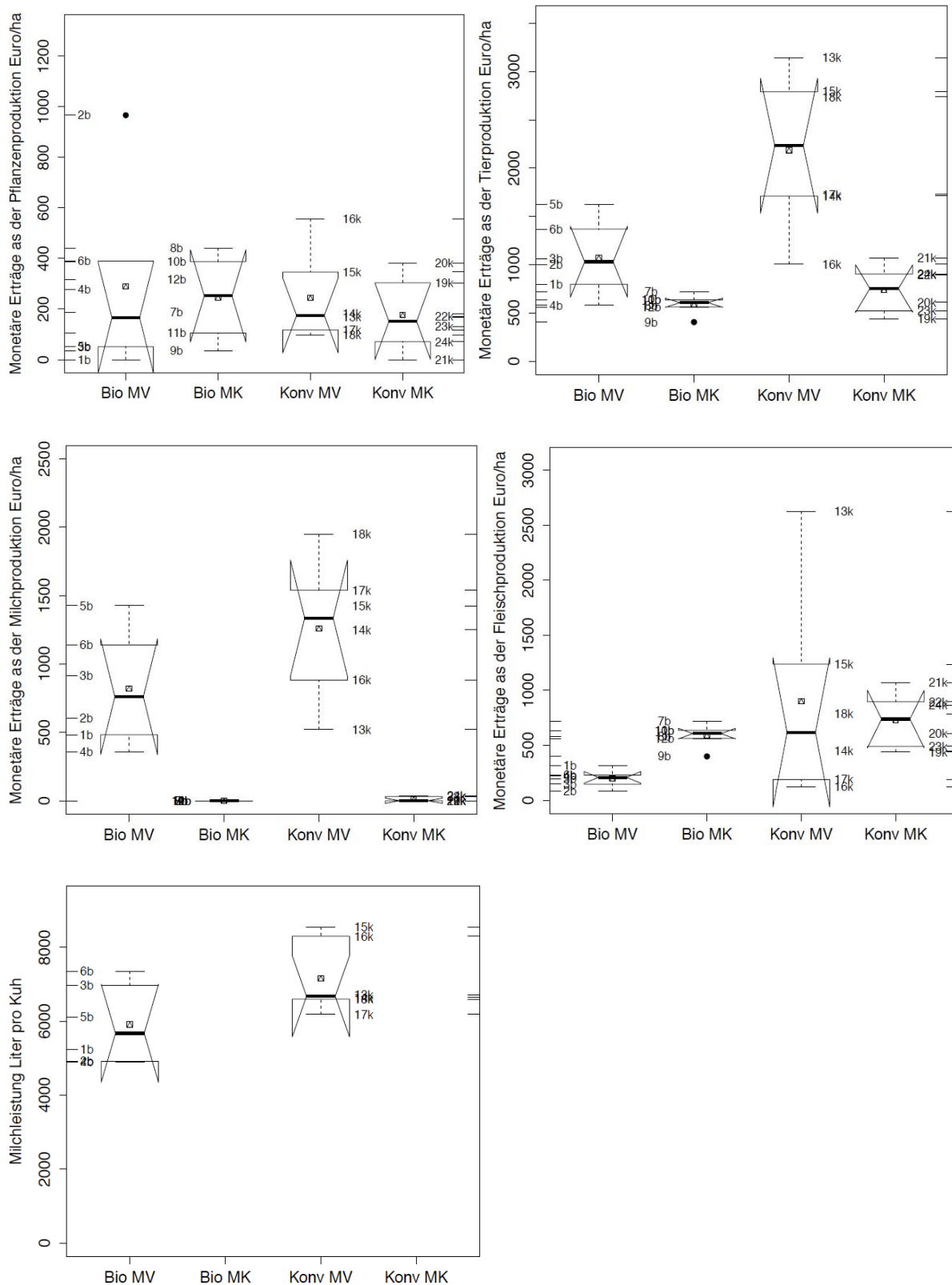


Abbildung 19: Monetäre Erträge aus Pflanzen- und Tierproduktion, Milch und Fleisch sowie Milchleistung bei biologischen und konventionellen Betrieben

Zusammenfassend halten wir fest, dass die monetären Erträge aus der Pflanzenproduktion für alle Betriebstypen etwa gleich sind, während sie bei der Milch- und Fleischproduktion

tendenziell für konventionelle Betriebe höher sind. Auch die Milchleistung pro Kuh ist bei den konventionellen Betrieben höher.

5.2 Betriebliche Erträge aus öffentlichen Zahlungen

Die **Gesamtzahlungen** umfassen sämtliche Zulagen und Zuschüsse, also aufwands-, produkt- und **betriebsbezogene Zahlungen**. Die betriebsbezogenen Zahlungen werden dann noch gesondert betrachtet. Insbesondere fokussieren wir dann auf einen wichtigen Teil der betriebsbezogenen Zahlungen, nämlich auf die „**Prämien für umweltgerechte Agrarerzeugung**“, die insbesondere die „**Beihilfe biologischer Landbau**“ umfassen. Um die große Streuung bei den Gesamtzahlungen näher zu untersuchen, betrachten wir auch noch kurz die Investitionsbeihilfen als Teil der öffentlichen Zahlungen. Die Daten werden jeweils als Eurobeträge pro ha und Jahr ausgewiesen. Für die Durchschnittswerte und zur Illustration der Verteilungen siehe Tabelle 12, Abbildung 20, Abbildung 21 und Abbildung 22.

Die durchschnittliche Gesamtzahlung auf Biobetrieben beträgt 755 €/ha für Milchviehbetriebe (MV) und 881 €/ha für Mutterkuhbetriebe (MK). Auf konventionellen Betrieben beträgt sie 762 €/ha (MV) und 787 €/ha (MK). Damit haben die Biobetriebe im Vergleich zu den konventionellen im Schnitt etwa dasselbe Niveau an Gesamtzahlungen für Milchviehbetriebe und etwa 12% mehr für Mutterkuhbetriebe.

Tabelle 12: Übersicht über die durchschnittlichen Gesamtzahlungen, betriebsbezogenen Zahlungen, Prämien für umweltgerechte Agrarerzeugung, Beihilfe ökologischer Landbau auf biologischen und konventionellen Betrieben

Kennzahl	Biobetriebe				Konventionelle Betriebe				Werte Bio im Vergleich zu Konventionell		
	Milchvieh		Mutterkuh		Milchvieh		Mutterkuh		Milchvieh	Mutterkuh	Alle
	absolut	% ¹	absolut	% ¹	absolut	% ¹	absolut	% ¹	%	%	%
Gesamtzahlungen (€/ha)	755		881		762		787		99%	112%	106%
davon aufwands-/produktbezogene Zahlungen	163	22%	207	23%	187	25%	171	22%	87%	121%	103%
davon Investitionsbeihilfen (€/ha) (MEDIAN)	151	93%	118	57%	175	94%	129	75%	86%	91%	88%
davon betriebsbezogene Zahlungen	592	78%	674	77%	575	75%	616	78%	103%	109%	106%
davon Prämien für umweltgerechte Agrarerzeugung	215	36%	244	36%	113	20%	101	16%	190%	242%	214%
davon Zahlungen f. ökolog. Landbau	105	49%	125	51%	0	0%	0	0%	na.	na.	na.
davon andere Prämien für umweltgerechte Agrarerzeugung	110	51%	119	49%	113	100%	101	100%	97%	118%	107%
davon andere Zahlungen	377	64%	430	64%	462	80%	515	84%	82%	83%	83%

¹ diese Prozentwerte beziehen sich jeweils auf Anteile an der direkt übergeordneten Kategorie

Wegen teils besonders verzerrtem Mittelwert wurde für die Investitionsbeihilfen der Median ausgewiesen
Eigene Berechnungen basierend auf Buchhaltungsdaten von je 6 Betrieben pro Gruppe (Durchschnitt der Jahre 2007, 2008 und 2009)

Die betriebsbezogenen Zahlungen an die Biobetriebe betragen 592 €/ha (MV) bzw. 674 €/ha (MK). Bei den konventionellen Betrieben liegen sie bei 575 €/ha (MV) bzw. 616 €/ha (MK). Die Biobetriebe erhalten somit um 3% (MV), resp. 9% (MK) höhere betriebsbezogene Zahlungen. Allerdings verschwindet dieser Unterschied bei MK, wenn man die Median- und nicht die Mittelwerte betrachtet. Anteilsmäßig machen die betriebsbezogenen Zahlungen bei allen biologischen und konventionellen Betrieben im Mittel etwa 75-78% der Gesamtzahlungen aus.

Um die große Variabilität bei den Gesamtzahlungen der Betriebe pro Hektar zu erklären, betrachten wir schließlich noch die öffentlichen Zahlungen, die als Investitionsbeihilfen ausgerichtet werden. Diese liegen bei 151 €/ha (MV) bzw. 118 €/ha (MK) für biologische und bei 175 €/ha (MV), bzw. 129 €/ha (MK) für konventionelle Betriebe und sind somit bei den biologischen Betrieben etwa 15% (MV) resp. 10% (MK) tiefer als bei den konventionellen. Die große Streuung bei den Investitionsbeihilfen (Abbildung 20) erklärt die große Varianz bei den Gesamtzahlungen, denn umgerechnet auf den Hektar Landfläche erhalten die Betriebe zwischen 0 und 500 €. Die Abbildung illustriert aber auch, wie zwei recht hohe Werte bei den biologischen Mutterkuhbetrieben den Mittelwert dominieren, der 2/3 höher als der Median liegt. Die große Streuung innerhalb der Gruppen deutet darauf hin, dass betriebsindividuelle

Unterschiede gegenüber systematischen Unterschieden zwischen den biologischen und konventionellen Milchvieh- und Mutterkuhbetrieben dominieren.

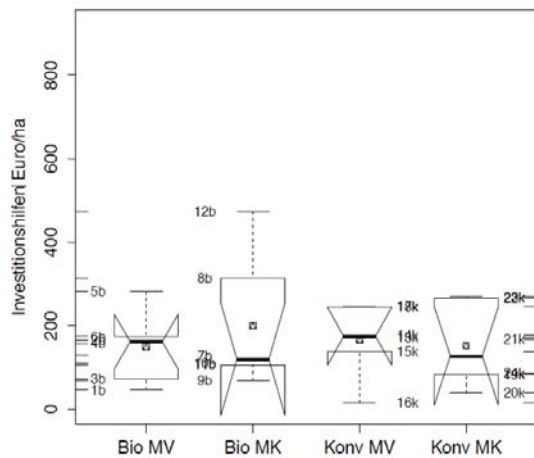


Abbildung 20: Einkommen aus Investitionsbeihilfen bei biologischen und konventionellen Betrieben

Die betriebsbezogenen Zahlungen werden nun weiter unterteilt. Wir sind vor allem an den „Prämien für umweltgerechte Agrarerzeugung“ und den darin enthaltenen „Beihilfen biologischer Landbau“ interessiert. Die „Prämien für umweltgerechte Agrarerzeugung“ machen bei den Biobetrieben etwa 36% der betriebsbezogenen Zahlungen aus (MV und MK), während dies bei den konventionellen Betrieben nur 20% (MV) bzw. 16% (MK) sind. Bei den Biobetrieben machen die „Beihilfen biologischer Landbau“ etwa 33% der „Prämien für umweltgerechte Agrarerzeugung“ aus. Bei den konventionellen Betrieben entfallen diese.

Die Streuung der Gesamtzahlungen und der betriebsbezogenen Zahlungen pro Hektar ist recht groß (Abbildung 21). Vor allem die Gesamtzahlungen variieren stark aufgrund der Variabilität in den aufwandsbezogenen Zahlungen (z.B. Investitionsbeihilfen, siehe auch Abbildung 20).

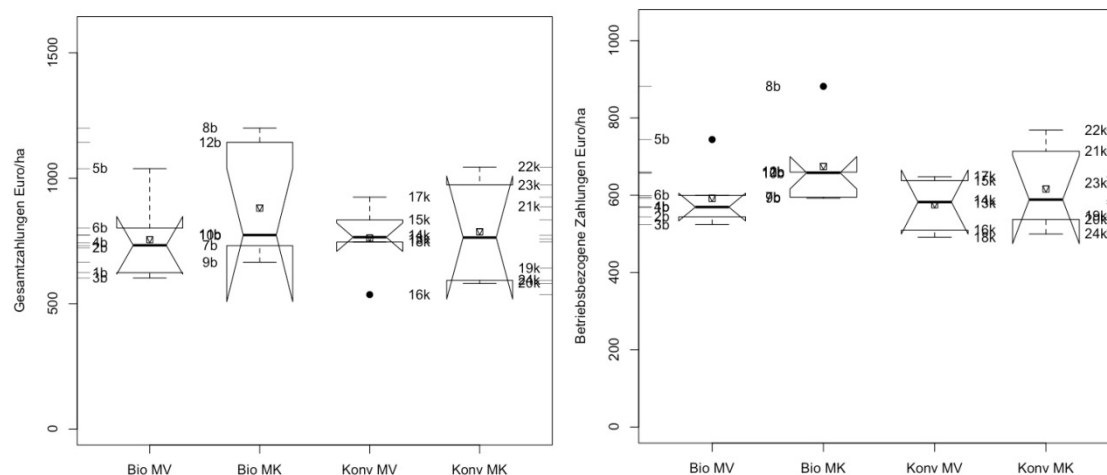


Abbildung 21: Verteilung der Gesamt- und betriebsbezogenen Zahlungen bei biologischen und konventionellen Betrieben

Während bei den Gesamtzahlungen und betriebsbezogenen Zahlungen die Niveaus zwischen allen Betriebstypen etwa ausgeglichen sind, zeigen sich erwartungsgemäß klare

Unterschiede bei den Prämien für umweltgerechte Agrarerzeugung. Biologische Mutterkuhbetriebe erhalten ein wenig höhere Zahlungen als die biologischen Milchviehbetriebe, während die Unterschiede zwischen biologischen und konventionellen Betrieben sehr ausgeprägt sind (Abbildung 22). Die Prämien für umweltgerechte Agrarerzeugung (jeweils als betriebspezifische Durchschnitte über die Jahre 2007-09) liegen bei den Biobetrieben zwischen 180 und 300 €/ha und bei den konventionellen zwischen 80 und 180 €/ha. Diese Unterschiede kommen fast ausschließlich über die „Beiträge biologischer Landbau“ zustande.

Zieht man diese ab, dann zeigen sich in den restlichen Zahlungen keine Unterschiede mehr zwischen den vier Betriebstypen. Die „Prämien für umweltgerechte Agrarerzeugung“ abzüglich der „Beihilfe biologischer Landbau“ sind bei den Bio-Milchviehbetrieben etwa gleich und bei den Bio-Mutterkuhbetrieben etwa 18% höher als bei den konventionellen Mutterkuhbetrieben.

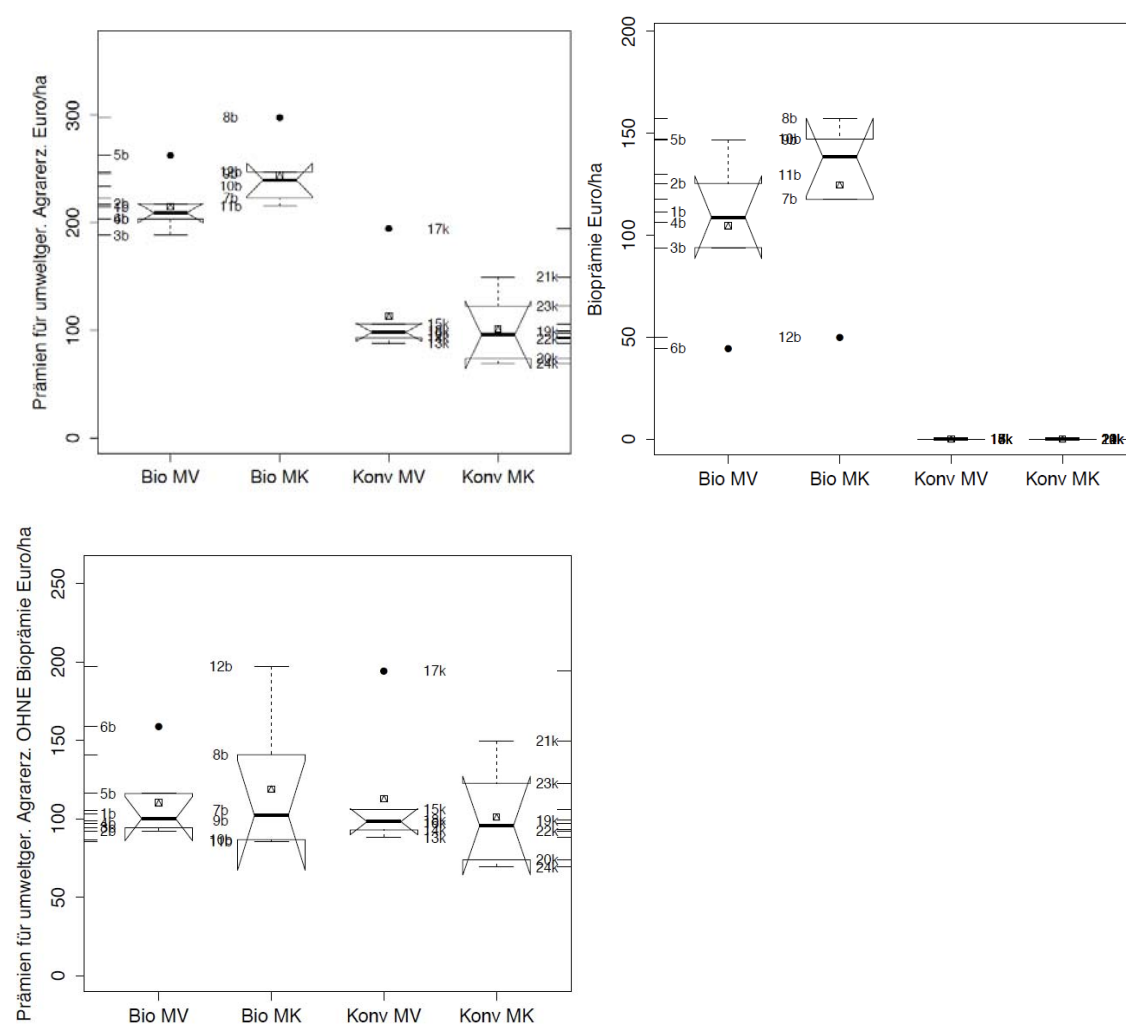


Abbildung 22: Verteilung der Prämien für umweltgerechte Agrarerzeugung (oben links), Zahlungen für biologischen Landbau (oben rechts) und die Differenz (unten) bei biologischen und konventionellen Betrieben

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die Höhe der Gesamtzahlungen und der betriebsbezogenen Zahlungen etwa ausgeglichen sind. Dagegen erhalten Biobetriebe insgesamt höhere Prämien für Agrarumweltmaßnahmen. Zieht man allerdings die „Beihilfe biologischer Landbau“ von diesen Zahlungen ab, so gibt es auch bezüglich der verbleibenden Prämien für umweltverträgliche Agrarerzeugung keine Unterschiede zwischen

den ausgewählten biologisch und konventionell wirtschaftenden Betrieben. Daraus lässt sich schließen, dass die zusätzlichen Zahlungen an die Biobetriebe über die „Beihilfe biologischer Landbau“ durch höhere Prämienrechte der konventionellen Betriebe bei der Betriebsprämie kompensiert werden. Insgesamt gehen dadurch keine höheren öffentlichen Mittel an die Biobetriebe als an vergleichbare konventionelle Betriebe.

5.3 Betriebseinkommen

Als zentrale Variable zur Untersuchung des Betriebseinkommens verwenden wir das Betriebsergebnis, d.h. die Differenz zwischen totalen betrieblichen Erträgen und Aufwendungen. Auch betrachten wir die Unterkategorien der Erträge und Aufwendungen für Tier- und Pflanzenproduktion noch im Speziellen, da die Kombination davon diese wichtigen Teile des Betriebseinkommens noch ein wenig detaillierter darzustellen erlaubt (für die Ertragsseite davon, s. die Diskussion in 5.1 oben). Schließlich gehen wir noch spezifisch auf die Anzahl Arbeitskräfte ein. Da diese Daten stark durch vor allem einen Extremwert bei der konventionellen Mutterkuhhaltung dominiert werden, haben wir jeweils die Median- und nicht die Mittelwerte ausgewiesen (außer für die Anzahl Arbeitskräfte) und Prozentwerte darauf basiert. Dies führt zu realistischeren Zahlen in Relation zu den konventionellen MK Betrieben und ändert wenig bei den anderen. Wir sehen von einer Betrachtung der Lohnkosten und des Personalaufwandes ab, da nur je vier der zwölf Bio und konventionellen Betriebe dazu Angaben ungleich Null machten. Für die Durchschnittswerte und zur Illustration der Verteilungen siehe Tabelle 13 und Abbildung 23, Abbildung 24 und Abbildung 25.

Das totale Betriebsergebnis der Biobetriebe beträgt 671 €/ha (MV) bzw. 646 €/ha (MK). Bei den konventionellen Betrieben liegt es bei 715 €/ha (MV) bzw. 549 €/ha (MK). Die Biomilchviehbetriebe weisen damit leicht weniger, die Bio-Mutterkuhbetriebe aber 18% mehr aus als die konventionellen.

Tabelle 13: Übersicht über die Mediane von Ertrag, Aufwand und Betriebsergebnis auf biologischen und konventionellen Betrieben (wegen der Verwendung der Medianwerte über die jeweils 6 Betriebe ergeben sich Residuen, z.B. beim Vergleich der Differenz Ertrag-Aufwand mit dem Betriebsergebnis)

Kennzahl (Medianwerte!)	Biobetriebe		Konventionelle Betriebe		Werte Bio im Vergleich zu Konventionel		
	Milchvieh	Mutterkuh	Milchvieh	Mutterkuh	Milchvieh	Mutterkuh	Alle
	absolut	absolut	absolut	absolut	%	%	%
Betriebsergebnis (€/ha)	671.4	645.8	714.8	549.4	94%	118%	104%
Betriebliche Erträge	2517	1931	3234	1985	78%	97%	85%
Pflanzenproduktion	117.8	227	194.3	145.2	61%	156%	102%
Tierproduktion	1052	609.8	2171	661.3	48%	92%	59%
Betriebliche Aufwendungen	1708	1171	2523	1364	68%	86%	74%
Materialaufwand	591.8	349.2	1147	527.1	52%	66%	56%
Materialaufwand Pflanzenproduktion	90.9	52.3	203.1	191	45%	27%	36%
Materialaufwand Tierproduktion	247.8	97.4	697.7	190.4	36%	51%	39%
Materialaufwand sonstige Materialaufwände	226.3	185.3	251.4	152	90%	122%	102%
Abschreibungen	523.7	345	652.1	417.7	80%	83%	81%
Sonstige betriebliche Aufwendungen	471	424.4	492.7	319.7	96%	133%	110%
Betriebsergebnis pro Arbeitskraft (€/AK)	36790	46260	37780	27150	97%	170%	128%
Betriebl. Erträge pro AK	162700	149900	179300	115600	91%	130%	106%
Betriebl. Aufwendungen pro AK	103900	88580	149000	81210	70%	109%	84%
Arbeitskräfte							
Arbeitskr. total Mittelw. (AK/100 ha)	1.9	1.6	1.9	1.7	100%	94%	97%
Arbeitskr. total Median (AK/100 ha)	1.4	1.3	1.9	1.7	74%	76%	75%
Familien AK tot. MW (FAK/100 ha)	1.5	1.5	1.5	1.6	100%	94%	97%
Fam. AK tot. Median (FAK/100 ha)	1.4	1.2	1.2	1.5	117%	80%	96%

Eigene Berechnungen basierend auf Buchhaltungsdaten von je 6 Betrieben pro Gruppe (Durchschnitt der Jahre 2007, 2008 und 2009)

Mit einem Ertrag von 2517 €/ha (MV) bzw. 1931 €/ha (MK) bei Biobetrieben und 3234 €/ha (MV) bzw. 1985 €/ha (MK) bei den konventionellen Betrieben, liegt der Ertrag der Biobetriebe

um 22% niedriger als bei den konventionellen (MV), bzw. etwa gleichauf (MK). Bei den Aufwendungen schließlich liegen die Biobetriebe bei 1708 €/ha (MV) bzw. 1171 €/ha (MK) und die konventionellen bei 2523 €/ha (MV) bzw. 2364 €/ha (MK). Die Aufwendungen bei den Biobetrieben liegen somit um 32% (MV) bzw. 14% (MK) tiefer als bei den konventionellen. Dies erklärt das bessere Betriebsergebnis: sowohl Erträge wie Aufwendungen sind bei den Biobetrieben niedriger als bei den konventionellen, doch die Reduktionen in den Aufwendungen sind grösser als die in den Erträgen.

Dieses Muster spiegelt sich auch in den Unterkategorien Pflanzen- und Tierproduktion, wo die Aufwendungen der Biobetriebe zwischen 30-50% derer der konventionellen liegen, während die Erträge zwischen 50-160% derer der konventionellen betragen. Speziell ist hierbei die Situation bei den Mutterkuhbetrieben, deren Erträge bei den Biobetrieben mit 227 €/ha um 56% höher liegen als bei den konventionellen (145 €/ha).

Die Abschreibungen betragen 524 €/ha (MV) bzw. 345 €/ha (MK) bei den Biobetrieben und 652 €/ha (MV) bzw. 418 €/ha (MK) bei den konventionellen und liegen bei den Biobetrieben somit bei etwa 80% derer der konventionellen (MV und MK). Die sonstigen betrieblichen Aufwendungen liegen bei den Biobetrieben bei 471 €/ha (MV) und 424 €/ha (MK) und bei den konventionellen bei 493 €/ha (MV) bzw. 320 €/ha (MK), betragen also bei den Biobetrieben etwa gleichviel (MV), resp. einen Drittel mehr (MK) als bei den konventionellen. Diese diskutierten Kategorien decken sämtliche Aufwendungen der Betriebe ab, außer Personalaufwendungen, zu denen wie schon eingangs unter 5.3 erwähnt, zu wenige Daten vorliegen. Bei den meisten Betrieben geht dieser mit Wert Null in den Aufwand ein, während bei den Erträgen noch die Gesamtzahlungen der öffentlichen Hand dazukommen, welche in Detail im Abschnitt 5.2 oben diskutiert sind.

Das Betriebsergebnis pro Arbeitskraft (wir betonen nochmals, dass wir hier Median- und nicht Mittelwerte betrachten) liegt bei 36790 €/AK (MV) bzw. 46260 €/AK (MK) für biologische und bei 37780 €/AK (MV) bzw. 27150 €/AK (MK) für konventionelle Betriebe. Somit ist dieser Wert für biologische Milchviehbetriebe wenige Prozente niedriger als für konventionelle, während er für biologische Mutterkuhbetriebe 70% höher ist. Dies erklärt sich durch die entsprechenden Verhältnisse bei den Erträgen und Aufwendungen pro Arbeitskraft. Erstere sind bei biologischen Betrieben 10% niedriger (MV), bzw. 30% höher, während letztere 30% niedriger sind (MV), resp. 10% höher.

Schließlich betrachten wir die Arbeitskräfte noch ein wenig genauer. Während die Mittelwerte keine Unterschiede zeigen sind die Mediane 1,4 AK/100ha (MV) bzw. 1,3 AK/100ha (MK) bei biologischen und 1,9 AK/100ha resp. 1,7 AK/100ha bei konventionellen Betrieben. Die Werte sind somit 25% tiefer auf biologischen Betrieben. Betrachtet man nur Familienarbeitskräfte, dann sind alle Betriebstypen etwa gleich, sowohl im Mittelwert wie im Median. Das heißt, dass ein paar wenige Betriebe noch Lohnangestellte haben, während der große Teil ohne solche auskommt. Dies bestätigt sich auch bei einem Blick in die Daten der einzelnen Betriebe.

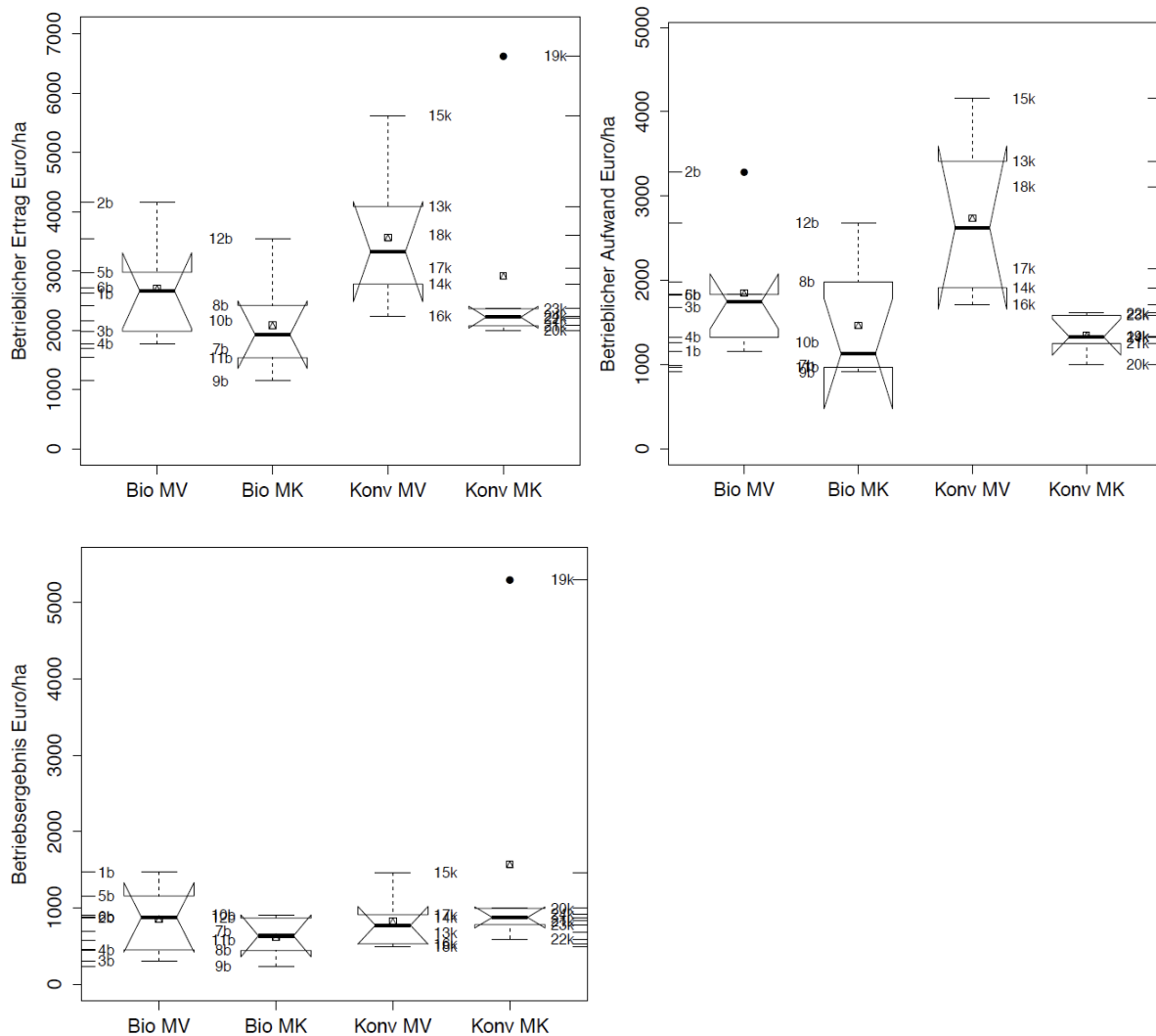


Abbildung 23: Verteilung des Ertrages, der Aufwendungen und des Betriebsergebnisses bei biologischen und konventionellen Betrieben

Betrachtet man die Verteilung der Daten, so sieht man, dass von einem Ausreißer abgesehen die Betriebsergebnisse (pro ha) der konventionellen und biologischen Betriebe recht ähnlich sind. Aufwand und Ertrag weisen größere Streuungen und Unterschiede auf und vor allem liegen die konventionellen MV Betriebe bei beiden höher als alle anderen, die etwa bei gleichem Niveau sind (Abbildung 23). Diese Abbildungen illustrieren, dass Biobetriebe zwar eher kleinere Erträge als die konventionellen Betriebe erwirtschaften, bei gleichzeitig kleinerem Aufwand aber im Endergebnis durchaus vergleichbar zu den konventionellen dastehen.

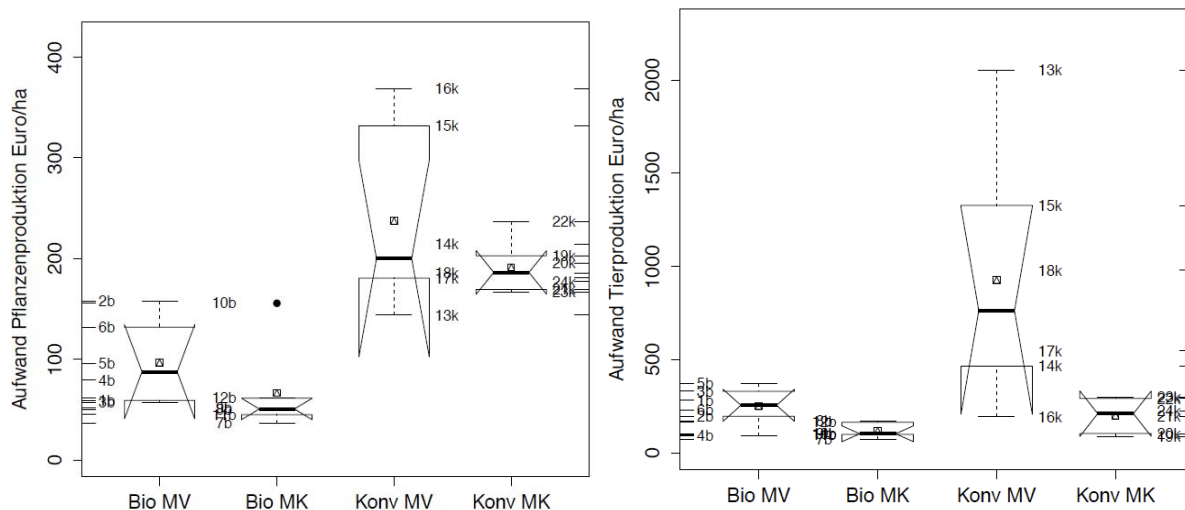


Abbildung 24: Ertrag und Aufwand für die Pflanzen- und Tierproduktion bei biologischen und konventionellen Betrieben

Betrachten wir spezifisch die Verteilung beim Aufwand für die Pflanzen- und Tierproduktion (für die entsprechenden Erträge, siehe 5.1), so zeigt sich, dass wieder die konventionellen MV-Betriebe die höchsten Werte haben, bei großer Streuung. Beim Aufwand für die Tierproduktion liegen die Verteilungen der anderen Betriebstypen etwa gleichauf, während bei der Pflanzenproduktion ein klarer Unterschied zwischen Bio und konventionellen Betrieben sichtbar wird (Abbildung 24). Bildet man die Differenz von Erträgen und Aufwand für die Pflanzen und Tierproduktion für jeden Betrieb, so ergeben sich folgende Medianwerte für die Pflanzenproduktion (3 Ausreißer verzerren die Mittelwerte): Für Biobetriebe 49 €/ha (MV) bzw. 180 €/ha (MK), und für konventionelle Betriebe -24 €/ha (MV) und -42 €/ha (MK). Zu interpretieren ist das so, dass die konventionellen kein Einkommen, aber auch keinen Verlust aus der Pflanzenproduktion generieren, und dass bei den Biomilchviehbetrieben auch etwa Ertrag und Aufwand aus der Pflanzenproduktion gleich sind (Erträge eher grösser), während die MK-Biobetriebe bei der Pflanzenproduktion gewinnbringend arbeiten. Wegen der großen Streuung sind die genauen Werte weniger wichtig, sondern die Tendenz zählt.

Die Verteilung der Werte zu den Arbeitskräften (Abbildung 25) zeigt auch eine große Streuung und illustriert die schon oben benannten Unterscheide zwischen Median- und Mittelwerten, die durch die beiden Extremwerte zustande kommen. Man sieht auch die leichte Tendenz zu mehr Gesamtarbeitskräften bei den konventionellen Betrieben, während die Familienarbeitskräfte keine Unterschiede zeigen.

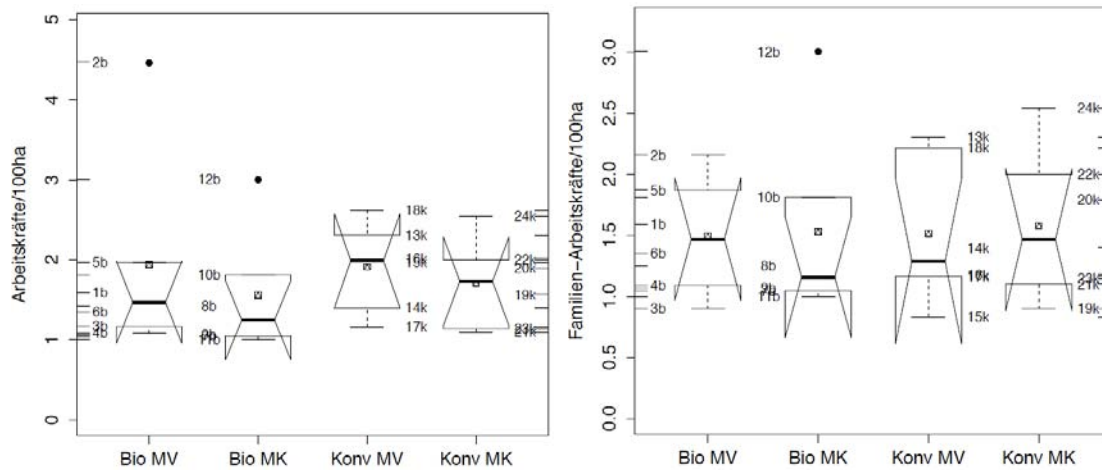


Abbildung 25: Gesamt- und Familienarbeitskräfte bei biologischen und konventionellen Betrieben

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass Aufwand und Ertrag bei den konventionellen Betrieben jeweils höher sind als bei den Biobetrieben, dass sich aber in Kombination der beiden, also im Betriebsergebnis, dann keine großen Unterschiede mehr zeigen. Arbeitskraft ist vor allem Familienarbeitskraft und nur bei ganz wenigen Betrieben kommt noch Lohnarbeitskraft dazu.

6 Kosteneffektivität der Zahlungen an biologisch wirtschaftende Betriebe

In diesem Kapitel setzen wir die Umwelteffekte der Biobetriebe in Beziehung mit den öffentlichen Zahlungen pro Hektar an die Betriebe. Dadurch soll geklärt werden, ob die Höhe der öffentlichen Zahlungen in einer Beziehung zu den Umweltleistungen der Betriebe steht. Zunächst werden die Zusammenhänge zwischen Gesamtzahlungen und Umweltleistungen beleuchtet (6.1). Danach werden in Kapitel 6.2 die Zusammenhänge zwischen betriebsbezogenen Zahlungen und Umweltleistungen untersucht. Schließlich beleuchten wir die Zusammenhänge zwischen Prämien für umweltgerechte Agrarerzeugung und Umweltleistungen (6.3) der Betriebe, wobei insbesondere die Beihilfe für biologischen Landbau angeschaut wird.

6.1 Zusammenhang zwischen Gesamtzahlungen und Umweltleistungen der Betriebe

In Abbildung 26 sind für die einzelnen Betriebe Gesamtzahlungen pro ha (x-Achse) und die verschiedenen Umwelteffekte (y-Achse) dargestellt. Die Darstellungen sind in vier Quadranten eingeteilt. Im nordwestlichen Quadranten befinden sich Betriebe, von denen vergleichsweise hohe Umwelteffekte⁸ ausgehen und die gleichzeitig geringe Gesamtzahlungen erhalten. Im nordöstlichen Quadranten sind Betriebe eingetragen von denen hohe Umweltwirkungen ausgehen und vergleichsweise hohe Gesamtzahlungen erhalten. Korrespondierend sind in den südlichen Quadranten die Betriebe abgetragen, von denen geringere Umweltwirkungen ausgehen, westlich mit geringeren Gesamtzahlungen, östlich mit höheren Zahlungen pro ha.

⁸ Bei den Indikatoren Artenzahl im Acker und Grünland bedeuten höhere Werte auf der y-Achse höhere Artenzahlen, was aus ökologischer Sicht positiv zu beurteilen ist.

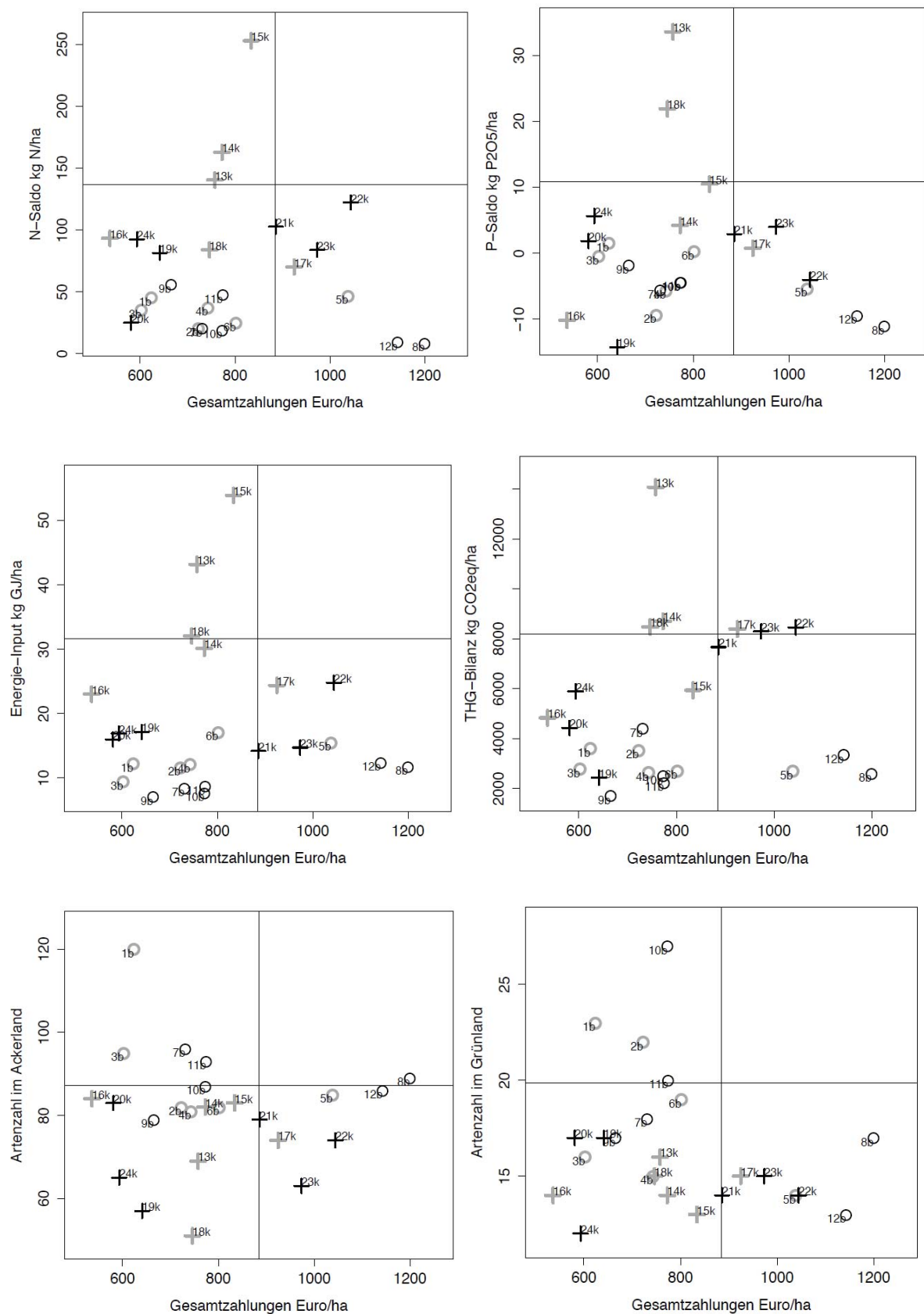


Abbildung 26: Zusammenhang zwischen Gesamtzahlungen und Umweltleistungen der Betriebe (Legende: Kreis: bio; Kreuz: konv.; grau: MV; schwarz: MK)

Hinsichtlich Gesamtzahlungen sind außer bei der Biodiversität keine klaren Unterscheidungen zwischen den Gruppen der Bio- und konventionellen Betrieben zu erkennen (Abbildung 26). Auffällig ist jedoch, dass die meisten Betriebe sich im südwestlichen Quadranten befinden, d.h. Gesamtzahlungen von unter 900 € pro ha bekommen und gleichzeitig vergleichsweise geringe Umweltwirkungen haben. Dies trifft sowohl auf die N- und P-Saldi als auch auf den Energieinput und die Treibhausgasemissionen pro ha zu. Wenige Betriebe befinden sich im nordwestlichen Quadranten. Das heißt, sie erhalten ebenfalls betriebliche Zahlungen von weniger als 900 €/ha, haben jedoch relativ große Umwelteffekte.

Betrachtet man die Verteilung der Betriebe bei der Berücksichtigung der Artenzahlen auf Ackern und Grünland als Indiz für die ökologischen Leistungen der Biodiversität, so zeichnet sich hier ein klares Bild ab. Die konventionellen Betriebe liegen überwiegend im untersten Bereich der südlichen Quadranten, zeigen also unabhängig von der Höhe der betrieblichen Zuwendungen eine im Vergleich geringe ökologische Leistung. Der überwiegende Teil der biologisch wirtschaftenden Betriebe ist dagegen am obersten Rand der südlichen Quadranten angesiedelt. Sie liegen damit bei gleicher Förderhöhe auf einem höheren Niveau in der ökologischen Leistung. Die wenigen biologisch wirtschaftenden Betriebe im nordwestlichen Quadranten belegen sogar, dass biologisch wirtschaftende Betriebe bei gleicher Förderhöhe über ein wesentlich höheres Potential zur Erreichung sehr hoher ökologischer Umweltleistungen verfügen⁹. Ein ähnliches, wenn auch weniger deutliches Bild zeichnet sich bei der Auswertung der Artenzahlen des Grünlandes ab.

Bei allen Umweltwirkungen außer Biodiversität sind es vor allem zwei konventionelle Milchviehbetriebe, die geringe öffentliche Zahlungen erhalten und relativ große negative Umwelteffekte zeigen. Im gegensätzlichen Quadranten, dem südöstlichen, befinden sich jene Betriebe, die vergleichsweise hohe Zahlungen erhalten aber auch nur geringe negative Umwelteffekte verursachen. In diesem Quadranten befinden sich vor allem Mutterkuhbetriebe. Nur ein (biologisch wirtschaftender) Milchviehbetrieb ist unter ihnen. Betriebe die hohe Zahlungen erhalten und gleichzeitig hohe Umwelteffekte verursachen, waren nicht in der Stichprobe.

Um die rechnerischen Vermeidungskosten der Umwelteffekte bezogen auf die Gesamtzahlungen an die Biobetriebe (VK_{Bio}) abzuleiten, wurden zunächst die relativen Umwelteffekte (RUE_{Bio}) gemäß Gleichung 3 berechnet. RUE_{Bio} variiert je nach Kennzahl zwischen 57% und 74% für Milchviehbetriebe und 46% und 68% für Mutterkuhbetriebe (Tabelle 14). Für beide Betriebstypen wurden die höchsten bezüglich N-Eutrophierungspotential errechnet. Die niedrigsten Effekte wurden bei der Reduktion der Treibhausgasemissionen (MV) bzw. des Energieinputs (MK) erzielt.

⁹ Würde man als Extrem hier den Betrieb b1 weglassen, so würde sich darüber die y-Achse derart verschieben, dass sämtliche Biobetriebe in die nördlichen Quadranten rutschen würden und es sogar Biobetriebe im nordöstlichen Quadranten geben würde.

Tabelle 14: Ableitung der relativen Umwelteffekte (RUE_{Bio}) der biologischen Milchvieh- und Mutterkuhbetriebe bzgl. verschiedener Umweltkennzahlen

Kennzahl	Werte Bio im Vergleich zu Konventionell		RUE_{Bio}	
	Milchvieh	Mutterkuh	Milchvieh	Mutterkuh
	%	%	%	%
N-Eutrophierungspotential (kg N/ha)	26%	32%	74%	68%
Verbrauch fossiler Energieträger (GJ/ha)	38%	54%	62%	46%
THG-Emissionen (kg CO ₂ eq)	43%	52%	57%	48%
THG-Bilanz (kg CO ₂ eq)	36%	45%	64%	55%

Die zusätzlichen öffentlichen Ausgaben an Biobetriebe ($ZÖA_{Bio}$) errechnen sich gemäß Gleichung 3. Die Vermeidungskosten (VK_{Bio}) errechnen sich daraufhin gemäß Gleichung 5. Beide Kennzahlen sind bezogen auf die Gesamtzahlungen in Tabelle 15 dargestellt. Für Milchviehbetriebe ist $ZÖA_{Bio}$ negativ, da die Biobetriebe geringfügig weniger Gesamtzahlungen erhalten als konventionelle Milchviehbetriebe. Daher sind die rechnerischen VK_{Bio} , d.h. die Kosten pro Hektar und Jahr zur Erzielung einer einprozentigen Verbesserung des Parameters, für die Betriebsstichprobe nicht definiert. Für Mutterkuhbetriebe betragen die zusätzlichen öffentlichen Ausgaben dagegen 94 € pro ha und Jahr.

Tabelle 15: Ableitung der Vermeidungskosten (VK_{Bio}) bezogen auf Gesamtzahlungen

Kennzahl	Milchviehbetriebe	Mutterkuhbetriebe
$ZÖA_{Bio}$ (€/ha*Jahr)	-7.00	94.00
VK_{Bio} N-Eutrophierungspotential (€/ % Verbesserung)	nicht definiert	1.37
VK_{Bio} Verbrauch fossiler Energieträger (€/ % Verbesserung)	nicht definiert	2.04
VK_{Bio} THG-Emissionen (€/ % Verbesserung)	nicht definiert	1.94
VK_{Bio} THG-Bilanz (€/ % Verbesserung)	nicht definiert	1.71

Dies ergibt rechnerische Vermeidungskosten pro prozentualer Verbesserung zwischen 1,37 € pro ha und Jahr für eine einprozentige Verringerung des N-Eutrophierungspotentials als Parameter und 2,04 € pro ha und Jahr für eine einprozentige Verringerung des Energieinputs.

6.2 Zusammenhang zwischen betriebsbezogenen Zahlungen und Umweltleistungen der Betriebe

Auch bei den betriebsbezogenen Zahlungen sind mit Ausnahme der Biodiversitätsleistungen meist keine klaren Unterscheidungen zwischen Bio- und konventionellen Betriebe betreffend Zahlungshöhen zu erkennen (Abbildung 27). Die Verteilung der Betriebe zeigt ein ähnliches Bild wie bei den Gesamtzahlungen. Auch hier ist auffällig, dass die meisten Betriebe sich im südwestlichen Quadranten befinden, d.h. betriebsbezogene Zahlungen von unter 700 € pro ha bekommen und gleichzeitig vergleichsweise geringe Umweltwirkungen haben. Dies trifft sowohl auf die N- und P-Salden als auch auf den Energieinput und die Treibhausgasemissionen pro ha zu. Auffällig ist, dass gerade die Betriebe, die besonders hohe Biodiversitätsleistungen erbringen, vergleichsweise geringe betriebsbezogene Zahlungen erhalten.

Betrachtet man die Biodiversitätsleistungen, so zeichnet sich ein ähnliches Bild ab, wie das bereits bei den Gesamtzahlungen der Fall war. Die biologisch wirtschaftenden Betriebe liegen bei gleichen Zahlungen mit ihren Biodiversitätsleistungen in fast allen Fällen höher als

die konventionell wirtschaftenden Betriebe. Biobetriebe zeigen also eine deutlich höhere Effizienz der eingesetzten Mittel, wenn es um die Biodiversitätsleistungen geht.

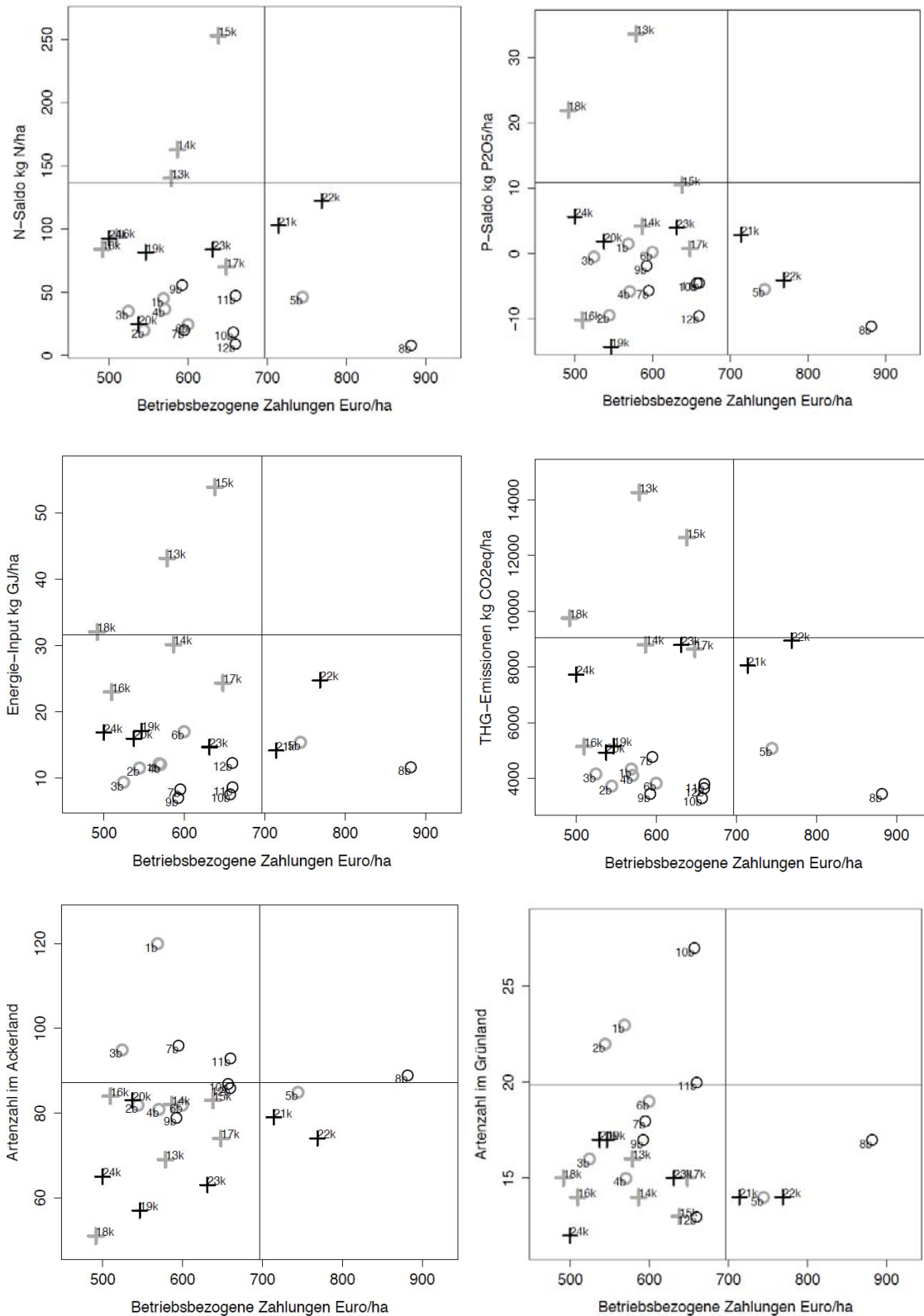


Abbildung 27: Scatterplots von betriebsbezogenen Zahlungen und N- und P-Saldi, Energie-Inputs, THG-Emissionen und Biodiversitätsleistungen bei biologischen und konventionellen Betrieben (Legende: Kreis: bio; Kreuz: konv.; grau: MV; schwarz: MK)

6.3 Zusammenhang zwischen Prämien für umweltgerechte Agrarerzeugung und Umweltleistungen der Betriebe

In diesem Abschnitt werden die Zusammenhänge der Umwelteffekte mit den Prämien für umweltgerechte Agrarerzeugung (inklusive Beihilfe biologischen Landbau) untersucht.

Auf den ersten Blick zeigt sich eine klare Korrelation zwischen höheren Prämien für umweltgerechte Agrarerzeugung und tieferen Werten in THG-Emissionen, N-, P-Saldi und Energieinputs, bzw. höheren Artenzahlen im Acker- und Grünland (Abbildung 28). Bei genauerer Betrachtung zeigt sich aber, dass dies auf der klaren Separation von Bio- und konventionellen Betrieben beruht. Erstere weisen in der Tendenz klar tiefere Werte in diesen Umweltvariablen und klar höhere in den Zahlungen auf. In diesen Untergruppen (biologisch und konventionell wirtschaftend) besteht jedoch keine Korrelation zwischen Zahlungen und Umweltleistungen. Nur beim P-Saldo könnte man eine leichte Tendenz zu tieferen Saldi (d.h. zu leichter Unterversorgung) bei höheren Zahlungen bei Biobetrieben feststellen – gegeben die geringe Anzahl Betriebe ist aber eine solche Aussage sehr unsicher und wir sehen davon ab, sie weiter hervorzuheben. Konventionelle Betriebe können bei gleichem Zahlungsniveau sehr tiefe und sehr hohe Umweltbelastungen aufweisen, während Biobetrieben gleiche Werte an Umweltleistungen bei geringen und hohen Zahlungen leisten. Die weitere Differenzierung nach Milchvieh- und Mutterkuhbetrieben zeigt keine klaren Muster, außer allenfalls eine Tendenz bei den Biobetrieben, dass MV-Betriebe eher weniger Zahlungen erhalten als MK-Betriebe, aber ähnliche Umweltwirkungen aufweisen (vgl. Abschnitt 5.2). Bei den konventionellen Betrieben sind tendenziell die Zahlungen bei MV im Schnitt ähnlich wie bei MK aber mit kleinerer Streuung, während die Umweltwirkungen bei MV tendenziell grösser sind als bei MK.

Das gleiche Bild zeigt sich bei der Biodiversität gemessen an Ackerkräutern. Bio- und konventionelle Betriebe separieren entlang der Zahlungshöhen und Umweltleistung, aber innerhalb dieser Gruppen fehlt ein klarer Trend. Das einzige, was man sowohl bei den konventionell, wie auch bei den biologisch bewirtschafteten Äckern feststellen kann, ist das Fehlen von niedrigen Biodiversitätsleistungen bei hohen Zahlungen. Bei niedrigen Zahlungen können zwar ebenfalls hohe Biodiversitätsleistungen erreicht werden, es kommen aber auch deutlich niedrigere vor.

Bei den Graslandkräutern sieht das Bild ähnlich aus. Auch hier erhalten die Biobetriebe deutlich höhere Zahlungen, wobei die Hälfte der Betriebe auch deutlich höhere Artenzahlen aufweist. Insgesamt zeigen die Biobetriebe bei gleichen Zahlungen eine deutlich höhere Spanne der Biodiversitätsleistungen.

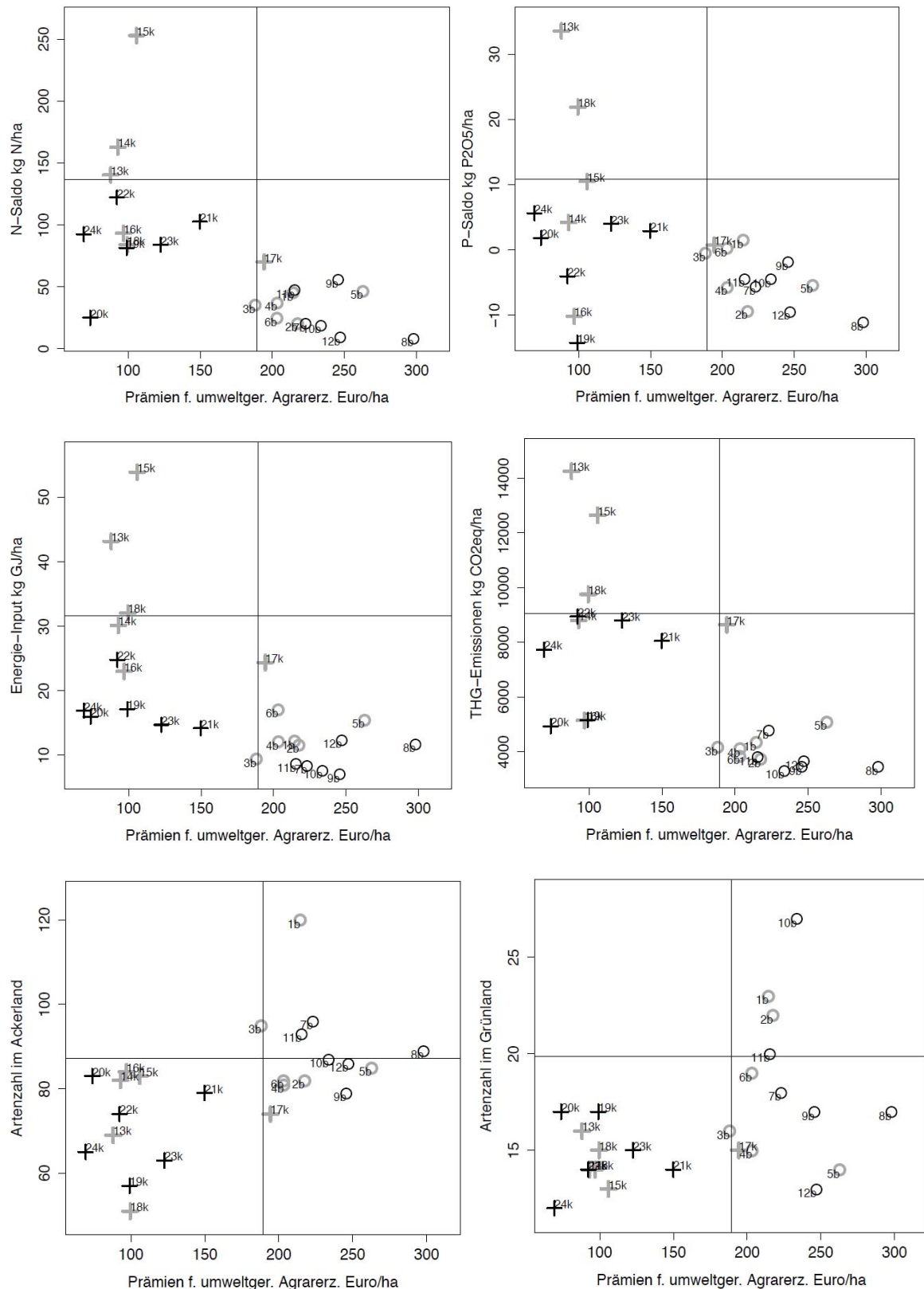


Abbildung 28: Scatterplots von Prämien für umweltgerechte Agrarerezeugung und N- und P-Saldi, Energie-Inputs, THG-Emissionen, Acker- und Grünland-Biodiversität bei biologischen und konventionellen Betrieben (Legende: Kreis: bio; Kreuz: konv.; grau: MV; schwarz: MK)

Auch bezogen auf die Prämien für umweltgerechte Agrarerezeugung ist $ZÖA_{Bio}$ bei Milchviehbetrieben geringer (Tabelle 16). Für Milchviehbetriebe variieren die rechnerischen Vermeidungskosten (VK_{Bio}), d.h. die Kosten pro Hektar und Jahr zur Erzielung einer

einprozentigen Verbesserung des Parameters, zwischen 1,38 € (N-Eutrophierung) und 1,78 € (Treibhausgasemissionen). Bei Mutterkuhbetrieben variieren die Vermeidungskosten zwischen 2,09 € (N-Eutrophierung) und 3,10 €/ha und Jahr (fossiler Energieverbrauch).

Tabelle 16: Öffentliche Ausgaben für Biobetriebe ($Z\ddot{O}A_{Bio}$) und die rechnerischen Vermeidungskosten (VK_{Bio}) bezogen auf die Prämien für umweltgerechte Agrarerzeugung

Kennzahl	Milchviehbetriebe	Mutterkuhbetriebe
$Z\ddot{O}A_{Bio}$ (€/ha*Jahr)	102.00	143.00
VK_{Bio} N-Eutrophierungspotential (€/ % Verbesserung)	1.38	2.09
VK_{Bio} Verbrauch fossiler Energieträger (€/ % Verbesserung)	1.64	3.10
VK_{Bio} THG-Emissionen (€/ % Verbesserung)	1.78	2.95
VK_{Bio} THG-Bilanz (€/ % Verbesserung)	1.59	2.61

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass Biobetriebe höhere Prämien für umweltgerechte Agrarerzeugung (inkl. Beiträge biologischer Landbau) erhalten als konventionelle Betriebe und im Gegenzug höhere Umweltleistungen erbringen. Innerhalb der biologisch und konventionell wirtschaftenden Betriebsgruppen lassen sich aber keine Zusammenhänge zwischen Zahlungen und Umweltleistungen identifizieren. Allerdings kann festgestellt werden, dass bei höheren Zahlungen in der Regel keine Betriebe mehr mit niedrigen Umweltleistungen beteiligt sind. Das impliziert, dass mit zunehmender Zahlungshöhe die Wahrscheinlichkeit der Erzielung niedriger Umweltleistungen sinkt. Die Umweltleistungen scheinen also mehr vom System abzuhängen, als von den Zahlungen, und die Zahlungen scheinen auch vom System abzuhängen.

Die rechnerischen Vermeidungskosten sind bei den wichtigsten Kennzahlen für die Reduktion des N-Saldos am geringsten und für die Reduktion des Energieinputs am höchsten. Bezogen auf die Gesamtzahlungen an die Betriebe sind die Vermeidungskosten für Milchviehbetriebe nicht definiert, da die Gesamtzahlungen bei Biobetrieben sogar geringfügig kleiner sind als für konventionelle Milchviehbetriebe.

7 Diskussion

In diesem Kapitel werden die Vorgehensweise und die Ergebnisse der Studie diskutiert. Zunächst wird das Vorgehen bei Betriebsauswahl und die Datengrundlage diskutiert (7.1). Dann werden die ausgewählten Indikatoren zur Analyse der ökologischen Effektivität und die daraus generierten Ergebnisse behandelt (7.2). Schließlich werden das Vorgehen und die Ergebnisse hinsichtlich der ökonomischen Effizienz der Zahlungen diskutiert (7.3).

7.1 Betriebsauswahl und Datengrundlage

Bei der Analyse der Daten konnten durch die interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen Ökologen und Ökonomen sowie die transdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen Beratern und Wissenschaftlern neue, relevante und stichhaltige Ergebnisse erzeugt werden.

Insbesondere die konsequente Umsetzung des Paarvergleichsansatzes lässt weitreichende agrarpolitische Schlussfolgerungen hinsichtlich der Effektivität und Effizienz von Biobetrieben in der Erbringung von Umweltleistungen zu. Durch den Paarvergleichsansatz konnten die wesentlichen Störgrößen, insbesondere unterschiedliche naturräumliche Voraussetzungen, die bei solchen Vergleichen oftmals auftreten (Schader, 2009), ausgeschlossen werden. So war es möglich, sich auf die Unterschiede der Betriebe zu konzentrieren, die mit der biologischen Wirtschaftsweise in Verbindung gebracht werden können.

Auf der anderen Seite lässt die paarweise Auswahl der konventionellen Betriebe keine Rückschlüsse auf Durchschnittswerte für konventionelle Betriebe im luxemburgischen Agrarsektor zu. Gemäß Erfahrungen von CONVIS ist davon auszugehen, dass es sich bei den teilnehmenden konventionellen Betrieben um vergleichsweise extensiv wirtschaftende Betriebe handelt (Lioy, 2011). Damit wären die Unterschiede zu repräsentativ ausgewählten konventionellen Betrieben noch wesentlich grösser.

7.2 Ökologische Effektivität

Die ökologische Effektivität der Zahlungen für biologische Betriebe wurde mittels ökologischer Indikatoren betriebsspezifisch bestimmt. Das Indikatorenset enthielt neben Stoffflussbilanzen (Nährstoffbilanzen, Futterbilanzen, Energiebilanzen, Klimabilanzen) auch Biodiversitätsdaten bezüglich Acker- und Grünlandflora. Dabei beziehen die verwendeten Klimabilanzen von CONVIS Einflüsse auf die Kohlenstoffsequestrierung mit ein. Die Berücksichtigung dieses wichtigen Faktors gilt als großer Vorteil gegenüber den meisten heutigen Klimabilanzen landwirtschaftlicher Betriebe und Produkte (Hörtenhuber *et al.*, 2011). Kritisch bleibt jedoch anzumerken, dass die Kohlenstoffsequestrierung ein endlicher und reversibler Vorgang ist und die Datengrundlagen noch recht unsicher sind. Beispielsweise scheinen die berechneten Einlagerungen an Kohlenstoff durch Mulchsaat, wie sie auf manchen konventionellen Betrieben Anwendung findet, vergleichsweise hoch zu sein. Weiterer Forschungsbedarf ist gegeben, um diese Unsicherheiten zu verringern. Bei der Interpretation der Ergebnisse sollte dies beachtet werden.

Laut den Ergebnissen unserer Studie geht von den konventionellen Betrieben teilweise eine erhebliche Umweltbelastung aus. Dies bestätigen frühere Ergebnisse von Stoll (2003) und Lioy und Reding (2008). Durch sehr hohe **Stickstoffüberschüsse**, insbesondere auf Milchviehbetrieben, entstehen große Stickstoffüberschüsse in den Bilanzen. Durch diese Überschüsse, die zum Teil als Ammoniak ausgasen und zum Teil als Nitrat ins Grundwasser ausgewaschen werden, entsteht ein erhebliches **Umweltgefährdungspotential für Luft und Wasser** (Osterburg and Runge, 2007). Mit dem **erhöhten Stickstoffeinsatz** sind auch

erhebliche Verluste des pflanzlichen und tierischen Artenreichtums verbunden. Dazu kommen aber auch die **Applikation von Herbiziden, Fungiziden und Pestiziden** sowie eintönige Fruchtfolgen (Bengtsson *et al.*, 2005; Hole *et al.*, 2005). Diese Überschüsse haben nicht nur ein hohes Potential für Luft- und Gewässerverschmutzung, sondern führen auch zu einem **hohen Verbrauch an nicht-erneuerbaren Energieressourcen** wie Öl, Gas und Kohle. Die Überschüsse lassen sich vor allem auf große Mengen **zugekaufter Dünge- und Futtermittel** zurückführen. Laut gängigen Ökoinventardatenbanken werden je nach Düngemittel durchschnittlich etwa 6 MJ an nicht erneuerbarer Energie aufgewendet, um ein Kilogramm Stickstoff zu synthetisieren. Insbesondere durch die Düngemittelzukaufe wird die **Klimabilanz dieser Betriebe gleich doppelt belastet**: Einerseits benötigt die Produktion von Düngemitteln, wie oben beschrieben, hohe Mengen an Energie, andererseits wird geschätzt, dass etwa 1% des ausgebrachten Stickstoffs über N₂O-Ausgasung bei der Ausbringung klimarelevant wird. Da ein Molekül N₂O etwa 310-mal klimawirksamer ist als ein CO₂-Molekül, sollte schon alleine aus Klimaschutzgründen die Stickstoffverwertungseffizienz gesteigert werden. Die **Phosphor- und Kalibilanzen** der untersuchten Betriebe können im Gegensatz zu den Stickstoffbilanzen als **weitgehend unbedeutend** und somit ökologisch neutral bewertet werden.

Während die hohe Intensität der konventionell wirtschaftenden Betriebe überraschte, entsprechen die Ergebnisse hinsichtlich der ökologischen Kennzahlen der biologischen Betriebe im Wesentlichen den aus ähnlichen Studien in anderen Ländern bekannten Werten (Mäder *et al.*, 2002; Schader, 2009).

Außerdem gilt es zu bedenken, dass die ausgewählten Indikatoren nur einen Teil der relevanten ökologischen Effekte abdecken. So sind beispielsweise keine Rückschlüsse aus der Studie bezüglich der Toxizitätswirkung der Betriebe (Bodentoxizität, Gewässertoxizität, Humantoxizität) möglich. Ferner ist das Tierwohl auf den Betrieben eine Größe, die gesellschaftlich höchst relevant ist, durch diese Studie aber nicht abgedeckt wird. Die europäische Vergleichsliteratur (Schader *et al.*, 2012, in Press; Stolze *et al.*, 2000) lässt auch hier aufgrund der extensiveren Wirtschaftsweise deutliche Vorteile für die biologisch wirtschaftenden Betriebe erwarten.

Die Messungen der Zahl der Pflanzenarten auf Ackerland und Grünland der 24 Betriebe lassen Rückschlüsse auf das Biodiversitätsniveau auf den Betrieben zu. Da wir uns bei der Auswertung der für die Biodiversität relevanten Faktoren auf die mittleren pro Betrieb festgestellten Artenzahlen auf den Äckern und dem Intensivgrünland beschränkt haben, sind diesen Werten auch relativ enge Grenzen hinsichtlich ihrer Interpretierbarkeit gesteckt. Es handelt sich um hochverdichtete Daten, in denen die Unterschiede zwischen den ökologischen Leistungen der einzelnen Betriebe zwar noch sichtbar sind, aber durch das Zusammenführen der Daten dennoch stark nivelliert wurden. Die festgestellten Unterschiede folgen aber den gleichen Regeln, wie sie in der ausführlicheren Auswertung im Teilbericht zur Biodiversität nachzulesen sind.

Abschließend kann man festhalten, dass sich bei genauerer Betrachtung hinter selbst vergleichsweise gering erscheinenden Unterschiede in den mittleren Artenzahlen eine ganze Reihe weiterer ökologischer Leistungen auftut, die sich nicht nur auf die untersuchten Flächen beschränkt, sondern auch einen Wiederhall in den angrenzenden Randgesellschaften in der Landschaft findet. Aus diesem Grunde muss man die von den

biologisch wirtschaftenden Betrieben ausgehenden Biodiversitätsleistungen wesentlich höher einschätzen, als das die Differenz der mittleren Artenzahlen vermittelt.

Die in der ausführlichen Auswertung aufgezeigten Stränge verdeutlichen zahlreiche weitere Auswirkungen der betrieblichen Ausrichtung im Hinblick auf die drei Teilaspekte der Biodiversität: der Habitatvielfalt, der Artenvielfalt, wie auch der genetischen Vielfalt. Um diese Aspekte allerdings deutlicher herausarbeiten zu können bedürfte es zusätzlichen Datenmaterials. Da Segetalgesellschaften in der mitteleuropäischen Landschaft zu den am stärksten bedrohten Vegetationsbeständen gehören, wären weitergehende Untersuchungen wünschenswert, um z.B. mögliche Schutzstrategien auf der Basis einer biologischen Bewirtschaftung zu prüfen (van Elsen, T. et al. 2011).

7.3 Ökonomische Effizienz

Bei der Analyse der Buchhaltungsdaten beschränkten wir uns auf die wesentlichen Größen im Hinblick auf die Ziele der Studie, nämlich a) die Erträge aus Produktverkäufen, b) der Höhe der Zahlungen an die Betriebe und c) das Betriebseinkommen (Kapitel 6).

Die Zahlungshöhen wurden dann in Beziehung zu den ökologischen Kennzahlen gesetzt, um Rückschlüsse auf die Effizienz der Betriebe in der Erbringung gesellschaftlicher Leistungen zu ziehen. Schwerpunkt der Analysen waren aber die Zahlungen, die in a) Gesamtzahlungen, b) produktionsbezogene Beiträge, c) Agrarumweltmaßnahmen und d) Beihilfe biologischer Landbau unterteilt wurden (siehe Abbildung 6, Seite 32). Somit war es möglich, für diese Größen eine rechnerische Effizienz in Bezug auf die Zahlungen zu ermitteln (Kapitel 7).

Es zeigt sich denn auch, dass die betriebsbezogenen Zahlungen mit den Umweltwirkungen lediglich für Biodiversitätsindikatoren korrelieren. Dagegen sind bei den Prämien für umweltgerechte Agrarerzeugung die höheren Zahlungen die Biobetriebe erhalten, und deren höhere Umweltleistungen klar sichtbar. Es ist dabei aber zu betonen, dass Unterschiede in den Prämienhöhen (außer hinsichtlich Biodiversität) innerhalb der Gruppen Bio- und konventioneller Betriebe nicht weiter mit Umweltleistungen korrelieren. Insofern ist die bestimmende Variable für die Umweltqualität, ob ein Betrieb biologisch oder konventionell wirtschaftet und nicht die Höhe der Prämien für umweltgerechte Agrarerzeugung (geschweige denn der betriebsbezogenen Zahlungen oder der Gesamtzahlungen).

Dennoch, ein weiterer, tiefergehender Vergleich von betrieblichen Kennzahlen, wie Faktoreinsatz und Kostenstrukturen, würde möglicherweise interessante Erkenntnisse über mögliche Verbesserungen in der Förderstruktur für luxemburgische Betriebe zu Tage fördern. Hinsichtlich der Vergleichbarkeit der Betriebe gilt zu beachten, dass aus Profitabilitätsvergleichsstudien aus anderen Europäischen Ländern bekannt ist, dass das Betriebseinkommen der Biobetriebe nicht zuletzt auch aufgrund höherer Innovationskraft und dynamischer Betriebsleiter deutlich höher liegt als bei vergleichbaren konventionellen Betrieben (Nieberg and Offermann, 2002; Nieberg *et al.*, 2007; Offermann *et al.*, 2009). Diese Störgröße kann auch mittels Paarvergleichsansatz nur bedingt ausgeschaltet werden.

Somit überrascht es, dass beim Betriebseinkommen der Milchviehbetriebe die konventionellen Betriebe in Luxemburg sogar leicht besser abschneiden als die Bio-Vergleichsbetriebe. Dies ist der Tatsache zuzuschreiben, dass die höheren Milcherträge der konventionellen Milchviehbetriebe (höherer Viehbesatz, höhere Milchleistung pro Kuh) durch

den höheren Bio-Milchpreis (bio+), nicht kompensiert werden kann. Hinzu kommt, dass es bisher nicht möglich war, die volle Milchmenge über den Biomarkt abzusetzen.

Ein weiterer Grund für das schlechtere Betriebsergebnis der biologischen Milchviehbetriebe könnte die Umsetzung der vergangenen Reformen bei der Umstellung zur Betriebsprämie in Luxemburg sein, welche teilweise auf historischen Prämienrechten fußt. Die Bullen- und Mutterkuhprämien, welche vor Einführung der Betriebsprämie gezahlt wurden, sind zu einem Teil in die Betriebsprämie eingerechnet worden. Dadurch kommt es zu zwischenbetrieblichen Unterschieden, wenn man die Betriebsprämien auf einen Hektar Landfläche umlegt. Diese strukturelle Benachteiligung eher extensiv wirtschaftender Betriebe zielte ursprünglich darauf ab, den induzierten Strukturwandel dadurch sozialverträglicher zu gestalten, wird aber im Laufe der Jahre sukzessive zurückgefahren (Conter, 2011).

Bei den Mutterkuhbetrieben ergibt sich ein umgekehrtes Bild, da diese sich in ihrer Produktivität weniger stark unterscheiden und somit die Biobetriebe über zum Teil leicht höhere Mehrpreise für ihre Produkte insgesamt höhere Betriebsergebnisse erzielen können.

Diese Studie war darauf ausgerichtet, die Förderung der Biobetriebe hinsichtlich Effektivität und Effizienz zu beurteilen. Die Beihilfe biologischer Landbau ist jedoch in ein Geflecht von agrarumwelt- und Naturschutzmaßnahmen eingebettet (siehe Tabelle 2, Seite 13). Aufgrund mangelnder Differenzierbarkeit der Teilnahme der Betriebe an den Programmen lassen sich nur sehr allgemeine Schlussfolgerungen über die Wirksamkeit der Programme ziehen. Gleichzeitig wäre es im Hinblick auf anstehende Agrarreformen dringend geboten, die Agrarumweltprogramme einer Evaluation ihrer Wirksamkeit und Effizienz zu unterziehen.

Ferner war es nicht möglich Wechselwirkungen zwischen einer pauschalen Beihilfe für biologisch wirtschaftende Betriebe und spezifischen Agrarumweltmaßnahmen, wie kürzlich von Schader (2009) diskutiert, zu untersuchen. Anders als beispielsweise in der Schweiz, lässt sich in Luxemburg die Beihilfe biologischer Landbau nicht mit den wesentlichen Agrarumweltzahlungen kumulieren, obwohl die Anforderungen der Programme (bspw. Pestizidverzicht) und die daraus resultierenden ökologische Leistungen von den Biobetrieben ohnehin erbracht werden. Zudem ist die Kontrolle für die Einhaltung der Richtlinien bei Biobetrieben mit der 100% Kontrolle wesentlich schärfer und aufwendiger als bei den restlichen Agrarumweltprogrammen, wo nur etwa 5% der Betriebe jährlich geprüft werden. Durch Kombination der Einzelmaßnahmen, an denen Biobetriebe nicht teilnehmen können, („Verringerung der Stickstoffdüngung bestimmter Ackerkulturen“, „Verringerung des Einsatzes von Pflanzenschutzmitteln“), die aber von Biobetrieben ohnehin erbracht werden, lassen sich zudem höhere Prämien erwirtschaften als über die Beihilfe biologischer Landbau. Dieser Tatbestand ist dringend überholungsbedürftig, da falsche Anreize geschaffen werden und höhere Leistungen mit niedrigeren Prämien abgegolten werden. Um dies zu verdeutlichen, wurde folgende Zusammenstellung erarbeitet.

Die aktuelle Bioprämie beträgt 150 €/ha, resp. 200 €/ha in der dreijährigen Umstellungszeit (für landwirtschaftliche Kulturen). Die Spanne der Maßnahmen „Verringerung der Stickstoffdüngung bestimmter Ackerkulturen“ und „Verringerung des Einsatzes von Pflanzenschutzmitteln“ (von welchen die Biobetriebe ausgeschlossen sind) beträgt 165 €/ha bis 275 €/ha. Diese Maßnahmen sind Teil der EU-Verordnung Nr. 834/2007 zum biologischen Landbau und werden daher sowieso von den Biobetrieben erbracht. Somit wird deutlich, dass der biologische Landbau mit seinen ökologischen Leistungen gegenüber anderen Förderungen benachteiligt ist. Zudem erbringt die biologische Wirtschaftsweise, wie

in dieser Studie erwiesen, noch weitere Umweltleistungen. Daher ist ersichtlich, dass der finanzielle Anreiz zur Umstellung auf biologische Landwirtschaft ineffizient resp. deutlich zu gering ist. Die Prämie müsste demnach mindestens der Summe der Prämie der Maßnahmen „Verringerung der Stickstoffdüngung bestimmter Ackerkulturen“ und „Verringerung des Einsatzes von Pflanzenschutzmitteln“ entsprechen, zuzüglich der Endgeltung der zusätzlich erbrachten Umweltleistungen seitens der Biobetriebe (z.B. mindestens in der Höhe der aktuellen Bioprämie). Zudem ist die Tatsache, dass die Teilnahme an der Maßnahme „Biologischer Landbau“ einen Ausschluss an andern Agrarumweltprogrammen (z.B. „Beibehaltung eines geringen Viehbesatzes“) mit sich bringt, fraglich (siehe Tabelle 2, Seite 13).

Auffällig ist, dass eine explizite Zielformulierung agrarumweltpolitischer Maßnahmen in Luxemburg fehlt. Eine Ableitung solcher Ziele würde eine effektivere und effizientere Ausrichtung der luxemburgischen Agrarpolitik ermöglichen. Außerdem würden Zielkonflikte und Synergien zwischen Zielen und Maßnahmen transparent. Hier gilt es zu beachten, dass jedes agrarumweltpolitische Ziel mit mindestens einer separaten Maßnahme adressiert werden sollte (Henrichsmeyer and Witzke, 1994; Tinbergen, 1956). Maßnahmen, die gleichzeitig mehrere Ziele verfolgen, können dabei genutzt werden, um die Effizienz des Maßnahmenportfolios zu erweitern. Es liegt nahe, dass mit der Förderung des Biolandbaus höhere Umweltleistungen zu geringeren Kosten erbracht werden können, als bei ganz punktueller Förderung. Momentan sind die aktuellen Förderungen im Biolandbau zu gering, um einen Anreiz zu einer substanziellen Umstellung auf die biologische Wirtschaftsweise darzustellen.

8 Schlussfolgerungen

In diesem Kapitel werden die wesentlichen Erkenntnisse, die sich aus den Ergebnissen der Studie im Hinblick auf die Ziele ableiten lassen, zusammengefasst und Schlussfolgerungen für Wissenschaft und luxemburgische Agrarpolitik abgeleitet.

8.1 Wissenschaftliche Schlussfolgerungen

Aus wissenschaftlicher Perspektive wurde in dem Projekt „öko-öko“ ein Ansatz zur ökologischen und ökonomischen Evaluation der luxemburgischen Agrarpolitik im Hinblick auf den biologischen Landbau umgesetzt, um den vielfältigen ökologischen und ökonomischen Wirkungen des Biolandbaus gerecht zu werden. Dies war möglich durch die Kombination von ökologischen und ökonomischen Modellen und Datengrundlagen. Aufgrund der geringen Stichprobengröße waren komplexere statistische Analysen nicht sinnvoll, doch die mit den hier angewendeten Methoden und Datenreferenzen erzielten Ergebnisse führen zu sehr interessanten, transparenten und robusten Erkenntnissen. Damit konnten die in den Kapiteln 1 und 2 dargestellten Wissenslücken mit empirischen Daten von 24 luxemburgischen Betrieben über drei Jahre geschlossen werden.

Von konventionellen Betrieben in Luxemburg gehen teilweise erhebliche Umweltwirkungen aus betreffend Luft- und Gewässerverschmutzung, Biodiversitätsverlust, Verbrauch an nicht-erneuerbaren Energieressourcen, Treibhausgasemissionen und Proteinfuttermittelimporte aus Übersee (1 770 t Sojaimport in 2010 (Angaben Statec, 2011)).

Auf den Biobetrieben waren diese Belastungen erheblich geringer. So konnte durch einen gegenüber den konventionellen Betrieben um 66% verringerten Stickstoffinput die Stickstoffüberschüsse um durchschnittlich 72% verringert werden. Auch die Stickstoffeffizienz (d.h. der erwirtschaftete monetäre Ertrag per Einheit Stickstoffinput) lag bei Biobetrieben um 90% höher als auf den konventionellen Vergleichsbetrieben. Bei der Artenzahl im Acker- und Grünland heben sich die Biobetriebe ebenfalls klar von den konventionellen Betrieben ab. So wurden auf Biobetrieben 58% höhere Artenzahlen im Ackerland (195% innerhalb des Feldes, 68% am Feldrand, 28% im gesamten Feld) und durchschnittlich 28,2% im Grünland gemessen. Die Biobetriebe verwenden pro Hektar nur etwa 43% des konventionellen Energieinputs und erreichen dadurch auch ein leicht höheres Energiesaldo und eine höhere Energieeffizienz. Von den Biobetrieben gehen um etwa 54% geringere Klimagasemissionen pro Hektar aus. Außerdem erreichen die Biobetriebe eine durchschnittlich mehr als doppelt so hohe Kohlenstoffeinlagerung im Boden als ihre konventionellen Gegenstücke. Dies führt neben verbesserten Klimabilanzen auch zu verbessertem Bodenschutz. Zudem war die Futterautarkie, insbesondere bezüglich Proteinfuttermittel bei den untersuchten Biobetrieben, wesentlich besser als bei ihren konventionellen Vergleichsbetrieben

Die Analyse der ökonomischen Kennzahlen ergab, dass Bio-Mutterkuhbetriebe pro Hektar bessere Betriebseinkommen als konventionelle Mutterkuhbetriebe erwirtschaften. Allerdings haben konventionelle Milchviehbetriebe ein höheres Betriebseinkommen als biologisch wirtschaftende Betriebe.

Pro ha erhalten die untersuchten Biobetriebe in etwa 6% höhere öffentliche Zahlungen als konventionelle Betriebe. Dies gilt auch für die Unterkategorie der gesamten betriebsbezogenen Zahlungen (im Schnitt erhalten Biobetriebe auch 6% mehr). Allerdings setzen sich die Gelder sehr unterschiedlich zusammen: Während Biobetriebe etwa 35% ihrer

betriebsbezogenen Zahlungen (resp. 28% der Gesamtzahlungen) über Agrarumweltprogramme (inklusive Beihilfe biologischer Landbau) generieren, machen Agrarumweltprogramme bei den betriebsbezogenen Zahlungen der konventionellen Betriebe nur etwa 15-20% aus (bei den Gesamtzahlungen 10-15%). Wenn man die Beihilfe biologischer Landbau von den Agrarumweltmaßnahmen abzieht, sind die Fördersummen für Biobetriebe noch leicht höher (um 7%) als diejenigen der konventionellen Betriebe. Dafür generieren konventionelle Betriebe eher höhere Fördersummen über die erste Säule und nicht produktionsbezogene Beiträge.

Die Kalkulation der Kosteneffektivität der Biobetriebe in der Erreichung von Umweltzielen zeigte, dass trotz der insgesamt gleichwertigen Fördersumme (Gesamtzahlungen) pro Hektar höhere Umweltleistungen erbracht werden als auf konventionellen Betrieben. Damit konnte der empirische Nachweis erbracht werden, dass die höheren Zahlungen an Biobetriebe über Agrarumweltprogramme verglichen mit konventionellen Betrieben mit erheblichen ökologischen Mehrleistungen einhergehen. Allerdings konnte weder bei den konventionellen noch bei den biologischen Betrieben ein Zusammenhang zwischen der Höhe der anderen Prämien für umweltgerechte Agrarerzeugung (exklusive Beihilfe biologischer Landbau) und den ökologischen Indikatoren hergestellt werden. Zumindest zeigte sich aber, dass bei hohen Zahlungen keine niedrigen Biodiversitätsleistungen zu verzeichnen sind, was im Bereich geringerer Zahlungen durchaus der Fall ist. Um die Kosteneffektivität der Beihilfe biologischer Landbau aber vergleichen zu können, müsste die Kosteneffektivität der anderen Prämien für umweltgerechte Agrarerzeugung ebenfalls genauer evaluiert werden.

Vergleicht man die Kosteneffektivität der Förderung der luxemburgischen mit der in anderen Ländern (siehe Schader, 2009) kann aber festgestellt werden, dass zu vergleichsweise niedrigen Kosten relativ hohe Umweltleistungen erbracht werden.

Während der Durchführung der Studie stellten sich allerdings auch einige methodische Herausforderungen und inhaltliche Fragen heraus, die aus unserer Sicht in den nächsten Jahren angegangen werden sollten.

- Überarbeitung der Klimamodelle hinsichtlich importierter Futtermittel und Sequestrierungsmodelle
- Untersuchung der Ressourceneffizienz, d.h. von produktbezogenen Umweltwirkungen mittels Ökobilanzierung
- Verbesserung der Datenlage bezüglich der Zahlungen unter den einzelnen Agrarumweltmaßnahmen und eine entsprechend verfeinerte Analyse der Effektivität und Effizienz der Zahlungen
- Detaillierte Analyse der Akzeptanz, Effektivität und Effizienz der luxemburgischen Agrarumweltprogramme
- Noch detailliertere Untersuchung der Biodiversität auf den Betrieben sowie der in dieser Studie nicht untersuchten Wirkungen auf Toxizität und Tierwohl

8.2 Agrarpolitische Schlussfolgerungen

Die agrarpolitischen Schlussfolgerungen die aus den Ergebnissen gezogen werden können, betreffen die Beihilfe biologischer Landbau, die restlichen Agrarumweltprogramme und die Förderstruktur in Luxemburg insgesamt.

Die Flächenprämie, die für Biobetriebe derzeit ausgezahlt wird, sollte eigentlich einen finanziellen Anreiz zur Umstellung auf biologische Produktion darstellen. Die Berechnung erfolgt aufgrund des zu erwartenden Ertragsausfalls, ökologisch orientierte Zahlungen standen nicht zur Debatte. Allerdings werden in Luxemburg die dadurch insgesamt höheren Agrarumweltzahlungen an Biobetriebe durch die höheren sonstigen staatlichen Zahlungen an konventionelle Betriebe weitestgehend neutralisiert. Betreffend öffentliche Zahlungen bestehen somit keine Anreize, auf biologische Landwirtschaft umzustellen. Konventionelle Betriebe haben die Möglichkeit, ähnlich hohe resp. höhere Flächenprämien zu bekommen, nur indem sie an den Maßnahmen „Verringerung der Stickstoffdüngung bestimmter Ackerkulturen“ und „Verringerung des Einsatzes von Pflanzenschutzmitteln“ teilnehmen (Die darauf resultierenden Umweltleistungen erbringen die Biobetriebe sowieso, da der Inhalt dieser Maßnahmen Teil der EU- Verordnung Nr. 834/2007 ist). Bei Milchviehbetrieben ist das Betriebseinkommen bei den biologisch wirtschaftenden Betrieben geringer als bei den konventionellen Kollegen, daher gibt es besonders hier kaum Betriebsumstellungen. Diese Anreizlage spiegelt sich auch in den, im Vergleich zu anderen Ländern, geringen Umstellungsraten und dem geringen Anteil biologisch wirtschaftender Betriebe in Luxemburg wieder (Willer *et al.*, 2011).

Mit dem „Aktionsplan biologische Landwirtschaft“ wurde von Regierungsseite ein Bekenntnis zur Förderung des biologischen Landbaus abgelegt. Unsere Studie stützt dieses Bekenntnis aus gesellschaftlicher Perspektive, da mit einer vermehrten Umstellung der Betriebe auf biologischen Landbau mit wesentlich geringeren negativen externen Effekten der Landwirtschaft zu rechnen ist (geringere Luft- und Gewässerbelastung, höhere Biodiversität, geringerer Energieverbrauch und geringere Treibhausgasemissionen). Dies sind Erwartungen, die wir in der vorliegenden Studie gut bestätigen konnten.

Bei den restlichen Agrarumweltprogrammen konnte dieser direkte Zusammenhang zwischen Agrarumweltzahlungen und Umweltleistungen in der Studie nicht erbracht werden. Allerdings wäre eine genaue Untersuchung der einzelnen Maßnahmen mit einem ähnlichen Verfahren, wie es in dieser Studie angewendet wurde, nötig. Denn wir gehen davon aus, dass die Verknüpfung von öffentlichen Zahlungen für landwirtschaftliche Betriebe mit konkreten Umweltleistungen im Allgemeinen als gesellschaftlich vorteilhaft gegenüber den Zahlungen der 2. Säule anzusehen wäre.

Geht man davon aus, dass die Dotierung der Prämienhöhen die ökologischen Effekte der Maßnahmen widerspiegeln sollten, wäre zu überlegen ob der gegenseitige Ausschluss von Maßnahmen nicht durch ein System kumulierbarer Beiträge ersetzt werden sollte. Dadurch könnten die derzeitigen, teilweise unlogischen Fördertatbestände behoben werden. Dass Biobetriebe nicht automatisch von den Programmen „Beibehaltung eines geringen Viehbesatzes“, „Verringerung der Stickstoffdüngung bestimmter Ackerkulturen“, „Verringerung Herbizide, Fungizide, Insektizide“ profitieren können ist ordnungspolitisch höchst problematisch, da die kombinierte Teilnahme an mehreren dieser Einzelmaßnahmen zu höheren Fördersummen als durch die Beihilfe biologischer Landbau führen kann.

Damit könnten gezielte Anreize für die Erbringung von ökologischen Leistungen erbracht werden. Im Hinblick auf die anstehenden Agrarreformen empfehlen wir der luxemburgischen Agrarpolitik, einen klaren Katalog von Zielen gegenüberzustellen, damit a) effektive und effiziente Maßnahmen gefunden werden können und b) die Maßnahmen-Effektivität und Effizienz genauer evaluierbar ist. Die Beihilfe biologischer Landbau könnte dabei als Mehrzielmaßnahme zur Anwendung kommen und aufgrund der Projektergebnisse vermutlich

recht effizient Umweltleistungen hervorrufen, da Biobetriebe bei allen untersuchten Umweltwirkungen Vorteile aufweisen. Die ökonomische Theorie und vorangegangene Befragungen (Szerencsits *et al.*, 2009) legen nahe, dass höhere Zahlungen mehr Betriebe zur Umstellung bewegen würde. Damit würden die ökologischen Wirkungen des biologischen Landbaus auf einer größeren Fläche wirksam werden.

Es gilt zu beachten, dass bei höheren Zahlungen Mitnahmeeffekte, sogenannte „deadweight effects“¹⁰, zunehmen und die Effizienz der Förderung schmälern. Deshalb ist es wichtig, ein angemessenes Gleichgewicht zwischen der „Systemförderung“ der biologischen Landwirtschaft und effizienten Einzelmaßnahmen zu finden. Soweit dies die EU-Verordnung gestattet, sollten die Einzelmaßnahmen kombinierbar mit der Systemförderung sein, damit Betriebe leistungsgerechte Prämien erhalten und ökonomische Anreize korrekt gesetzt werden.

Die Resultate dieser Studie legen also nahe, dass die Zahlungen so erhöht, bzw. ausgelegt werden sollten, dass die Beihilfe für Biobetriebe mindestens die über vergleichbare Einzelmaßnahme erzielbaren Zahlungen pro Hektar ausmacht. Dies führt zu höheren Anreizen auf biologische Wirtschaftsweise umzustellen und damit zu einer wirkungsvollen Ökologisierung des luxemburgischen Agrarsektors. Zusätzlich sollte ein explizites agrarumweltpolitisches Zielsystem für Luxemburg entwickelt werden. Dadurch könnte für die nächste Förderperiode die Ausrichtung der Agrarumweltmaßnahmen geprüft werden und gegebenenfalls die Effektivität und Effizienz der Maßnahmen gesteigert werden.

Danksagung

Die Autoren der Studie danken allen Landwirten die an der Studie teilgenommen haben und allen Personen die direkt oder indirekt an der Datenerhebung beteiligt waren. Ein Dank gilt auch Christian Ries und Sven Wehke für die Unterstützung bei den Biodiversitätsaufnahmen. Nicht zuletzt danken wir dem Ministère de l'Agriculture, de la Viticulture et du Développement Rural und der Administration des Services Techniques de l'Agriculture, ASTA für die finanzielle Unterstützung der Studie im Rahmen des „Aktionsplans biologische Landwirtschaft Luxemburg“.

¹⁰ Deadweight effects beziehen sich auf die Tatsache, dass Zahlungen als Anreize für die Umstellung auf bzw. Beibehaltung des biologischen Landbau gezahlt werden, obwohl einige der Betriebe auch ohne (oder zu geringeren Zahlungen) zu der Umstellung oder Beibehaltung des Biolandbaus bereit gewesen wären.

Literatur

- Administration de la gestion de l'eau (2009), Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie: Bewirtschaftungsplan für das Großherzogtum Luxemburg, Luxemburg.
- Aeschenbacher, S. and Badertscher, R. (2008), 'Umweltziele Landwirtschaft - Hergeleitet aus bestehenden rechtlichen Grundlagen', *Umweltwissen*, Bern, Federal Office for the Environment (BAFU), Federal Office for Agriculture (BLW), UW-0820-D.
- AEV (2011), Luxembourg's National Inventory Report 1990-2009, Ministère du Développement durable et des infrastructures, Administration de l'environnement, Le Gouvernement du Grand-Duché Luxembourg.
- ASTA (2005), Förderprogramm für umweltgerechte und den natürlichen Lebensraum schützende landwirtschaftliche Produktionsverfahren, Luxemburg.
- ASTA (2011): Bio eng Alternativ fir main Betrieb, Vortrag in Beringen, 29.11.2011.
- Badertscher, R. (2005), 'Evaluation of Agri-environmental Measures in Switzerland', in Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) (ed.), *OECD Workshop on Evaluating Agri-environmental Policies*, Paris.
- Baumgartner, D., Mieleitner, J. and Alig, M. (2010), 'Ökobilanz der Schweizer Landwirtschaftsbetriebe: Übersicht', *Ökobilanzierung landwirtschaftlicher Betriebe*, Zürich, 24. November 2010, ART.
- Bengtsson, J., Ahnström, J. and Weibull, A.C. (2005), 'The effects of organic agriculture on biodiversity and abundance: a meta-analysis', *Journal of Applied Ecology*, 42, pp. 261-269.
- Calmes (2010), Le bien-être des animaux d'élevage entre relation homme/animal et technique, Université de Liège.
- Conseil supérieur pour un développement durable (CSDD) (2008), Nachhaltige Politik zur Nutzung von Biomasse: Stellungnahme des CSDD vom 25. Februar 2008.
- Conter, G. (2011), 'Personal communication at project meeting', Munsbach, 17.11.2011.
- Dabbert, S., A.M. Häring und R. Zanolli (2002), *Politik für den ökologischen Landbau*, Stuttgart, Ulmer Verlag.
- De Beroder (2009), Wirtschaftliche Aspekte der Umstellung zur Biolandwirtschaft, De Beroder Nr. 50, Service d'économie rurale SER.
- EEA (2005), 'Agriculture and environment in EU-15 - the IRENA indicator report', Copenhagen, European Environmental Agency (EEA).
- Frondel, M. and Schmidt, C.M. (2005), 'Evaluating environmental programs: The perspective of modern evaluation research', *Ecological Economics*, 55, 4, pp. 515-526.
- Guo, L.B. and Gifford, R.M. (2002), 'Soil carbon stocks and land use change: a meta analysis', *Global Change Biology*, 8, pp. 345-360.
- Gouvernement du Grand-Duché de Luxembourg (2002) : Mémorial A N° 36 du 4.4.2002, Règlement grand-ducal du 22 mars 2002 instituant un ensemble de régimes d'aides pour la sauvegarde de la diversité biologique, Luxembourg.
- Henrichsmeyer, W. and Witzke, H.P. (1994), *Agrarpolitik Band 2. Bewertung und Willensbildung*, Stuttgart, Verlag Eugen Ulmer.
- Hole, D.G., Perkins, A.J., Wilson, J.D., Alexander, I.H., Grice, P.V. and Evans, A.D. (2005), 'Does organic farming benefit biodiversity?', *Biological Conservation*, 122, pp. 113-130.
- Hörtenhuber, S.J., Lindenthal, T. and Zollitsch, W. (2011), 'Reduction of greenhouse gas emissions from feed supply chains by utilizing regionally produced protein sources: the case of Austrian dairy production', *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 91, 6, pp. 1118-1127.
- IPCC (2006), '2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories - Volume 4: Agriculture, Forestry and Other Land Use', Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC).
- Lioy, R. (2011), 'Personal communication at project meeting', Munsbach, 17.11.2011.
- Lioy, R. and Reding, R. (2008), 'Abschlussbericht zum NEBplus-Beratungsprojekt: Verbesserung der biologischen Effizienz der landwirtschaftlichen Betriebe und Entwicklung wichtiger, praxisorientierter Kriterien zur Bewertung der ökologischen und sozioökonomischen Nachhaltigkeit (2002-2007)', CONVIS.

- Lioy, R., Dusseldorf, T., Klöcker, D., Meyers, A., Reding, R. and Weber, M. (2004), Charakterisierung der Nachhaltigkeit von Futterbaubetrieben in Luxemburg auf Basis des Parameters Futterautarkie, Herdbuchverband, 48. Jahrestagung, Ettelbrück.
- LTA (2010), Dairyman – Evaluation de la durabilité régionale agricole au Luxembourg. Lycée technique agricole LTA.
- LWR (2005), Vorschlag Der Landwirtschaftskammer Zur Verbesserung Der Fördermaßnahmen Für Junglandwirte Im Rahmen Der Neuen Agrarpolitik, Luxemburg.
- MA (2011), Rapport d'activité 2010, Ministère de l'Agriculture, de la Viticulture et du Développement rural, Luxembourg
- MA (2011), Rapport d'exécution du programme de développement rural 2007-2013, Ministère de l'Agriculture, de la Viticulture et du Développement rural, Luxembourg
- Mäder, P., Fließbach, A., Dubios, D., Gunst, L., Fried, P. and Niggli, U. (2002), 'Soil fertility and biodiversity in organic farming', *Science*, 296, pp. 1694-1697.
- Ministère du Développement durable et des Infrastructures (2009), Rapport de l'Observatoire de l'environnement naturel (2007-2009), Luxembourg
- Nemecek, T., Huguenin-Elie, O., Dubois, D. and Gaillard, G. (2005), 'Ökobilanzierung von Anbausystemen im Schweizerischen Acker- und Futterbau', *FAL Schriftenreihe No. 58*, Reckenholz, Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau (FAL).
- Nieberg, H. and Offermann, F. (2002), 'Economic aspects of organic farming. The Profitability of Organic Farming in Europe', *OECD Workshop on Organic Agriculture*, Washington D.C.
- Nieberg, H., Offermann, F. and Zander, K. (2007), *Organic Farms in a Changing Policy Environment: Impacts of Support Policies, EU-Enlargement and Luxembourg Reform, Organic Farming in Europe: Economics and Policy*, Vol. 13, Stuttgart-Hohenheim.
- Nitsch, H. and Osterburg, B. (2005), 'Cross Compliance (CC) in der EU und Ökologischer Leistungsnachweis (ÖLN) in der Schweiz – eine vergleichende Analyse;' Bern, Schweiz, Bundesamt für Landwirtschaft (BLW).
- OECD (2007), 'Policy design characteristics for effective targeting', in Working Party on Agricultural Policies and Markets (ed.), Paris, Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), AGR/CA/APM(2005)32/FINAL.
- Offermann, F. and Nieberg, H. (2000), *Economic Performance of Organic Farms in Europe*, in Dabbert, S., Lampkin, N., Michelsen, J., Nieberg, H. and Zanoli, R. (eds.), *Organic Farming in Europe: Economics and Policy*, Vol. 5, Stuttgart, University of Hohenheim.
- Offermann, F., Nieberg, H. and Zander, K. (2009), 'Dependency of organic farms on direct payments in selected EU member states: Today and tomorrow', *Food Policy*, 34, 3, pp. 273-279.
- Olesen, J.E., Schelde, K., Weiske, A., Weisbjerg, M.R., Asman, W.A.H. and Djurhuus, J. (2006), 'Modelling greenhouse gas emissions from European conventional and organic dairy farms', *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 112, 2-3, pp. 207-220.
- Osterburg, B. and Runge, T. (2007), 'Maßnahmen zur Reduzierung von Stickstoffeinträgen in Gewässer - eine wasserschutzorientierte Landwirtschaft zur Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie', Braunschweig, Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL), Landbauforschung Völknerode - FAL Agricultural Research.
- Ries, C. (1987), Vergleich der Ackerbegleitflora unterschiedlicher Bewirtschaftungssysteme: biologisch-dynamischer und konventioneller Pflanzenbau in Hüpperdingen (Luxemburg), Diplomarbeit an der Universität für Bodenkultur, Wien
- Schader, C. (2009), 'Cost-effectiveness of organic farming for achieving environmental policy targets in Switzerland', *Institute of Biological, Environmental and Rural Sciences*, Aberystwyth, Aberystwyth University, Wales. Research Institute of Organic Farming (FiBL), Frick, Switzerland.
- Schader, C., Stolze, M. and Gattinger, A. (2012, in Press), 'Environmental performance of organic agriculture', in Boye, J. and Arcand, Y. (eds.), *Green Technologies in Food Production and Processing*, New York, Springer.
- Schaich, H., Rudner, M. and Konold, W. (2010), Short-term impact of river restoration and grazing on floodplain vegetation in Luxembourg. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 139: 142-149

- Schaich, H., Szabo, I. and Kaphegyi, T. (2010), Grazing with Galloway cattle for floodplain restoration in the Syr Valley, Luxembourg, *Journal of Nature Conservation* 18: 268-277
- Schneider, S. (2011), *Die Graslandgesellschaften Luxemburgs*, Ferrantia 66, Luxemburg
- SER (2010), *Die luxemburgische Landwirtschaft in Zahlen 2010*, Service d'économie rurale SER
- Stoll, J. (2003), 'Achievements of research in the field of environmental aspect and waste management', *WAAP Book of the Year*, 2003, pp. 133-144.
- Stolze, M., Piorr, A., Häring, A.M. and Dabbert, S. (2000), *Environmental impacts of organic farming in Europe, Organic Farming in Europe: Economics and Policy, Vol. 6*, Stuttgart-Hohenheim, Universität Stuttgart-Hohenheim.
- Szerencsits, M., Hirte, K., Dahlmann, C., Wohlgemuth, M., Ruppert, J. and Hess, J. (2009), 'Endbericht zur Studie „Ausdehnung des Biologischen Landbaus für eine zukunftsfähige luxemburgische Landwirtschaft“', Witzenhausen, Universität Kassel.
- Tinbergen, J. (1956), *Economic policy: Principles and design*, Amsterdam, North Holland.
- van Elsen, T. et al. (2011), Ansätze zur nachhaltigen Sicherung der botanischen Artenvielfalt auf Schutzäckern — eine Aufgabe für Biobetriebe? 11. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau. Beitrag archiviert unter <http://orgprints.org/view/projects/int-conf-2011-wita.html>
- Willer, H., Youssefi-Menzler, M. and Sorensen, N. (eds.) (2011), *The World of Organic Agriculture. Statistics and Emerging Trends 2011*, International Federation of Organic Agriculture Movements (IFOAM), Research Institute of Organic Agriculture (FiBL), Bonn, Frick, Bad Duerkheim.

Wort.lu (2011), Nur wenige Höfe wollen auf „bio“ umstellen, Wort Luxemburg, 10.3.2011

Adressen- und Autorenverzeichnis

IBLA – Institut für Biologische Landwirtschaft an Agrarkultur Lëtzebuerg
13, rue Gabriel Lippmann
L-5365 Munsbach
Tel: 00352 2612523 88 oder 84
Fax: 00352 261523 86
E-mail: zimmer@ibla.lu, aendekerk@ibla.lu; www.ibla.lu

FiBL – Forschungsinstitut für biologischen Landbau
Ackerstrasse
CH-5070 Frick
Tel.: 0041 8657 270
Fax.: 0041 8657 273
E-mail: christian.schader@fibl.ch; www.fibl.org

natur&ëmwelt/ Fondation Hëllef fir d’Natur
5, rte de Luxembourg
L-1899 Kockelscheuer
Tel.: 00352 290404 1, 00352 290404 321
Fax.: 00352 290504
E-mail: g.moes@luxnatur.lu; r.dahlem@luxnatur.lu; www.naturemwelt.lu

SER – Service d’Economie Rural
115, rue de Hollerich
L-1741 Luxembourg
Tel.: 00352 2478 25 76 oder 94
Fax.: 00352 491619
E-mail: gerard.conter@ser.etat.lu, Simone.Adam@ser.etat.lu; www.ser.public.lu

CONVIS – Herdbuch service élevage et génétique
Société Coopérative
4, Zone artisanale et commerciale
L-9085 Ettelbruck
Tel.: 00352-26 81 2058 oder 57
Fax.: 00352-26 81 20 12
E-mail: romain.reding@convis.lu, rocco.lioy@convis.lu

Anhang

Tabelle 17: Übersicht über Zahlungshöhen für verschiedene Agrarumweltmaßnahmen in Luxemburg

Förderkategorie	Fördermassnahme	Höhe der Förderung	Bemerkungen	
Bioprämie	landwirtschaftliche Kulturen	150 €/ha	Für Stillgelegte und brachliegende Flächen wird keine Prämie ausgezahlt	
		50 €/ha	Zusatzprämie während der ersten 3 Jahre nach Umstellung	
	Freilandgemüse	450 €/ha		
		200 €/ha	Zusatzprämie während der ersten 3 Jahre nach Umstellung	
Wein-, Obst- und Gartenbau und Glas	600 €/ha			
		400 €/ha	Zusatzprämie während der ersten 3 Kulturjahre nach Umstellung auf Bio	
Andere Agrar-Umweltmaßnahmen	In Luxemburg gelegene Hauptfutterfläche	50 €/ha		
	Getreide und Ölsaaten	100 €/ha		
	Hackfrüchte	125 €/ha		
	Feldfutteranbau	75 €/ha		
	verringertes Herbizideinsatz	90 €/ha	Getreide, Ölsaaten, Eiweisspflanzen	
		150 €/ha	Hackfrüchte	
	verringertes Fungizid/Insektizideinsatz	50 €/ha	Getreide, Ölsaaten, Eiweisspflanzen	
		100 €/ha	Raps	
	Zwischenfrucht/Untersaat Mais	80 €/ha	abfrierende	
		120 €/ha	winterfeste	
	Mulchsaat/Direktsaat	50 €/ha		
	Dauergrünland		50 €/ha	Wasser- und Naturschutz
			75 €/ha	Wasser- und Naturschutz und reine Schnittnutzung
			150 €/ha	Wasserschutz
			175 €/ha	Wasserschutz und reine Schnittnutzung
			200 €/ha	Naturschutz
			275 €/ha	Naturschutz - keine Beweidung vor 15. Juni
			250 €/ha	keine Düngung (Wasser- und Naturschutz)
			275 €/ha	keine Düngung (Wasser- und Naturschutz) und reine Schnittnutzung
			325 €/ha	keine Düngung (Wasser- und Naturschutz) - keine Beweidung vor 15. Juni
			350 €/ha	keine Düngung (Wasser- und Naturschutz) und reine Schnittnutzung - keine Beweidung vor 15. Juni
	Umwandlung Acker-Grünland		225 €/ha	Natur- und Erosionsschutz
			300 €/ha	Wasserschutz
			325 €/ha	Wasserschutz und reine Schnittnutzung
	Mähwiese ohne Gülle	325 €/ha		
	Mähwiese ohne Düngung	375 €/ha		
	Zusatz Dauergrünland in schmalen Wiesentälern	75 €/ha	Nur in Kombination mit einer der Dauergrünlandmassnahmen	
	Gülle-/Jauchausbringung	1.2 €/m ³	Ausbringung mit Schleppschlauch- und Injektortechnik; Gesamtsumme darf 36 €/ha nicht überschreiten.	
	Streuobstwiesen	300 €/ha		
		425 €/ha	ohne Düngung	
	Flächenstilllegung	325 €/ha	für ökologisch besonders wertvolle oder für den Biotopverbund besonders günstig gelegene Flächen	
	Ackerrandstreifen	450 €/ha		
Grünstreifen	750 €/ha	bei Wiesen und Ackerflächen		
	1250 €/ha	bei Weiden		
Zusatz Brachlegung der Grünstreifen	250 €/ha	Nur in Kombination mit einer der Grünstreifenmassnahmen		
Heckenpflege	450 €/1000m			

Quelle: ASTA (2009)

Tabelle 18: Übersicht über Extremwerte (Ausreißer) in den Auswertungen pro Betrieb und untersuchter Variable

Betrieb	Paarung	Einträge summiert	N-Input	N-Output	N-Saldo	P-Input	P-Output	P-Saldo	K-Input	K-Output	K-Saldo	E-Input	E-Output	E-Saldo	THG-Gesamt	C-Bindung	CO2-Bilanz	AutarkieT S	AutarkieXP	Monet.Ertr. PP	Monet.Ertr. TP	M Ertr. Rinder	GesamtZ	DirektZ	Umwvertr Agrarerz	Bioprämie	Umwvertr Agrarerz OHNE Bioprämie	
1b	1	1-																										
7b	2	1+													+													
3b	5																											
10b	7	1+				+																						
8b	3	2- 2+																-	-						+	+		
11b	8																											
5b	10	4+	+												+										+	+		
9b	6	2-																										
12b	11	1-																										
6b	12	1+ 1-				+																					(+)	
2b	4	3+																+	+	+							+	
4b	9																											
13k	1	2(+), 1+ 2(-)				(+)		(+)									+		(-)				(-)					
20k	3	4(+), 1+ 2-	-		-	(+)			(+)	+			(+)	(+)														
14k	4																											
23k	8	1(-)																										
19k	2	2(-)				(-)		(-)																				
15k	5	3(+), 1+	(+)		(+)								(+)			+												
21k	6	1(-)									(-)																	
22k	7	2+																										
16k	9	2(+), 1+ 1-	+								(+)		+															
24k	11																											
17k	10	1+																								+		
18k	12																											+

Legende: + Ausreisser nach oben
 - Ausreisser nach unten
 (+) extrem hoher Wert, aber gegeben die Verteilung der anderen Werte kein Ausreisser
 (-) extrem tiefer Wert, aber gegeben die Verteilung der anderen Werte kein Ausreisser