

Bewertung der Feed-Food Konkurrenz innerhalb der Milchviehbetriebe in der Großregion



Bewertung der Feed-Food Konkurrenz innerhalb der Milchviehbetriebe in der Großregion

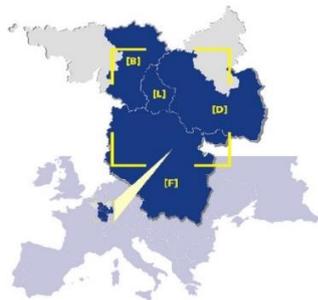
Juni 2022



AutoProt

Das Projekt zielt auf die Verbreitung von Maßnahmen und Innovationen, die eine Verbesserung der Eiweißautarkie in Milchviehbetrieben der Groß-Region sowie der Groß-Region als Ganzes erlauben. Die Miteinbeziehung der Akteure im Projekt soll eine kritische Beurteilung und die Aneignung dieser Innovationen durch den Sektor zwecks Steigerung seiner Wettbewerbsfähigkeit ermöglichen. Dies wird darüber hinaus auch die Dauerhaftigkeit des Austausches zwischen diesen Akteuren jenseits der Projektzeitgrenzen gewährleisten. Nach der Definition und Anwendung einer Methodik zur Erfassung der Autarkie und der Nachhaltigkeit von Betrieben und Gebieten wird eine Bestandaufnahme der anwendbaren Innovationen für ihre Verbesserung durchgeführt. Ein besonderes Augenmerk wird den Synergien geschenkt, die sich durch die Behandlung der Problematik auf der Ebene der Groß-Region ergeben sowie den Maßnahmen, die in der Lage sind, die Hindernisse zur Anwendung der Innovationen zu reduzieren.

AutoProt ist ein Projekt des INTERREG VA Großregion Programmes und wird durch den Europäischen Fonds für regionale Entwicklung kofinanziert. Unter dem Vorsitz von CONVIS wird eine Zusammenarbeit zwischen 10 Partnerorganisationen der Großregion aufgebaut.



INTERREG V A Großregion

INTERREG, auch die „Europäische territoriale Zusammenarbeit (ETZ)“ genannt, ist Teil der Kohäsionspolitik der Europäischen Union. Wesentliches Ziel dieser Politik ist es, die wirtschaftliche, soziale und territoriale Kohäsion zwischen den verschiedenen Gebieten der Europäischen Union zu stärken und Entwicklungsunterschiede zu verringern.

Das INTERREG-Programm wird aus dem „Europäischen Fonds für Regionale Entwicklung“ (EFRE) gefördert und bildet seit mehr als 30 Jahren einen Rahmen für grenzüberschreitende, transnationale und interregionale Kooperationen in Europa. 2014 begann die 5. Förderperiode des INTERREG-Programms, die bis 2020 laufen wird.

Das INTERREG V A Programm Großregion fördert grenzüberschreitende Kooperationen zwischen lokalen und regionalen Akteuren im Gebiet der Großregion.

Kontakt

CONVIS s.c.

4, Zone Artisanale et Commerciale

L-9085 Ettelbruck Grand-Duché de Luxembourg

Tel : +352-26 81 20 – 0

Email: info@convis.lu

Für das PDF dieses Berichtes,

Pour le pdf de ce rapport, plus d'informations et de résultats, voir : www.autoprot.eu

Inhaltsverzeichnis

Tabellenverzeichnis	V
Abbildungsverzeichnis	VI
1. Einleitung	- 1 -
9.1.1 Methodik für die Schätzung des Futtermittel-Lebensmittel-Wettbewerbs	- 3 -
a. Proteineffizienz	- 3 -
b. Protein-Landwettbewerb	- 4 -
c. Diskussion	- 4 -
9.1.2 Liste der Parameter, die bei der Bewertung des Futtermittel-Lebensmittel-Wettbewerbs erforderlich sind	- 5 -
9.1.3 Futtermittelwettbewerb in den Milchviehbetrieben der Großregion	- 6 -
a. Menschliches essbares Eiweiß und Landnutzung der wichtigsten Kraftfuttermittel	- 6 -
b. Nettoeffizienz der Milchviehbetriebe in der Großregion	- 10 -
9.4 Futtermittelwettbewerb und Managementpraktiken	- 13 -
a. Milchproduktivität	- 13 -
a. Besatzdichte	- 15 -
b. Verwendung von Konzentraten	- 17 -
c. Diskussion und Vergleich mit experimentellen Ergebnissen	- 19 -
9.5.1 Wirtschaftliche und ökologische Leistungen im Zusammenhang mit Brutto- und Nettoeffizienzgewinnen und Flächennutzungsindikatoren	- 20 -
a. Wirtschaftliche Leistungen	- 20 -
b. Umweltleistungen	- 21 -
9.5.2 Zusammenhang zwischen Brutto- und Nettoeffizienzen und der Autarkie der Milchsysteme	- 26 -
2. Schlussfolgerung	- 34 -
3. Perspektiven	- 35 -
Anhang 1: Korrelationsmatrix zwischen den in D9.1 verwendeten Indikatoren	- 36 -
4. Bibliographie	- 37 -

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Verteilung (in %) des Futters auf die Kraftfuttersorten. Die Konzentrate werden in drei Gruppen unterteilt: 10-25% Rohprotein, 25-35% und mehr als 35% Rohprotein.	- 6 -
Tabelle 2 : Anzahl der untersuchten Kraftfuttermittel (n), Human Edible Proteinanteil (HEP) und Landwettbewerb (LC) berechnet für 210 Kraftfuttermittelrezepturen aus Frankreich, Deutschland, Luxemburg und Wallonien. Die Werte werden für die drei Gruppen von Konzentraten angezeigt, die anhand ihres Proteingehalts klassifiziert wurden.	- 9 -

Abbildungsverzeichnis

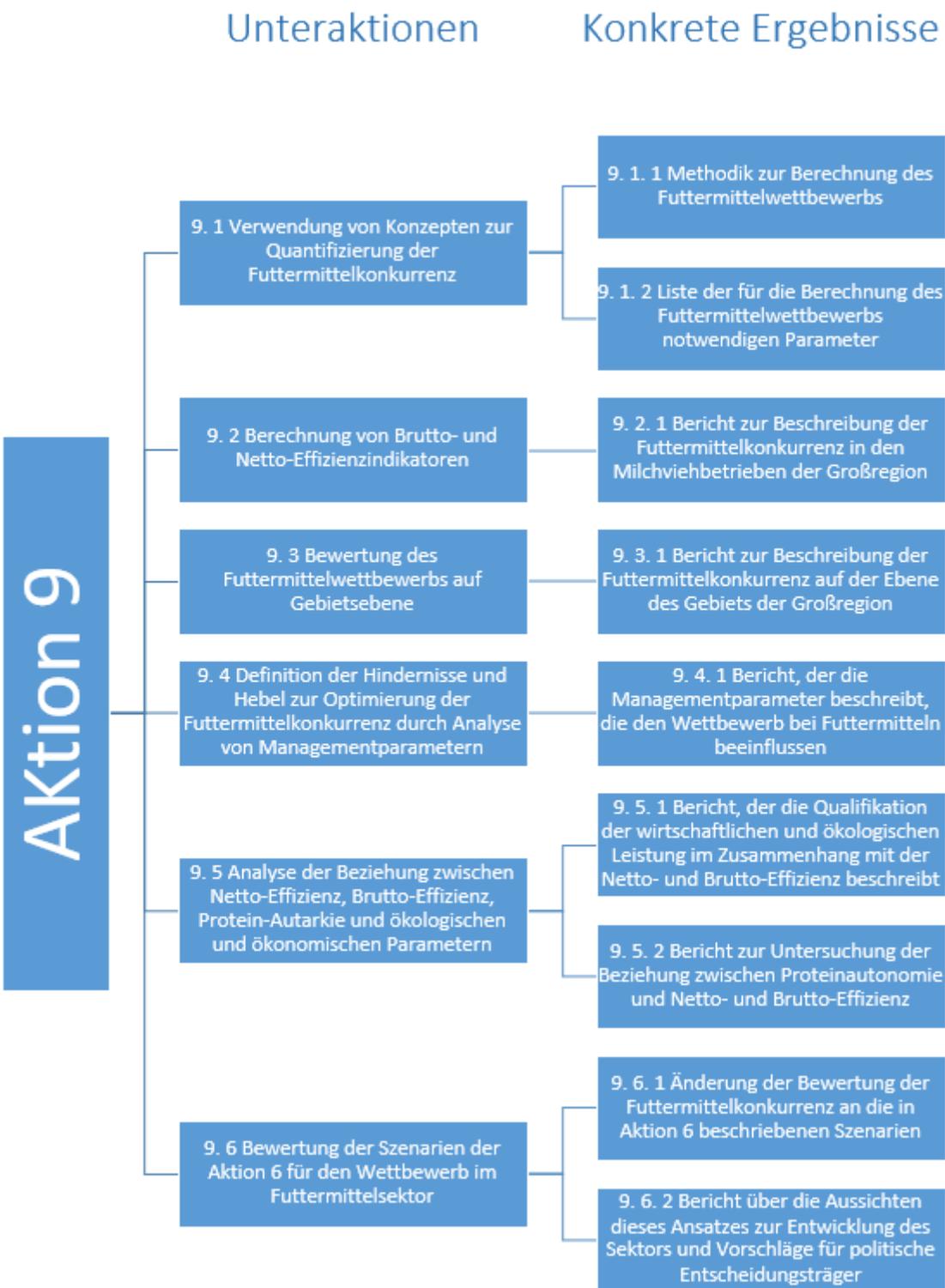
Tabelle 1: Verteilung (in %) des Futters auf die Kraftfuttersorten. Die Konzentrate werden in drei Gruppen unterteilt: 10-25% Rohprotein, 25-35% und mehr als 35% Rohprotein.	- 6 -
Tabelle 2 : Anzahl der untersuchten Kraftfuttermittel (n), Human Edible Proteinanteil (HEP) und Landwettbewerb (LC) berechnet für 210 Kraftfuttermittelrezepturen aus Frankreich, Deutschland, Luxemburg und Wallonien. Die Werte werden für die drei Gruppen von Konzentraten angezeigt, die anhand ihres Proteingehalts klassifiziert wurden.	- 9 -

1. Einleitung

Die Landwirtschaft hat einen großen Einfluss auf die Umwelt, z.B. durch Treibhausgasemissionen (THG), Bodenversauerung sowie Land- und Wasser Eutrophierung. Der Tierhaltungssektor ist für die Hälfte der Treibhausgasemissionen verantwortlich[1]. Darüber hinaus schätzten Mottet et al. auf globaler Ebene, dass die Viehzucht ein Drittel der weltweiten Getreideproduktion und etwa 40% der weltweiten Ackerfläche verbraucht[2]. Dieser Wettbewerb zwischen Tierfutter und menschlicher Nahrung, der als "Futter-Lebensmittel-Wettbewerb" bezeichnet wird, ist einer der Hauptkritikpunkte, die in den letzten zehn Jahren an Nutztieren geübt wurden.

Die aktuellen Trends beim Konsum von Fleisch- und Milchprodukten nehmen weltweit zu, was auf steigende Einkommen und eine wachsende Bevölkerung und Urbanisierung[2] zurückzuführen ist, insbesondere in den Entwicklungsländern. Von zukünftigen Tierhaltungssystemen wird daher erwartet, dass sie mehr produzieren und gleichzeitig ihre Auswirkungen auf die Umwelt und die Verwendung von Futtermitteln, die für die menschliche Ernährung geeignet sind, zu reduzieren. In dieser Debatte haben Wiederkäuer einen Vorteil: ihre Fähigkeit, Grünland und andere industrielle Nebenprodukte, die vom Menschen nicht essbar sind, aufzuwerten, um daraus, qualitativ hochwertige menschliche Nahrung wie Milch und Fleisch zu produzieren. Dennoch werden Getreide und andere Produkte verwendet, um die Milchkühe zu füttern. Ziel der Aktion 9 ist es, den aktuellen Futter-Lebensmittel-Wettbewerb im Milchsektor der Großregion zu quantifizieren, Hindernisse und Hebel für seine Reduzierung zu identifizieren und die Veränderungen im Futtermittel-Lebensmittel-Wettbewerb zu bewerten, die sich aus den in Aktion 6 definierten Szenarien ergeben.

In diesem Dokument haben wir eine Liste von Ergebnissen (9.1.1, 9.1.2, 9.2.1, 9.4.1, 9.5.1 und 9.5.2) kombiniert, da sie komplementär sind, und eine ähnliche Methodik herangezogen. Im ersten Abschnitt (9.1.1) haben wir die Methodik überprüft, die zur Berechnung des Wettbewerbs zwischen Futtermitteln und Lebensmitteln verwendet wird, während gleichzeitig Daten von Futtermittelherstellern in Kombination mit Buchführungsdaten aus WP3 mobilisiert werden. Der zweite Abschnitt 9.1.2 ist eine kurze Liste der Parameter, die wir verwendet haben, um die Berechnungen in diesem WP durchzuführen. Im Abschnitt (9.2.1) stellen wir die Ergebnisse des beobachteten Feed-Food-Wettbewerbs in den Milchviehbetrieben der Großen Region vor. Der Abschnitt (9.4.1) konzentrierte sich auf die Auswirkungen von Managementpraktiken auf Wettbewerbsindikatoren für Futtermittel und Lebensmittel und Abschnitt 9.5.1 auf die wirtschaftlichen und ökologischen Verbindungen mit dem Wettbewerb zwischen Futtermitteln und Lebensmitteln. In Abschnitt 9.5.2 untersuchen wir den Zusammenhang zwischen Autarkieindikatoren und Futtermittel-/Wettbewerbsindikatoren.



9.1.1 Methodik für die Schätzung des Futtermittel-Lebensmittel-Wettbewerbs

Im Anschluss an jüngste Arbeiten von Mosnier et al. [3] wurden zwei Indikatoren ausgewählt, um den Wettbewerb zwischen Tieren und der menschlichen Nahrungsmittelproduktion zu untersuchen: die Nahrungsmittelleffizienz und die Landnutzung. Da das Hauptthema des Projekts die Proteinautarkie ist, haben wir diese Indikatoren bezüglich der Proteinproduktion und somit die Protein-Nettoeffizienz und der Protein-Landeffizienz angewendet.

a. Proteineffizienz

Die Tierhaltungssysteme, insbesondere Wiederkäuer, wurden regelmäßig für ihre geringe Effizienz bei der Herstellung von tierischem Protein aus pflanzlichem Protein kritisiert. Diese Effizienz wurde in der Vergangenheit mit Indikatoren wie "Bruttoeffizienz" quantifiziert.

Der " Bruttowirkungsgrad" ist wie folgt definiert:

$$\text{Eff}_{\text{gross}}^{\text{prot}} = \frac{\text{Human edible protein produced (meat and milk)}}{\text{Protein fed to animals}}$$

Es spiegelt die Effizienz der Umwandlung des gesamten Futters wider, das zu tierischem Protein verwendet wird.

Neue Indikatoren wie die Proteinnettoeffizienz zielen auf die Integration der Fähigkeiten von Wiederkäuern, Ressourcen zu verwerten, die von Menschen nicht direkt verdaut werden können. Die Nettoeffizienz bewertet somit die Effizienz der Umwandlung von menschlichen essbaren Lebensmitteln, die von Tieren in essbaren tierischen Produkten verwendet werden, auf der Ebene der Milchproduktion. Es ist definiert als:

$$\text{Eff}_{\text{net}}^{\text{prot}} = \frac{\text{Human edible protein produced (meat and milk)}}{\text{Human edible protein fed to animals}}$$

Für beide Indikatoren wird das Protein als *Rohprotein* (CP) ausgedrückt.

Die Nettoeffizienz liegt daher über 1, wenn die Produktion von humanem essbarem CP höher ist als das vom Menschen an die Tiere verfütterte menschliche essbare CP, während für Systeme, die mehr menschliches essbares Protein verbrauchen als sie produzieren, Nettowirkungsgrade zwischen 0 und 1 erzielt werden.

Das *produzierte vom Menschen essbare Protein* ist die Summe des Proteingehalts der Milch und der Fleischproduktion des Betriebes.

Das *gefütterte vom Menschen essbare Protein (HEP)* ist eine Kombination aus den Mengen aus gekaufter Nahrung und der landwirtschaftlichen Produktion. Diese werden genauso wie zur Berechnung der Autarkiegrade berechnet, wie in D2.1 (Abschnitt E) beschrieben, während die Fraktion

des menschlichen essbaren Proteins jeder Futterart (HEP) auf der Grundlage von [4] wie im Projekt CASDAR ERADAL (<https://idele.fr/eradall/>) erzielt wird.

Der HEP von Kraftfuttermitteln wird auf der Grundlage von Kraftfutterrezepturen geschätzt, die von den wichtigsten Futtermittelherstellern in der großen Region erhalten wurden. Die in Betracht gezogenen Arten von Kraftfuttermitteln sind folgende:

- Milcherzeugung 10 (Energy Korrektor), 16, 18, 20, 30, 40 % CP
- Kälber ~16% CP
- Jungvieh 16, 18% CP
- Wachstum 18%-22% CP
- Endmast 16-18% CP
- Bio / Gentechnikfrei / EuroClim

b. Protein-Landwettbewerb

Die Protein-Landeffizienz, abgeleitet von [5], charakterisiert die Menge an Ackerlandnutzung und Gesamtlandnutzung zur Erzeugung von einem kg CP, bezeichnet als tillable land competition (t) und land competition (LC): LC_t

$$LC_t = \frac{\text{Tillable land used to produce meat and milk}}{\text{Protein from meat and milk produced}}$$

$$LC = \frac{\text{Total land used to produce meat and milk}}{\text{Protein from meat and milk produced}}$$

Hier gilt nur Dauergrünland als nicht Ackerland. Ziel ist es, nicht Ackerflächen zu unterscheiden, die derzeit nicht in Konkurrenz zum Menschen stehen, da letztere Flächen mit geringer Produktivität entsprechen und/oder die nicht mit Maschinen und/oder aufgrund politischer Einschränkungen zugänglich sind. Ackerland hingegen wird hier als *Konkurrenz* zur menschlichen Nahrung betrachtet. Diese beiden Indikatoren sind günstiger, wenn ihr Wert niedrig ist.

Im Anschluss an die Arbeiten über Kraftfutter aus Abschnitt A wird ein ähnlicher Ansatz zur Schätzung der für die Herstellung der wichtigsten Kraftfuttersorten verwendeten Erzeugnisse auf der Grundlage ihrer Zusammensetzung benutzt.

c. Diskussion

Bei dieser Arbeit haben wir uns auf die Nettoeffizienz konzentriert. Dennoch unterliegen die Aussagen dieses Indikators Einschränkungen. In der Tat wird ein Betrieb, der sehr geringe Mengen an Milch und Fleisch produziert, aber nur auf Gras basiert, eine unendliche Nettoeffizienz haben, obwohl er doch mit dem Menschen konkurriert, da er eine große Menge an Land verbraucht. Ebenso wird ein hochwertiges Futter wie Luzerne, das auf einer Ackerfläche hergestellt wird die für Getreide-, Erbsen- oder andere menschliche Nahrungsmittelproduktion geeignet ist, nicht im Wettbewerb mit der Nettoeffizienz betrachtet, da es nicht die Art der Fläche berücksichtigt, die zur Herstellung des Futters verwendet wird.

In Bezug auf die Landnutzung können wir auch feststellen, dass nicht alle Dauergrünlandflächen ähnlich sind (wie in der Berechnung des Bodenwettbewerbs angenommen) und weitere Arbeiten

erforderlich sind, um Dauergrünland in Bezug auf die Nahrungsmittelproduktionsfähigkeit besser zu klassifizieren. Diese Aussage gilt umso mehr für ackerfähige Flächen.

In diesem Dokument ist die Einheit, die bei der Berechnung der Effizienz verwendet wird, das Rohprotein, wobei von einer ähnlichen Proteinqualität für tierische Produkte ausgegangen wird wie für das verwendete Futtermittel. Die Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation (FAO) schlug eine Methode namens „Digestible Indispensable Amino Acid Score“ (DIAAS) vor, um die Proteinqualität zu bewerten [6]. Wir beobachten, dass die tierische Proteinquelle (Milch: 122) signifikant bessere Werte aufweist als Getreide und andere Pflanzenprodukte, die als Futtermittel verwendet werden. Die Einbeziehung der Proteinqualität der Produkte in die Nettoeffizienzberechnung wäre sinnvoll und könnte daher die beobachteten Werte verbessern.

Ein weiterer Indikator, das in [7] dargestellte Landnutzungsverhältnis (Land Use Ratio, LUR), vergleicht die Flächen, die zur Produktion von 1 kg tierischen Lebensmitteln verwendet werden, mit der maximalen Menge an menschlich verdaulichem Protein, das aus Nahrungspflanzen auf demselben Land gewonnen wird. Dieser Indikator erfordert gute Schätzungen der lokalen Erträge für die Produktion von reinen menschlichen Nahrungspflanzen, die derzeit in Tierhaltungsgebieten der Großregion fehlen.

9.1.2 Liste der Parameter, die bei der Bewertung des Futtermittel-Lebensmittel-Wettbewerbs erforderlich sind

Betriebsdaten aus der Buchhaltung (siehe Ergebnisse aus WP2 "Methode" und WP3 "Analyse")):

- Zugeworfene Futtermittel: Menge, Trockenmasse, Rohprotein, Energie
- Grünland: Erträge, Trockenmasse, Rohprotein, Energie, temporär vs. dauerhaft
- Kulturen: Erträge, Trockenmasse, Rohprotein, Eigenverbrauch
- Produktion: Milch- und Fleischproduktion (Milchmenge und Proteingehalt + Rindfleischmengen)

Spezifische Parameter:

- Die Daten zum Anteil von humanem essbarem Protein für alle Futtermittel stammen aus dem ERADAL-Projekt[8].
- Der Landwettbewerb (CML non baseline) für jedes gekaufte Futter stammte aus der ECOALIM-Datenbank[9].

9.1.3 Futtermittelwettbewerb in den Milchviehbetrieben der Großregion

a. Menschliches essbares Eiweiß und Landnutzung der wichtigsten Kraftfuttermittel

Eine der Schlüsselkomponenten der von den Bauern gekauften, aber in der Literatur schwach untersuchten Kraftfuttermittel ist ihr Anteil an Protein in Konkurrenz zum Menschen. Rezepturen, die in Frankreich, Deutschland, Luxemburg und Belgien verwendet werden, wurden direkt von den Herstellern übernommen.

Bei 210 untersuchten Rezepturen ist die erste Beobachtung die Variabilität der Zusammensetzung zwischen den gleichen Arten von Konzentraten. Die Mengen der Hauptbestandteile aus jeder Kategorie für drei Haupttypen von Konzentraten sind in Tabelle 1 weltweit und nach Regionen/Ländern in Abb. 1 zusammengefasst.

Tabelle 1: Verteilung (in %) des Futters auf die Kraftfuttersorten. Die Konzentrate werden in drei Gruppen unterteilt: 10-25% Rohprotein, 25-35% und mehr als 35% Rohprotein.

	10-25 %CP	25-35 %CP	> 35 %CP
Sonstige Nebenprodukte	0,3±1,1	0±0	0±0
Getreide	33,3±17,1	18,9±15,2	0,9±2,6
Nebenprodukt der Zuckerindustrie	11,1±9,7	10,1±8,9	1,6±2
Nebenprodukte von Getreide	27,3±13,7	23,1±13,6	13±14,7
Nach Erzeugnissen der Mineralölindustrie (ausgenommen Soja)	17,4±11,4	39,7±15,3	49,1±22,4
Soja-Nebenprodukte	3,7±5,5	5,3±9,3	31,4±19,1
Ölhaltige Körner	0,3±1,1	0,3±1,8	0±0
Körnerleguminosen	0,4±1,4	0,2±0,9	0,2±0,9
Öle	0±0,2	0,1±0,2	0±0,2
Luzerne	1,4±3,8	0±0	1,6±3,8
Mineralstoffe und Vitamine	1,7±1,6	1,6±1,3	0,8±1,5
Andere	0,1±0 3	0,4±0 6	0,8±1,1

Vier Zutatenkategorien repräsentieren mehr als 90% der 10 bis 25% der CP-Konzentrate. Die Hauptbestandteile dieser Kraftfuttermittel sind Getreide mit einem Drittel der Zusammensetzung (bis zur Hälfte in französischen Kompositionen). Die anderen Hauptbestandteile sind Getreidenebenprodukte, Nebenerzeugnisse der Ölindustrie (Raps, Palme, Sonnenblumen, ...) und Nebenerzeugnisse der Zuckerindustrie (Zuckerrübenschnitzel, Isomaltose, Weintreber, Melasse).

Die weniger vertretenen Konzentrate mit Rohprotein zwischen 25% und 35% haben die gleichen Hauptbestandteile, aber in unterschiedlicher Reihenfolge: Nebenprodukte der Ölindustrie (Raps, Palme, Sonnenblumen, ...), Nebenerzeugnis von Getreide, Getreide und Nebenerzeugnissen der Zuckerindustrie.

Die untersuchten proteinreichen Konzentrate enthalten hauptsächlich Nebenprodukte der Ölindustrie, einschließlich Sojabohnenmehl (>80%) und Getreidenebenprodukt. Die Menge an

Sojaschrot war in Rezepten aus Wallonien und Frankreich höher als aus Deutschland, das mehr Rapsschrot enthielt (siehe Abb. 1).

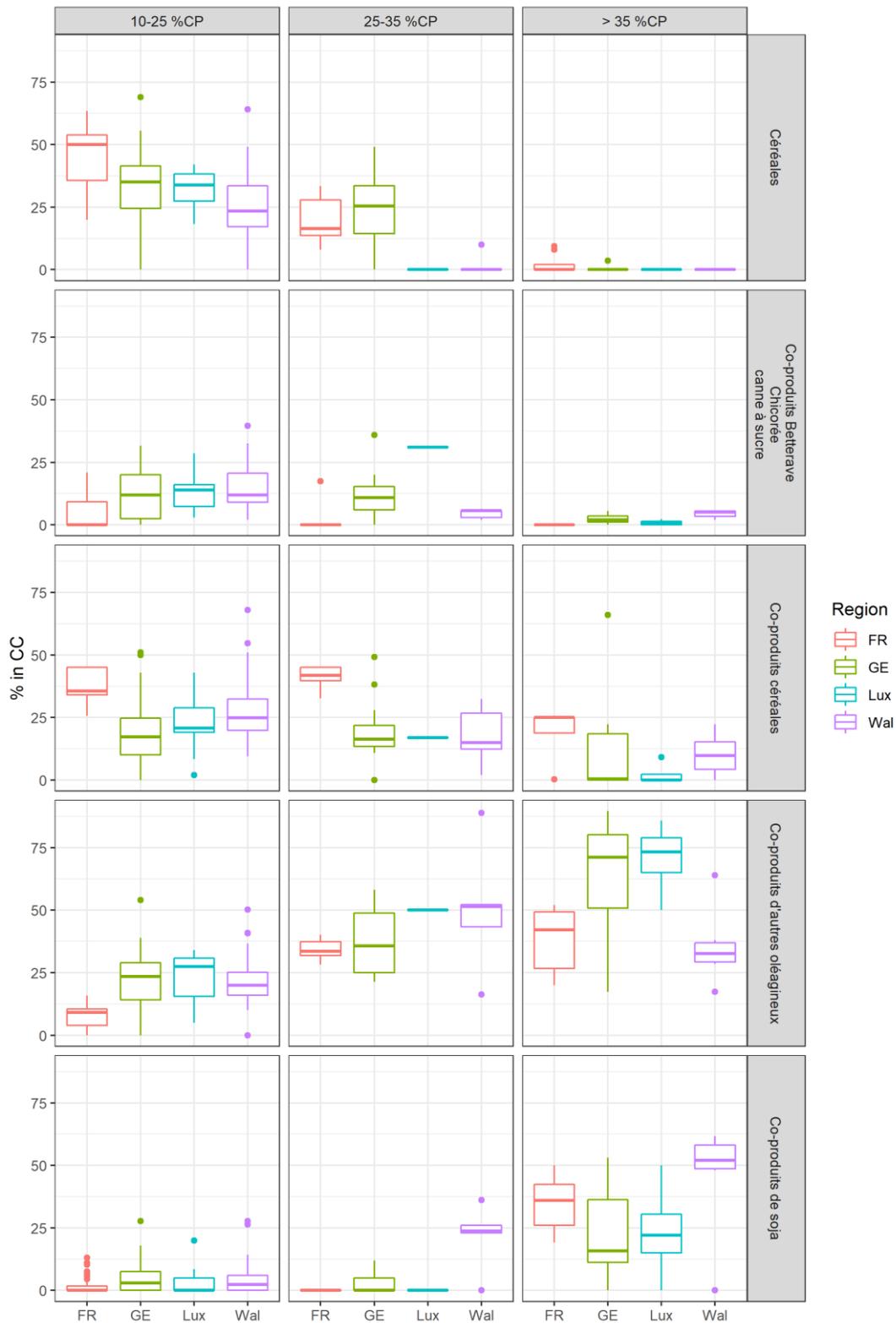


Abbildung 1: Prozentuale Mengen der Hauptzutaten in Futtermitteln für handelsübliches Kraftfutter (CC)

Im Durchschnitt haben diese Konzentrate einen Anteil von 20% ± 11% ihres Proteins in Konkurrenz zur menschlichen Nahrung. Insbesondere die Kraftfuttermittel mit 10-25% CP zeigen eine hohe Variabilität

in Bezug auf die Vielfalt der Futtermittel, die sie mobilisiert haben und die auf dem Markt erhältlich sind. Wie in Abb. 2 hervorgehoben, haben diese Konzentrate etwa $22\% \pm 10\%$ ihres Proteingehalts in Konkurrenz zum Menschen mit einem erheblichen Unterschied zwischen Frankreich ($32 \pm 6\%$) und den anderen Regionen ($15-19\% \pm 10\%$). In dieser CP-Kategorie erhalten Kraftfuttermittel für Kälber auf der Grundlage der verfügbaren Daten eine höhere Punktzahl von $29,5 \pm 7\%$.

Die 25-35% CP Kategorie zeigt, mit $11\% \pm 7\%$, die niedrigsten Werte des Proteins in Konkurrenz zum Menschen, die meisten der Bestandteil Nebenprodukt sein, wie in Abb. 1.

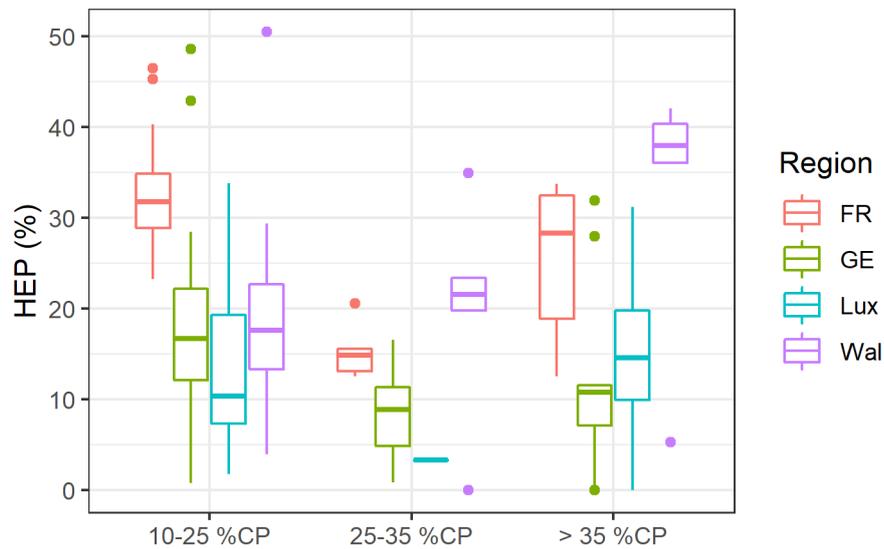


Abbildung 2: Human edible protein share (HEP) berechnet für 208 Konzentrate Rezepte aus Frankreich, Deutschland, Luxemburg und Wallonien. Die Werte werden für drei verschiedene Bereiche der Proteinkonzentration angezeigt.

Kraftfuttermittel mit hohem Proteingehalt, die einen Mittelwert von $23\% \pm 13\%$ für Protein in Konkurrenz zum Menschen haben, können in zwei Gruppen unterteilt werden. Die ersten, meist auf Sojamehl basierenden Werte erhalten Werte um 30-40%, was der HEP des Sojabohnenmehls selbst ist. Die zweite Gruppe, mit niedrigeren Werten (0-20%) sind Konzentrate auf Rapsschrotbasis. Innerhalb der im Rahmen des AUTOPROT-Projekts gesammelten Daten gehören die meisten wallonischen und französischen Konzentrate zur ersten Gruppe, während deutsche und luxemburgische Konzentrate hauptsächlich auf Rapsschrot basieren (Abb. 1).

Der in Abb. 3 dargestellte Landwettbewerb zeigt einen Mittelwert von $0,99 \pm 0,16$, $1,02 \pm 0,23$ und $1,22 \pm 0,15$ $\text{m}^2/\text{kg CC}$ für die Kategorien 10-25 %CP, 25-35 %CP und >35 %CP ohne signifikanten Unterschied zwischen den Regionen (Tabelle 2).

Die hohe Variabilität, die in den Kategorien 10-25 %CP und 25-35 %CP beobachtet wird, erklärt sich durch den Nebenproduktgehalt. Während Getreide wie Weizenkorn eine Landkonkurrenz von etwa $1,3 \text{ m}^2$ hat, verbraucht das Nebenprodukt im Allgemeinen weniger Land: $0,54 \text{ m}^2$ Jahr für Zuckerrübenschnitzel zum Beispiel[9]. Für die > 35 %CP ist die Variabilität geringer, da Raps und Sojaschrot, die der Hauptbestandteil solcher Konzentrate sind, eine ähnliche Bodenkonkurrenz aufweisen ($1,2$ bzw. $1,5 \text{ m}^2$ Jahr).

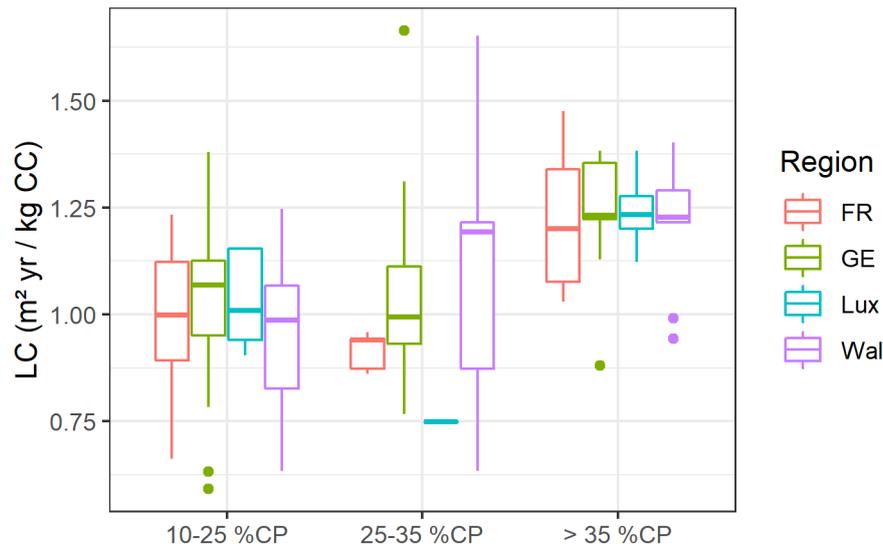


Abbildung 3: Landwettbewerb berechnet für 208 Konzentrate (CC) Rezepte aus Frankreich, Deutschland, Luxemburg und Wallonien. Die Werte werden für die drei Gruppen von Konzentraten angezeigt, die anhand ihres Proteingehalts klassifiziert sind.

Tabelle 2 : Anzahl der untersuchten Kraftfuttermittel (n), Human Edible Proteinanteil (HEP) und Landwettbewerb (LC) berechnet für 210 Kraftfuttermittelrezepturen aus Frankreich, Deutschland, Luxemburg und Wallonien. Die Werte werden für die drei Gruppen von Konzentraten angezeigt, die anhand ihres Proteingehalts klassifiziert wurden.

	n	HEP	LC
10-25 %CP	148	$22,6 \pm 10,1$	$1 \pm 0,17$
25-35 %CP	31	$11,3 \pm 7,5$	$1,02 \pm 0,18$
>35% CP	31	$21,7 \pm 13,1$	$1,22 \pm 0,16$

b. Nettoeffizienz der Milchviehbetriebe in der Großregion

Wie in Abschnitt 1.a beschrieben, wurden die Brutto- und Nettowirkungsgrade für die Milch- und Fleischerzeugung, die zugekauften Futtermengen und die landwirtschaftliche Produktion für die verschiedenen Betriebstypen, die in AUTOPROT Deliverables 3.1 Abschnitt 3 definiert sind, berechnet.

Insgesamt beträgt der beobachtete Bruttowirkungsgrad $0,209 \pm 0,028$, was mit anderen Beobachtungen übereinstimmt[4]. Die LMI_HP Gruppe ($0,221 \pm 0,014$) weist einen signifikant besseren Brutto-Wirkungsgrad auf als die LMSI-, LMI_LP- und LHE-Typen ($0,200 \pm 0,023$). LP- und LHI-Typen ($0,216 \pm 0,030$) nehmen eine Zwischenposition ein, während die organische Gruppe den signifikant niedrigsten Durchschnittswert ($0,155 \pm 0,015$) aufweist.

Alle außer vier Milchviehbetrieben erhalten eine Nettoeffizienz von mehr als eins, was bedeutet, dass sie mehr vom Menschen essbares Protein produzieren, als sie verbrauchen. Der Mittelwert liegt bei $2,5 \pm 1,1$, mit deutlich höheren Werten für grasbasierte Tierhaltungssysteme: (BIO ($4,7 \pm 1,7$), LHE ($3,7 \pm 1,2$) und LHI ($3,7 \pm 0,5$)) und niedrigeren Werten für Mais- und Polykulturarten (LMSI ($2,4 \pm 1,2$), LMI_LP ($2,3 \pm 0,9$), LMI_HP ($2,3 \pm 0,9$) und LP ($1,9 \pm 0,9$)). Die Brutto- und Nettoeffizienzen sind in Abb. 4 nach Art der landwirtschaftlichen Betriebe dargestellt.

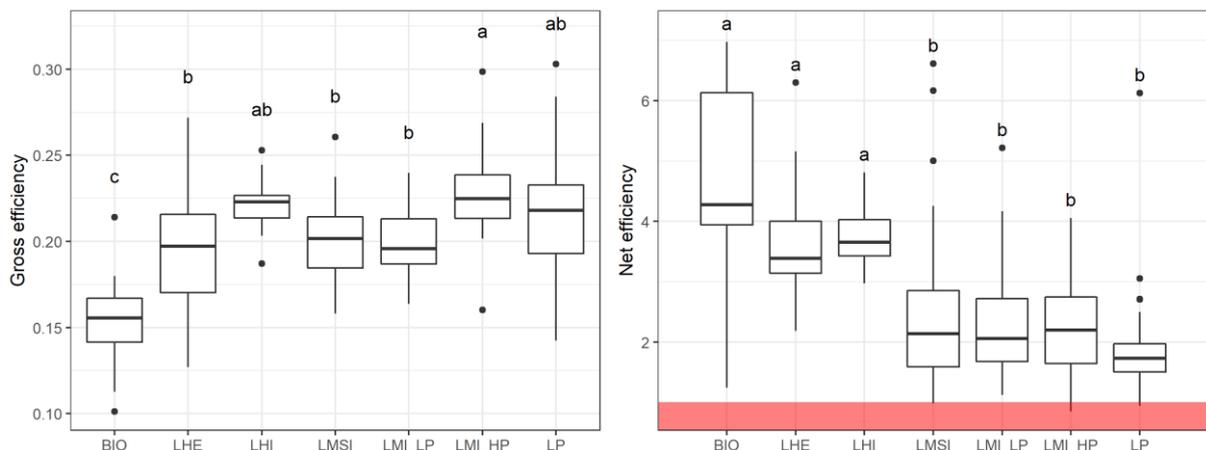


Abbildung 4: Bruttoeffizienzen (links) und Nettoeffizienzen (rechts) für die verschiedenen Betriebstypen. Gruppen, die beliebige Buchstaben teilen, unterscheiden sich signifikant auf der Ebene $\alpha = 5\%$ (Tukey-Tests).

Die errechnete Landnutzung beträgt $37 \pm 15 \text{ m}^2 \cdot \text{yr} / \text{kg CP}$. Tukey-Test zeigte vier Gruppen auf, die sich bei Bio-Betrieben signifikant unterscheiden ($72 \pm 21 \text{ m}^2 \cdot \text{yr} / \text{kg CP}$) > LMSI-Typ ($52 \pm 11 \text{ m}^2 \cdot \text{yr} / \text{kg CP}$) > LMI_LP Typ ($44 \pm 10 \text{ m}^2 \cdot \text{yr} / \text{kg CP}$) > intensive grasbasierte Betriebe (LHI ($35 \pm 4 \text{ m}^2 \cdot \text{yr} / \text{kg CP}$) und LMI_HP ($36 \pm 5 \text{ m}^2 \cdot \text{yr} / \text{kg CP}$)). LHE ($58 \pm 29 \text{ m}^2 \cdot \text{yr} / \text{kg CP}$) liegt zwischen den beiden ersten Gruppen, während LP ($47 \pm 11 \text{ m}^2 \cdot \text{yr} / \text{kg CP}$) zwischen der 2. und 3. Gruppe liegt. Betrachtet man nur die genutzten bebaubaren Flächen, so ergibt sich ein Mittelwert von $9,0 \pm 5,2 \text{ m}^2 \text{ Jahr/kg CP}$, mit niedrigeren Werten für die intensiven grasbasierten Systeme (LHI ($11 \pm 3 \text{ m}^2 \cdot \text{yr/kg CP}$)) und höheren Werten für BIO, LMSI, LMI_LP LMI_HP und LP ($21 \pm 8 \text{ m}^2 \cdot \text{yr/kg CP}$), während LHE-Betriebe in der Mitte liegen ($16 \pm 8 \text{ m}^2 \cdot \text{yr} / \text{kg CP}$). Die Landkonkurrenz und die Ackerlandkonkurrenz sind auf Abb. 5 nach Art der Betriebe aufgeschlüsselt.

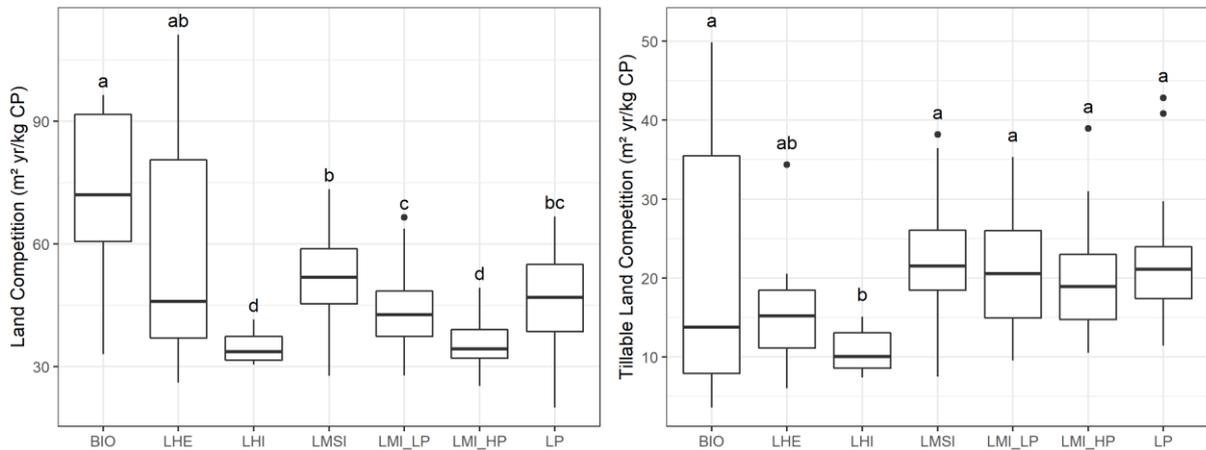


Abbildung 5: Gesamter (links) und bebaubarer (rechts) Bodenwettbewerb für die verschiedenen Betriebstypen. Gruppen, die sich Buchstaben teilen, unterscheiden sich signifikant auf der Ebene alpha = 5% (Tukey-Tests).

Die Nettoeffizienz und der Wettbewerb um bebaubare Flächen (Ackerland) konzentrieren sich auf verschiedene Aspekte des Futtermittel-Lebensmittel-Wettbewerbs, mit mehreren Einschränkungen.

- Aufgrund des Berechnungsmodus neigt die Nettoeffizienz für Betriebe, die keine vom Menschen essbaren Futtermittel verwenden, in die Unendlichkeit, aber ein solcher Betrieb könnte mit dem Menschen konkurrieren, indem sie *zu viel* Land für ihre Produktion verwendet oder Flächen verwendet, die für die Nahrungsmittelproduktion geeignet sind.
 - Zum Beispiel ist Luzerne nicht für den Menschen essbar und hat daher keinen negativen Einfluss auf die Nettoeffizienz. Seine Produktion erfordert jedoch die Nutzung von bebaubarem Land, das möglicherweise in Konkurrenz zur Lebensmittelproduktion für den Menschen steht.
- Die Aufteilung des Landes in zwei Typen: "bebaubares" und "permanentes Grasland" ist angesichts der hohen Variabilität von bebaubaren und permanenten Grünlandqualitäten, die in der Großregion beobachtet werden, vereinfachend. In der Tat variieren die damit verbundenen potentiellen Kulturen und Erträge stark mit pedoklimatischen Regionen.

Ein Vergleich der Leistungen der Milchviehbetriebe anhand dieser Indikatoren ist daher sinnvoll. Während bei konventionellen Betrieben eine geringe Korrelation ($R = 0,2$) zwischen der Nettoeffizienz und der Gesamtlandnutzung pro kg Eiweiß beobachtet wird, sind die Nettoeffizienz und die bebaubare Landnutzung stark (anti-)korrelierte Variablen (Abb. 6 rechts) mit $R = 0,5$. Sowohl die Gesamt- als auch die Ackerbaunutzung sind stark antikorreliert mit der Nettoeffizienz in ökologischen Betrieben (Abb. 6 links).

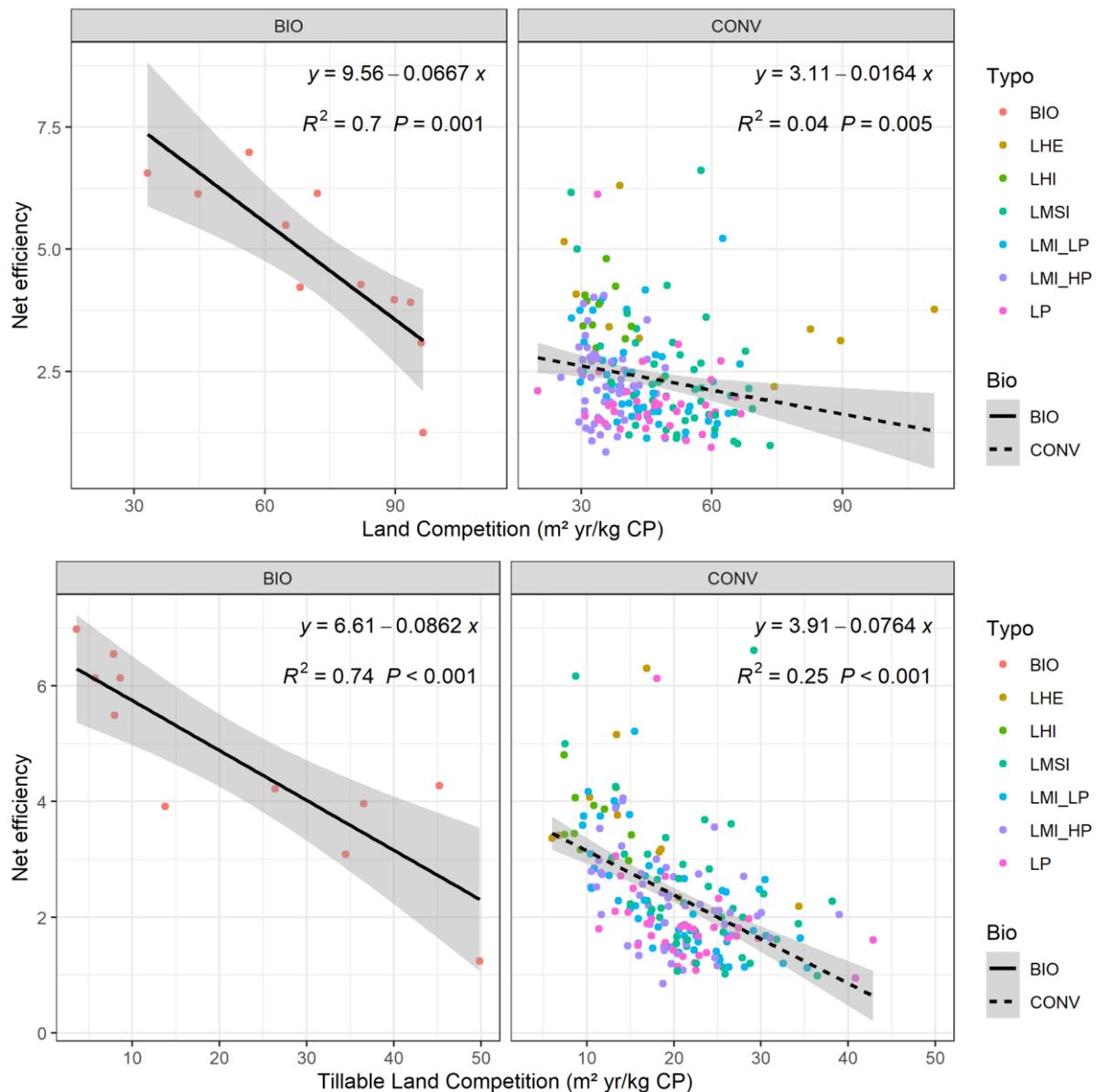


Abbildung 6: Rückgänge zwischen der Nettoeffizienz und der Bodenkonkurrenz (oben) und mit der bebaubaren Landkonkurrenz (unten) sowohl für ökologische (links) als auch für konventionelle (rechts) Betriebe. Die Betriebstypologie wird mit Farben dargestellt.

Während wir dazu neigen, mehr Land zu verbrauchen, beobachten wir, dass Bio-Betriebe eine höhere Nettoeffizienz haben. Drei Quellen könnten diese Beobachtung erklären und erfordern weitere Untersuchungen: pedoklimatische Bedingungen, die die Ernteerträge der Bio-Betriebe reduzieren, eine höhere Nutzung von Dauergrünland und die ökologischen Praktiken, die weniger Inputs mobilisieren. Ein höherer Anteil von Gras in der Futtermischung erklärt die höhere Nettoeffizienz, wie es teilweise auch bei LHE- und LHI-Betrieben der Fall ist. Die für die ökologischen Betriebe beobachtete gute Korrelation wird in Abschnitt 9.4.1 ausführlich erörtert.

9.4 Futtermittelwettbewerb und Managementpraktiken

Es wurden mehrere Analysen durchgeführt, um den Einfluss von Managementpraktiken auf den Wettbewerb zwischen Futtermitteln und Lebensmitteln zu bewerten. Drei Parameter wurden ausgewählt: die Milchproduktivität, die Besatzdichte und der Konzentratverbrauch. Der Zusammenhang zwischen den Wettbewerbsindikatoren für Futtermittel und Lebensmittel und den Managementpraktiken wurde durch lineare Regression analysiert und eine Korrelationsmatrix ist auf Abb. 25 sichtbar.

a. Milchproduktivität

Die Bruttoeffizienz korreliert in konventionellen Betrieben stark mit der Milchproduktivität ($R = 0.67$, Abb. 25), wie in Abb. 7 dargestellt. Dies erklärt sich aus dem Erhaltungsbedarf von Milchkühen und dem Bedarf von Färsen und Kälbern, der bei Hochleistungskühen stärker verdünnt ist. Dennoch ist keine eindeutige Auswirkung des Milchproduktionsniveaus auf die Nettoeffizienz zu beobachten.

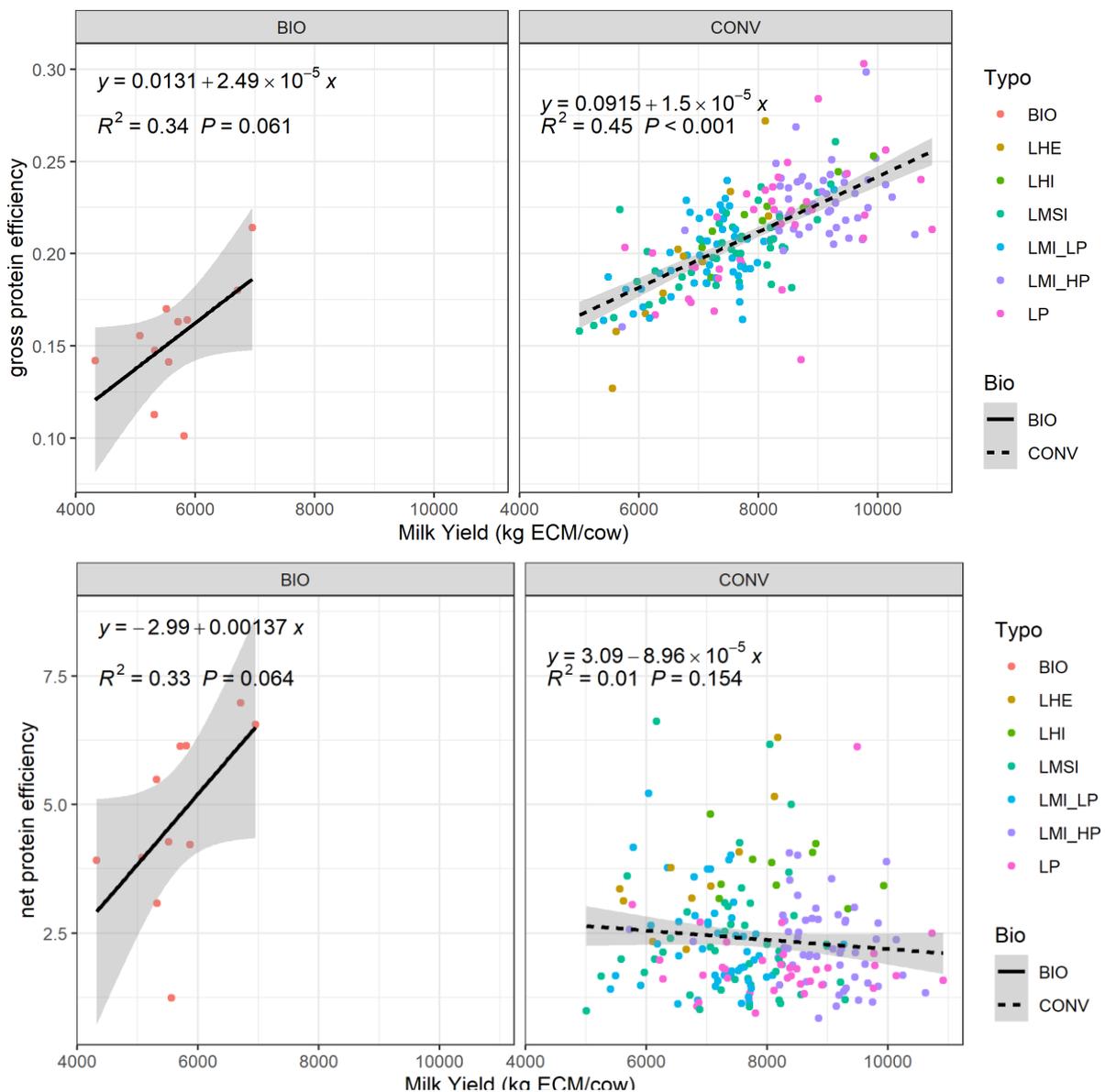


Abbildung 7: Regressionen zwischen Brutto- (oben) und Nettoeffizienz (unten) und Milchleistung pro Kuh für ökologische Betriebe (links) und konventionelle Betriebe (rechts)

Analog dazu ist die Milchproduktion stark negativ mit der gesamten Landkonkurrenz korreliert, aber korreliert nicht mit dem Wettbewerb um Anbauflächen, wie in Abbildung 8 dargestellt.

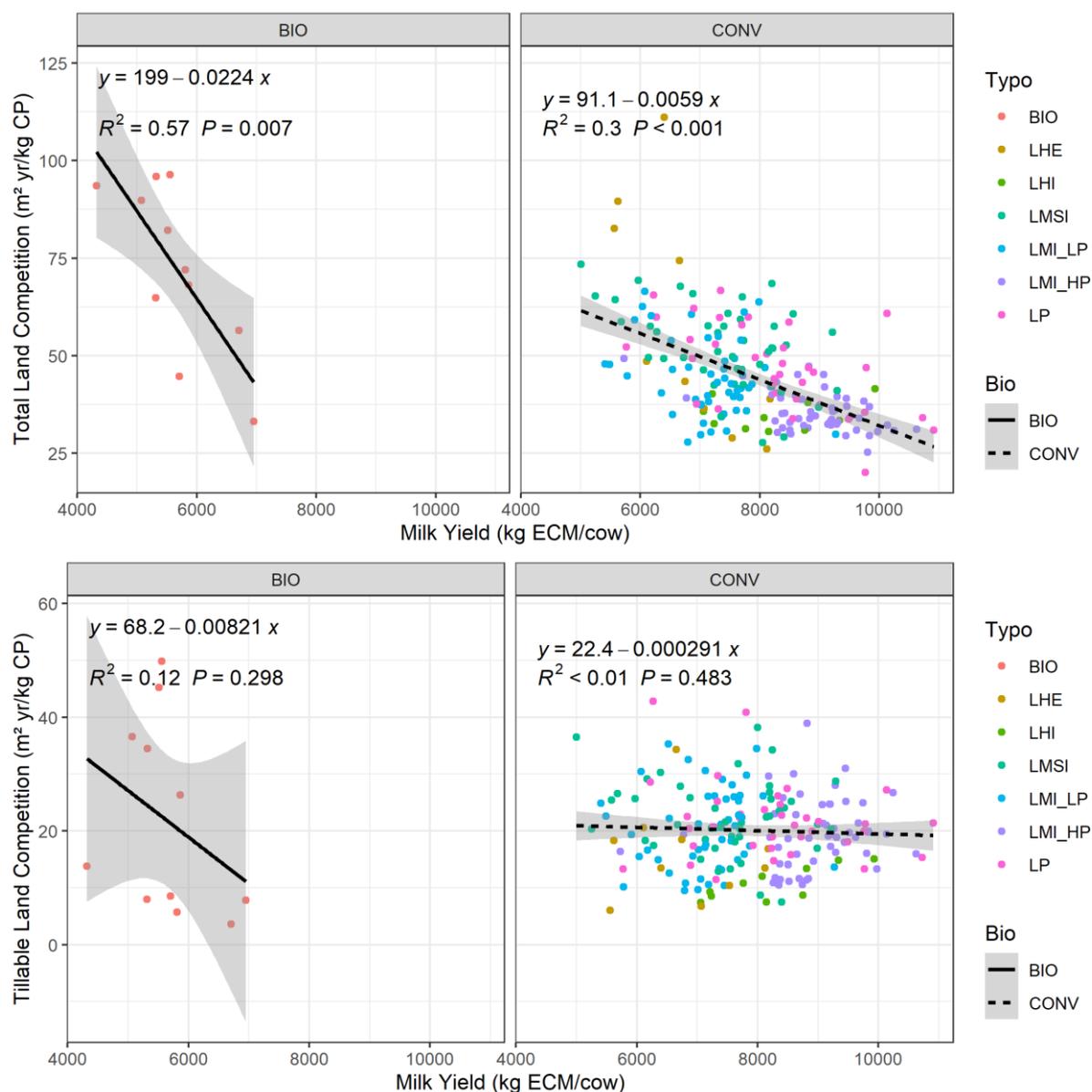


Abbildung 8: Regressionen zwischen Gesamt- (oben) und bebaubarer (unterer) Bodenkonkurrenz mit der Milchleistung pro Kuh für ökologische (links) und konventionelle Betriebe (rechts).

Die Kuhmilchproduktion hat daher einen wichtigen Einfluss auf die Steigerung der Bruttoeffizienz und die Verringerung der Gesamtfläche für die Produktion von einem kg ECM. Der Gewinn an Bruttoeffizienz und Landkonkurrenz wird nicht auf die Nettoproteineffizienz und die bebaubare Landkonkurrenz übertragen, da Futter mit hoher Dichte (mit einem höheren HEP) und das mit der Produktivität der höher leistenden Kuh verbundene, bebaubare Land benötigt werden. In Bezug auf den Futtermittel-Lebensmittel-Wettbewerb führt die Steigerung der Milchproduktivität daher zu einer Verringerung des Grasgehalts in der Futtermischung und zu einer dauerhaften Grünlandnutzung pro kg ECM, ohne jedoch den Bedarf an bebaubaren Flächen zu erhöhen.

a. Besatzdichte

Die Besatzdichte ist positiv korreliert mit Brutto- und Nettoeffizienz aber mit einem kleinen R, wie in Abb. 9 und 25 dargestellt. Die Besatzdichte korreliert positiv mit den Grünlanderträgen, so dass die Brutto- und Nettoproteineffizienz durch Steigerung der Milchproduktion und indirekt durch ihre Auswirkungen auf die Ernährung der Kuh steigen. Die beobachtete Korrelation impliziert, dass der positive direkte Einfluss auf die Produktivität im Allgemeinen größer ist als der negative indirekte

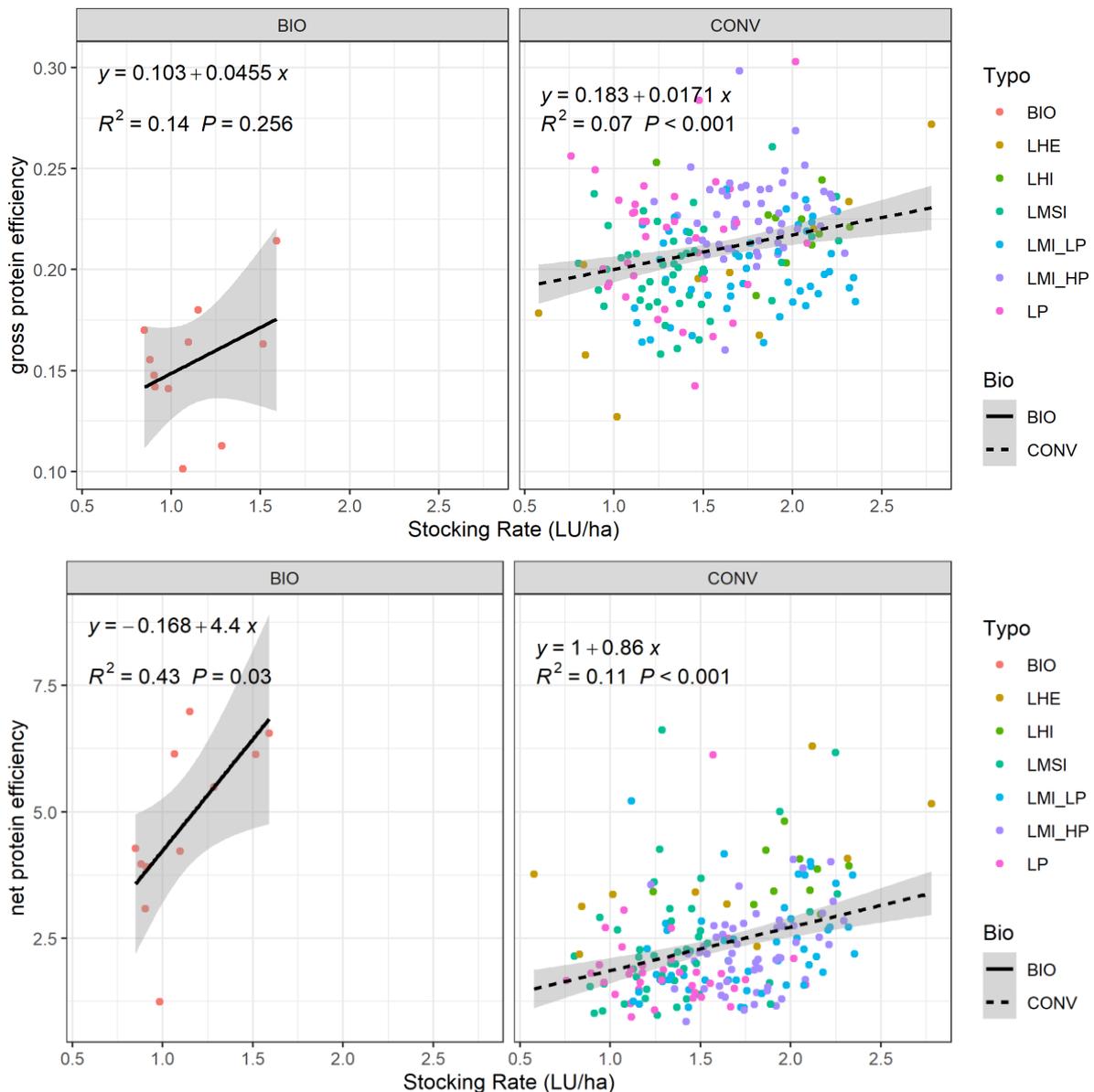


Abbildung 9: Regressionen zwischen Bruttoeffizienzen (oben) und Nettoeffizienzen (unten) und Besatzdichte sowohl für ökologische (links) als auch für konventionelle Betriebe (rechts).

Effekt.

Die Besatzdichte ist ein Haupttreiber des gesamten Landwettbewerbs, wie oben in Abb. 10 zu sehen ist. Es wird erwartet, dass die Besatzrate antikorreliert mit der Landnutzung ist, da sie teilweise die gleichen Informationen enthält. Die verbleibende Variabilität hängt mit der Milchproduktivität der Kuh und der mit dem gekauften Futter verbundenen Fläche zusammen. Wir beobachten, dass Betriebe mit ertragreichen Kühen unter der gestrichelten Linie liegen, was ihre niedrigste Gesamlandkonkurrenz unter ähnlicher Besatzrate hervorhebt. Wir beobachten auch eine Korrelation, wenn auch bei weitem

geringer, zwischen den Besatzdichten und der bebaubaren Landkonkurrenz. Betriebe mit einer hohen Besatzrate haben tendenziell eine höhere Netto- und Bruttoeffizienz und verbrauchen weniger Land für die Milchproduktion.

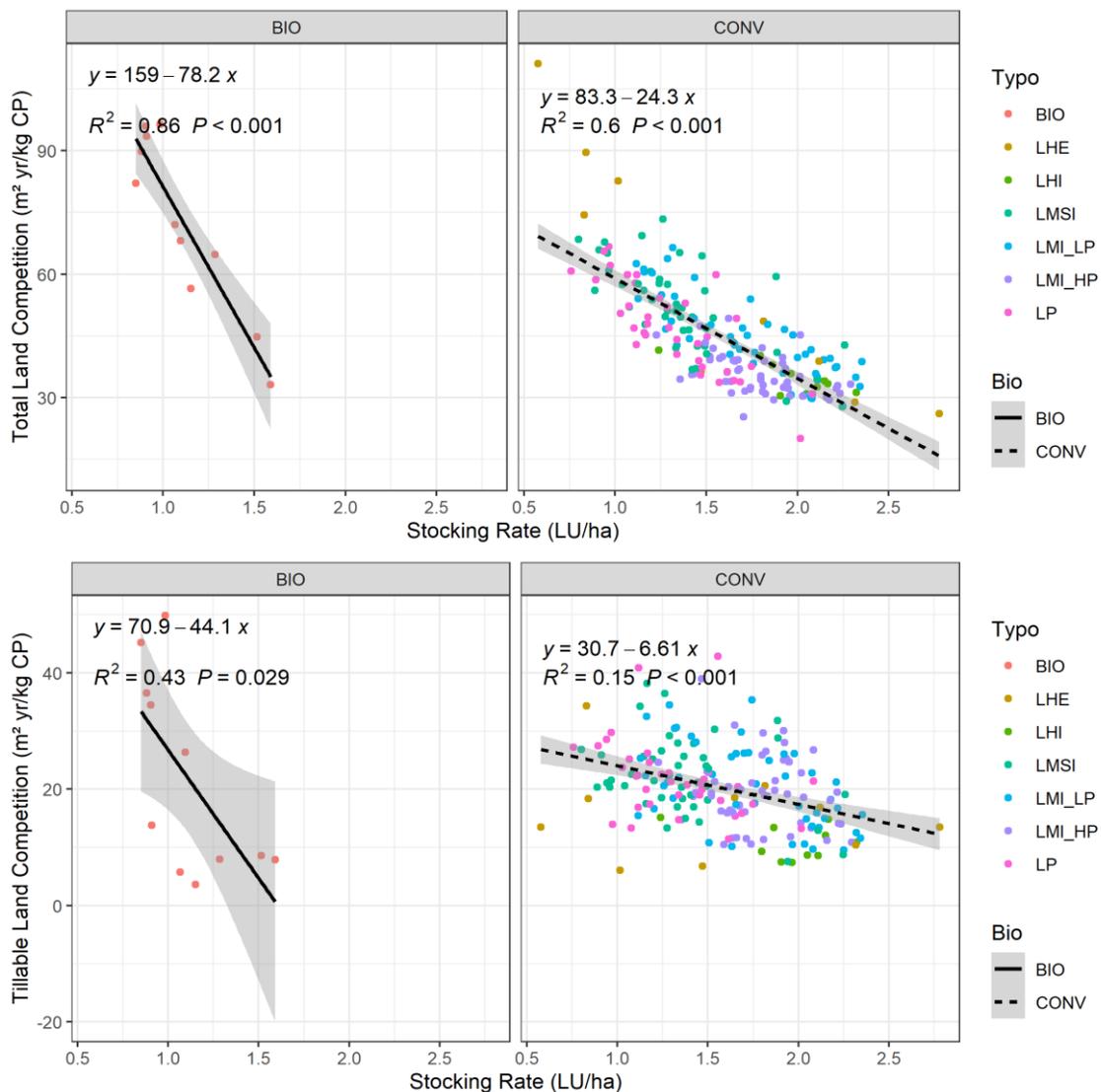


Abbildung 10: Regressionen zwischen Gesamt (oben) und Ackerlandkonkurrenz (unten) mit der Besatzdichte sowohl für ökologische Betriebe (links) als auch für konventionelle Betriebe (rechts).

Es ist wichtig, diese Beobachtung nicht einfach so zu interpretieren, dass "Betriebe mit hoher Besatzdichte weniger in Konkurrenz zu Menschen stehen". Tatsächlich befinden sich diese Betriebe in verschiedenen pedoklimatischen Regionen mit unterschiedlichen Primärproduktionspotenzialen für Grünland und Kulturpflanzen. Grundsätzlich bedeutet eine höhere Bodenqualität höhere Erträge, was es ermöglicht, mehr Kühe auf einer ähnlichen Fläche zu füttern (1,2 GVE/ha in Lothringen, verglichen mit 2,0 GVE/ha in PLL, Daten aus D3.1, Tabelle 1) und damit die Besatzdichte zu erhöhen und gleichzeitig den Landwettbewerb für eine ähnliche Bewirtschaftung zu verringern. Wie in Abschnitt 9.1.1 c erläutert, berücksichtigen die bei diesem Ansatz verwendeten Indikatoren nicht die Grünland- und Ackerlandqualität.

b. Verwendung von Konzentraten

Die Bruttoeffizienz und die Gesamtlandnutzung zeigen keine Korrelation mit dem Konzentratverbrauch, während die Nettoeffizienz und die bebaubare Landnutzung antikorreliert mit der Konzentratnutzung sind, wie in Abb. 11 und 12 beobachtet.

Es ist unwahrscheinlich, dass diese Beziehungen linear sind, und es sind weitere Studien erforderlich, um eine mögliche Optimierung der Nettoeffizienz durch einen intelligenten Einsatz von Konzentraten zu untersuchen. Wir beobachten eine wichtige Restvariabilität zwischen den Betriebstypen. Besonders unten rechts in Abb. 11 unter der gestrichelten Kurve, die LP-Systeme verwenden mehr selbst produzierte Feldfrüchte und die LHI-Betriebe über der Kurve verwenden Gras und gekaufte Konzentrate.

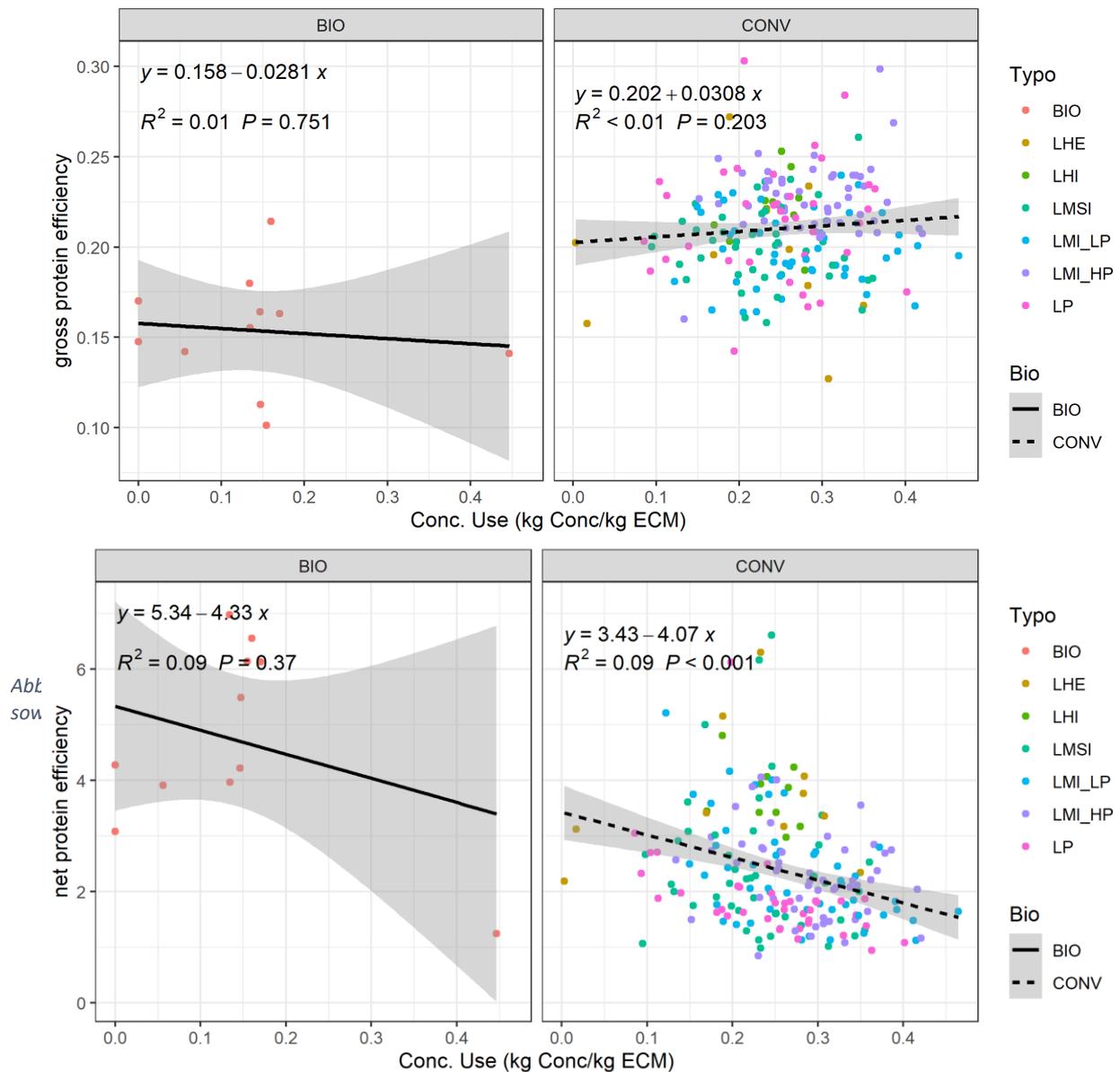


Abbildung 11: Regressionen zwischen Brutto- (oben) und Nettoeffizienzen (unten) und dem Konzentratverbrauch sowohl für ökologische (links) als auch für konventionelle (rechts) Betriebe

In ähnlicher Weise beobachten wir unten rechts in Abb. 12, dass LHI- und LHE-Betriebe unter der gestrichelten Kurve liegen, was zeigt, dass diese Betriebe für eine ähnliche Konzentratnutzung weniger im Wettbewerb um bebaubares Land stehen. Dieser Unterschied ergibt sich aus ihrer geringen Verwendung von Maissilage (1 % bzw. 4 % für LHE bzw. LHI im Vergleich zu >10 % für die anderen Arten von D3.1; Tabelle 4) und temporäres Grünland. Dieser Zusammenhang zwischen Autonomie und Nettoeffizienz wird in Abschnitt 9.5.2 näher erörtert.

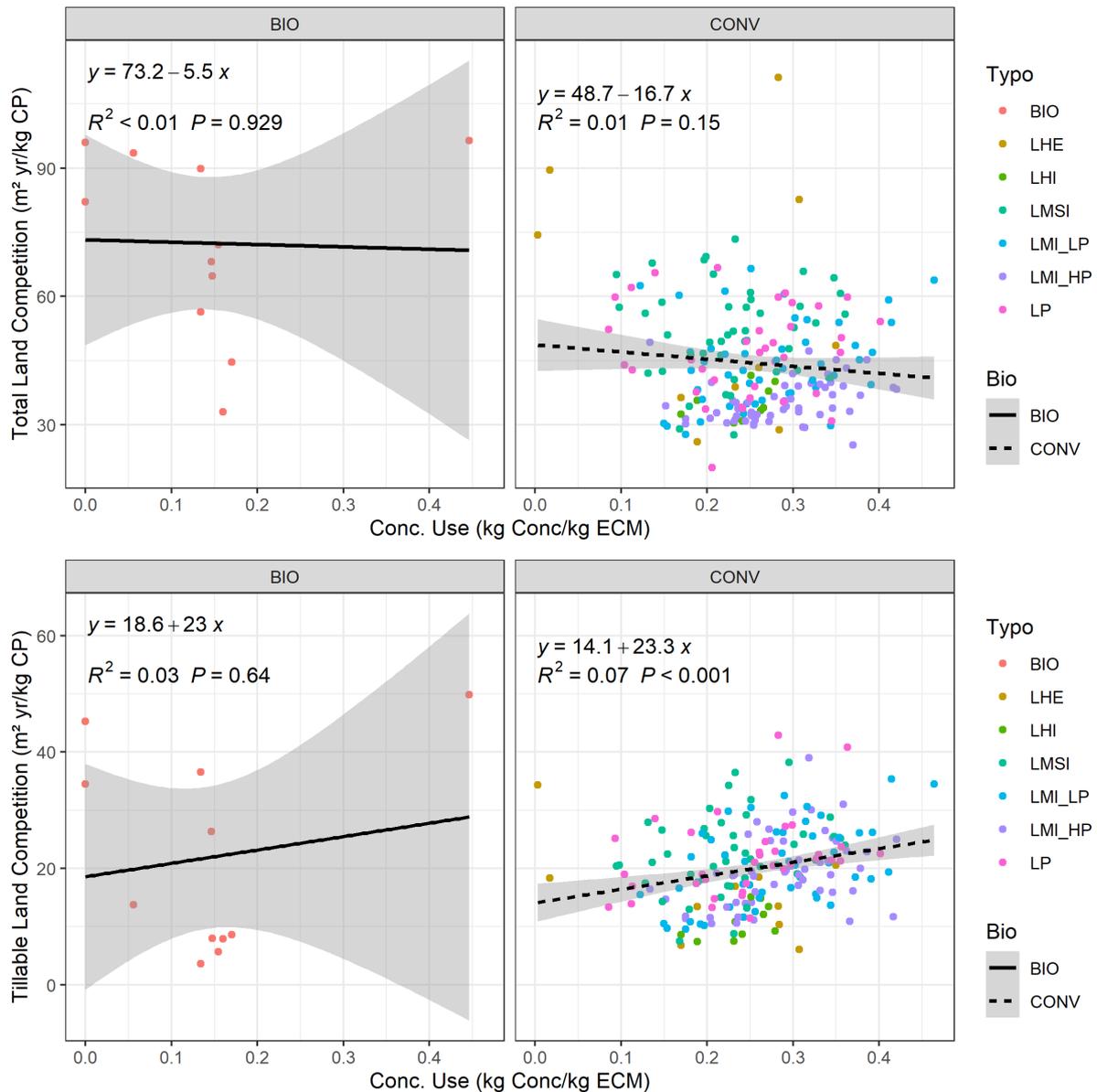


Abbildung 12: Regressionen zwischen der gesamten (oben) und der bebaubaren (unten) Bodenkonkurrenz und dem Konzentratverbrauch zur Herstellung von einem kg ECM sowohl für ökologische (links) als auch für konventionelle (rechts) Betriebe.

c. Diskussion und Vergleich mit experimentellen Ergebnissen

Die Eigenschaften von Milchkühen in Low-Input-Systemen wurden in einigen systemischen Experimenten in Frankreich untersucht.

Eine Milchproduktion (80 Kühe, 40 der Rasse Montbéliarde und 40 der Rasse Holsteins), die ausschließlich auf der Nutzung von Dauergrünland (80 ha) basiert, wurde über einen Zeitraum von 11 Jahren auf dem ökologisch wirtschaftenden Versuchsbetrieb der INRA in Mirecourt getestet. Die Milchproduktivität dieser Kühe erreichte 4555 kg/Laktation (Montbéliarde) und 5145 kg/Laktation (Holstein)[10]. Im INRA Le Pin-Experiment (2006-2015) erreichte die Milchleistung von Milchkühen auf Grasbasis 6230 kg bzw. 4670 kg für Holstein- bzw. Normande-Rassen [11]. In diesen beiden Experimenten zeigten die Holstein-Kühe schlechtere Fortpflanzungsleistungen als *lokale* Rassen.

Obwohl dieser Betriebstyp in den im Rahmen des Projekts untersuchten kommerziellen Betrieben nicht vorkommt, zeigt er, dass die Milch, die mit einer Null-Landnutzung produziert wird, aus einer niedrigeren Milchleistung, einer an die pedoklimatischen Bedingungen angepassten Besatzdichte und einem Verzicht auf Kraftfutter in der Ernährung stammt.

9.5.1 Wirtschaftliche und ökologische Leistungen im Zusammenhang mit Brutto- und Nettoeffizienzgewinnen und Flächennutzungsindikatoren

Ähnlich wie in Abschnitt 9.4 wurden mehrere Analysen durchgeführt, um den Zusammenhang zwischen wirtschaftlichen und ökologischen Leistungen und den Wettbewerbsindikatoren für Futtermittel und Lebensmittel zu untersuchen. Drei Parameter wurden ausgewählt: der Gewinn, die Stickstoffbilanz und die THG-Emissionen. Der Zusammenhang zwischen den Wettbewerbsindikatoren für Futtermittel und Lebensmittel und den Wirtschafts- und Umweltindikatoren wurde durch lineare Regression analysiert, und eine Korrelationsmatrix ist auf Abb. 25 abgebildet.

a. Wirtschaftliche Leistungen

Der Gewinn pro kg ECM ist nicht korreliert mit der Bruttoproteineffizienz und der gesamten Landkonkurrenz aber positiv korreliert mit der Nettoeffizienz und negativ mit dem

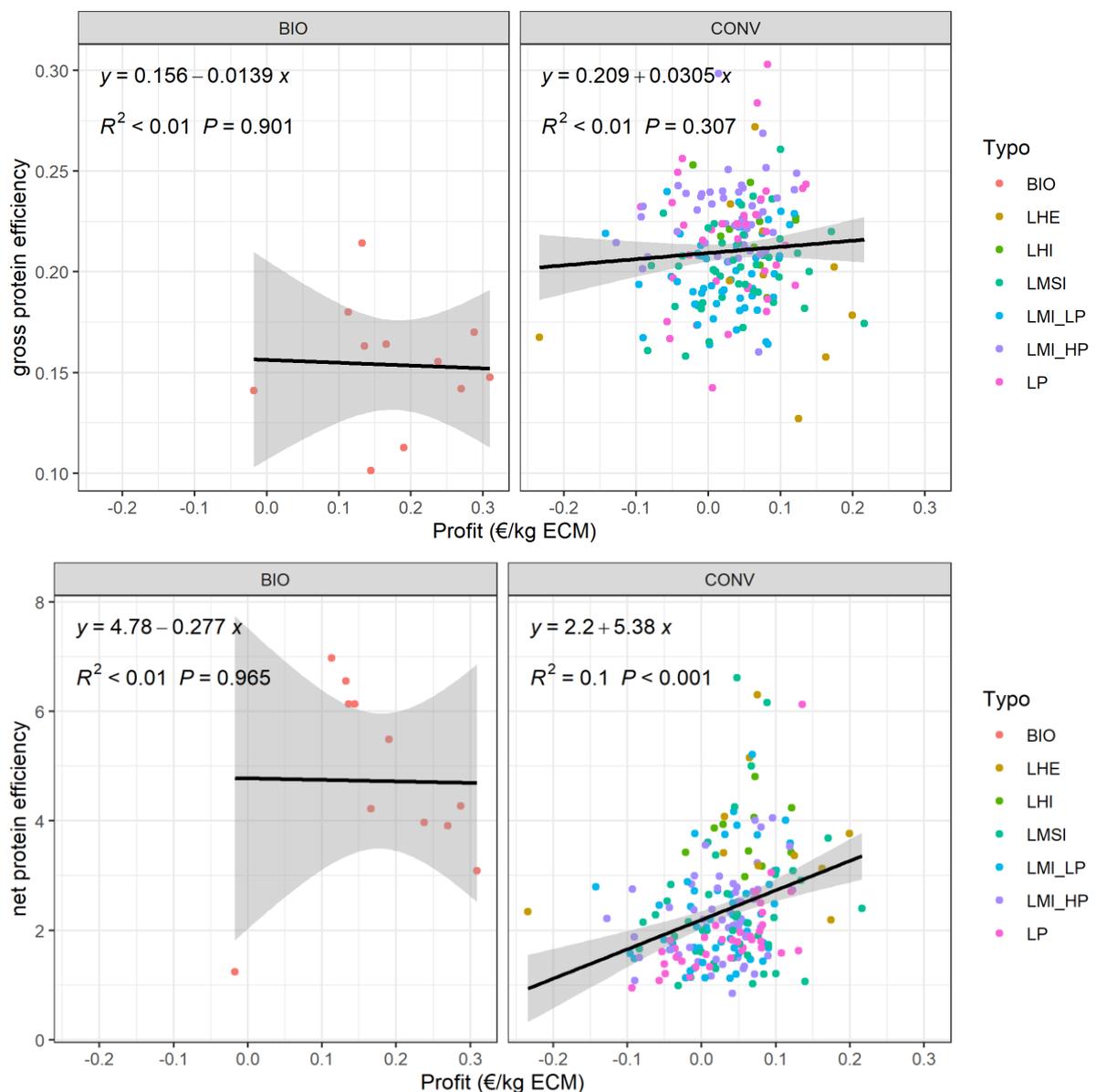


Abbildung 13: Regressionen zwischen Brutto- (oben) und Nettoeffizienzen (unten) und dem Gewinn sowohl für ökologische (links) als auch für konventionelle (rechte) Betriebe

Wettbewerb um anbaufähiges Land, der zeigt, dass die Verringerung des Futtermittelwettbewerbs mit einem höheren Gewinn pro kg ECM vereinbar ist. Diese Ergebnisse sind nicht bestätigt in Bio-Milchbetrieben, welche im Durchschnitt die höchste Nettoeffizienz haben aber die niedrigste Anzahl von Betrieben im Datensatz. Mehrere Hypothesen könnten diese Beobachtung erklären, darunter die Verwendung von selbst erzeugtem Getreide, das ein Schlüssel zur Senkung der Futterkosten und zur Steigerung des Gewinns ist, aber auch zu einem Anstieg der bebaubaren Fläche führt. Es werden mehr Bio-Milchviehbetriebe benötigt, um diesen Zusammenhang weiter zu untersuchen.

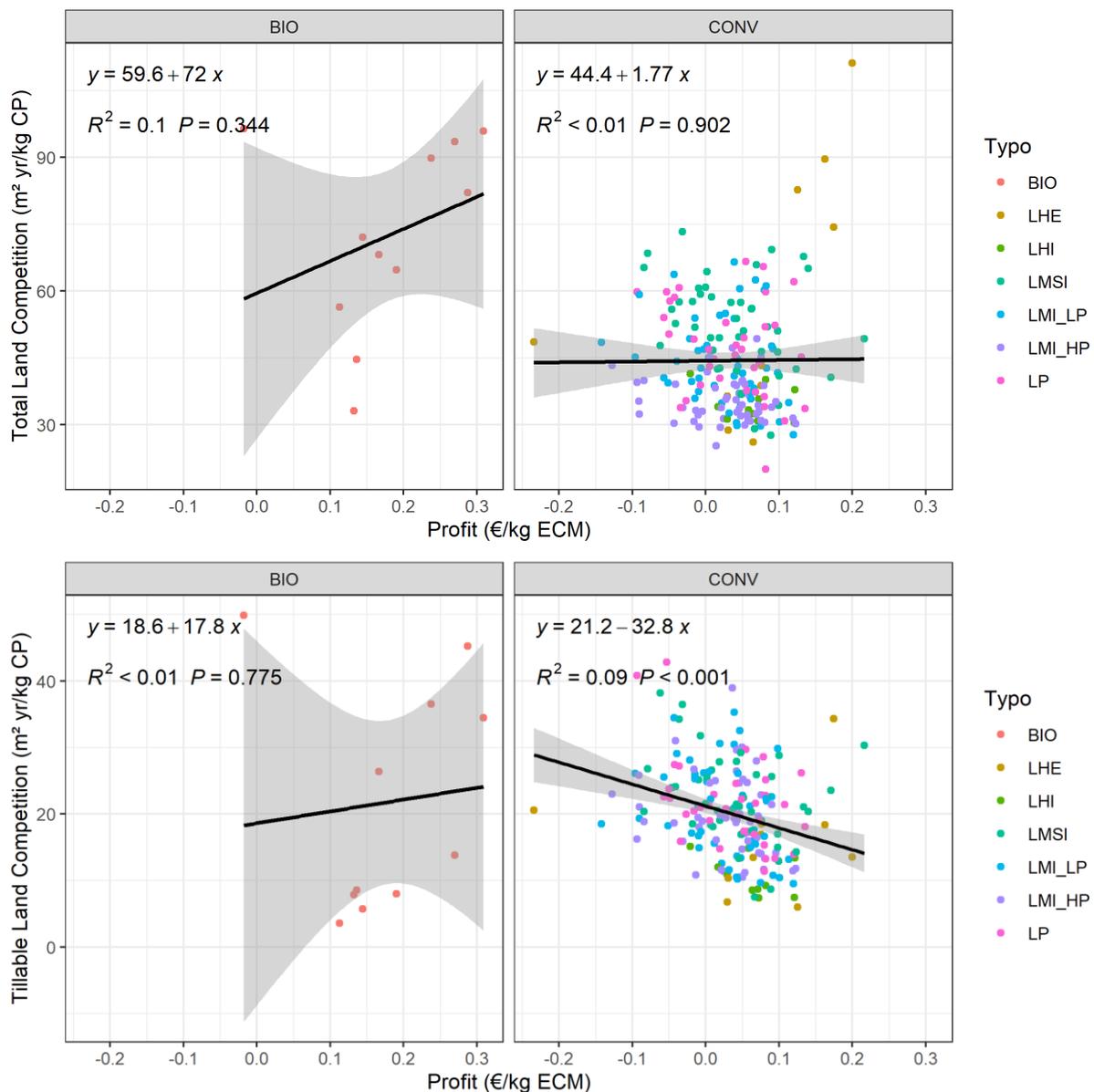


Abbildung 14: Regressionen zwischen der gesamten (oben) und der bebaubaren (unten) Bodenkonkurrenz und dem Gewinn sowohl für ökologische (links) als auch für konventionelle (rechts) Betriebe.

b. Umweltleistungen

Während die N-Bilanz schwach und positiv mit der Bruttoeffizienz korreliert, korreliert sie schwach und negativ mit der Nettoeffizienz (Abb. 15). Sie ist auch negativ mit dem Gesamtland und nicht mit dem bebaubaren Land korreliert (Abb. 16).

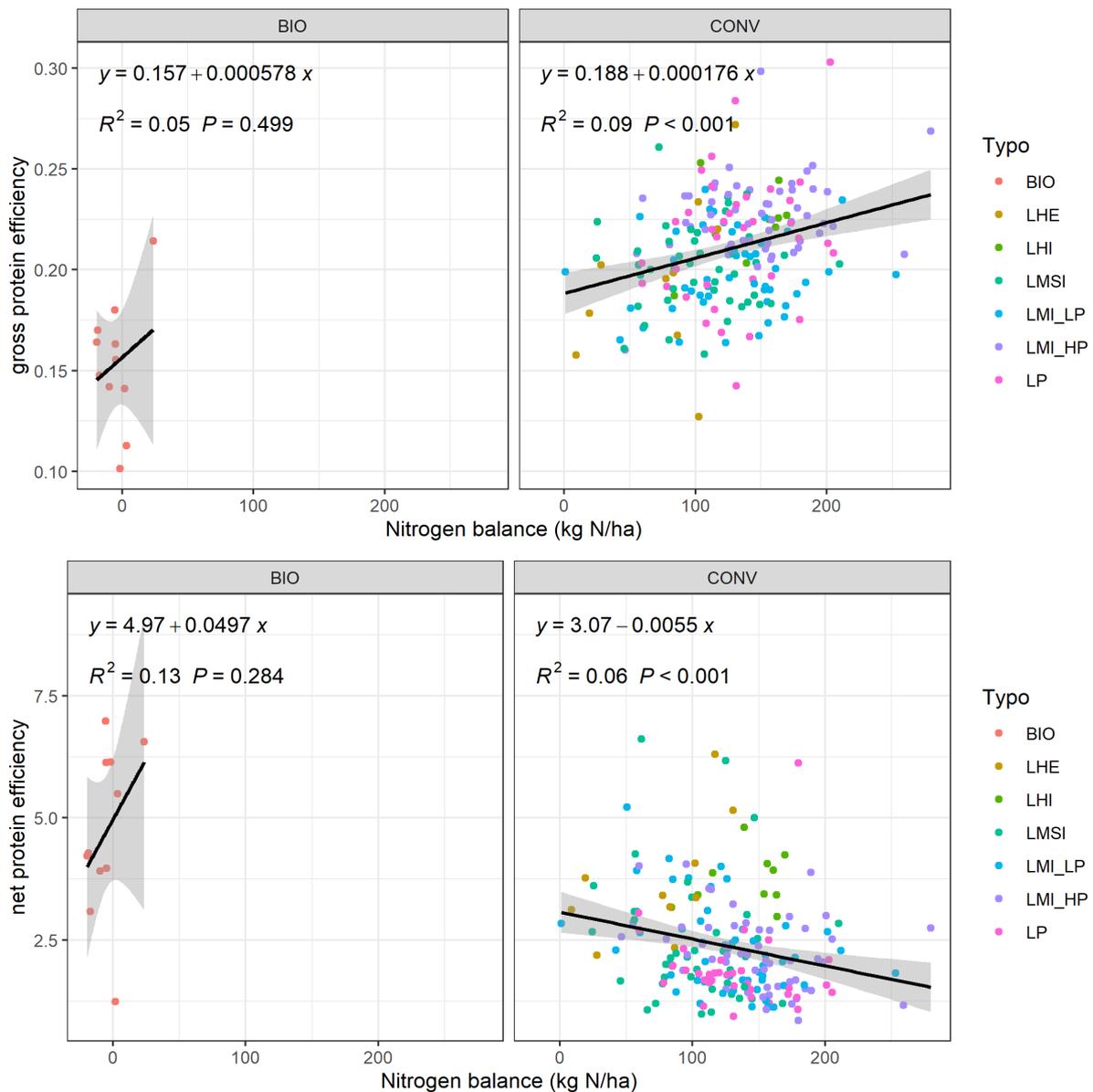


Abbildung 15: Regressionen zwischen Brutto- (oben) und Nettowirkungsgraden (unten) und Stickstoffbilanz sowohl für ökologische (links) als auch für konventionelle (rechts) Betriebe.

Auf der einen Seite kann man erwarten, dass Farmen die mehr Futter- und Düngemittel importieren und eine hohe Stickstoffbilanz erreichen, eine höhere Bruttoeffizienz erzielen und weniger Land benötigen, um ein kg ECM zu produzieren (wie es oben in Abb. 15 und 16 zu sehen ist). Auf der anderen Seite hat dies einen schwachen, aber negativen Einfluss auf den Nettowirkungsgrad, der zeigt, dass eine hohe Stickstoffbilanz mit der Verwendung von mehr essbarem Protein korreliert ist. Es werden keine Korrelationen mit der landwirtschaftlichen Nutzung beobachtet.

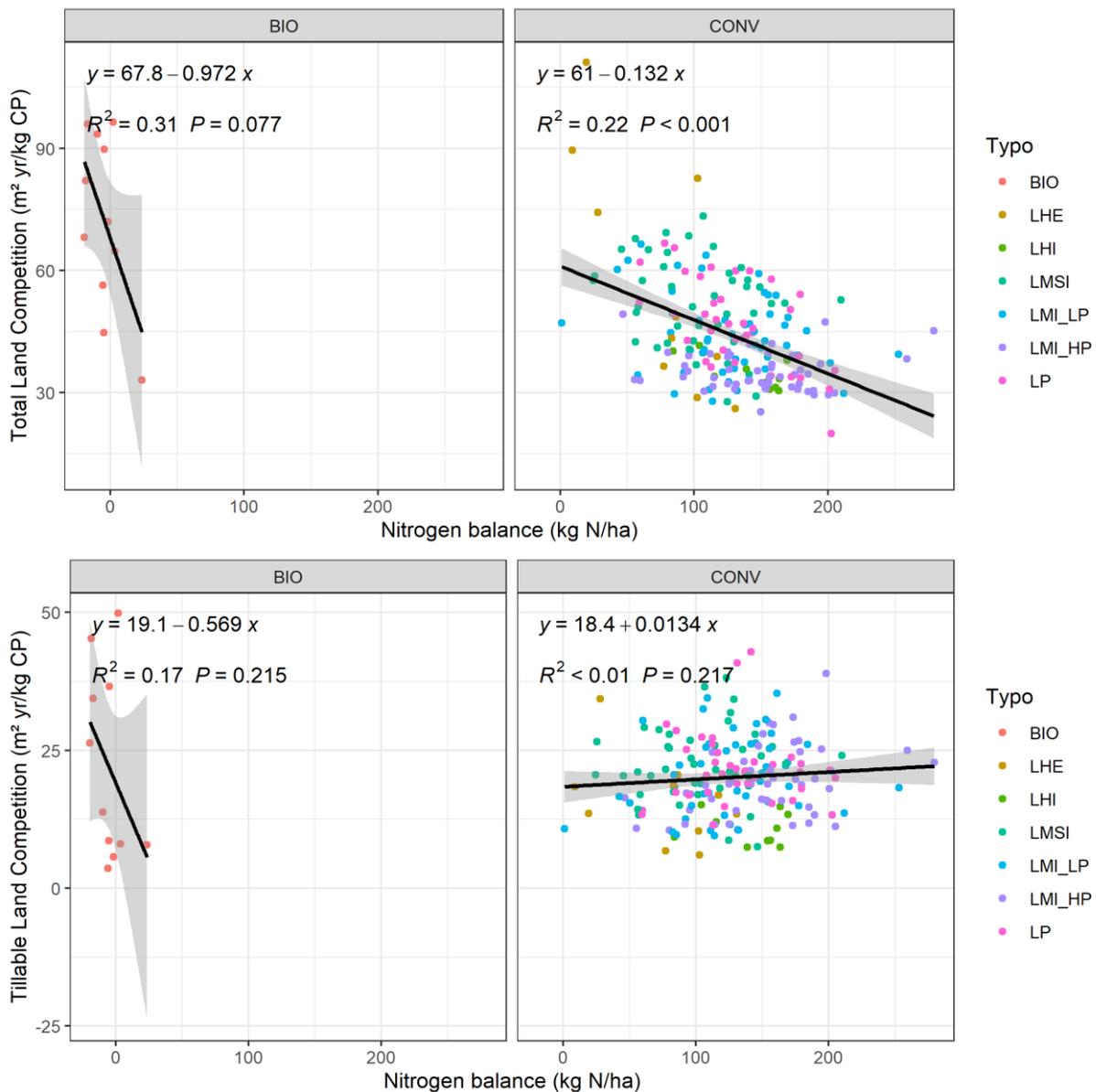


Abbildung 516: Regressionen zwischen der gesamten (oben) und der bebaubaren (unten) Nutzfläche und der Stickstoffbilanz sowohl für ökologische (links) als auch für konventionelle (rechts) Betriebe.

Die CO₂-Emissionen pro kg Milch sind sowohl mit der Brutto- als auch mit der Nettoeffizienz negativ korreliert, wie in Abb. 17 dargestellt. Effiziente landwirtschaftliche Betriebe verbrauchen weniger Futter pro kg ECM. Da der Hauptfaktor für die Methanemissionen die pro kg Milch benötigte Futtermenge ist, wird ein geringerer CO₂eq pro kg ECM mit Betrieben mit einer höheren Effizienz in Verbindung gebracht.

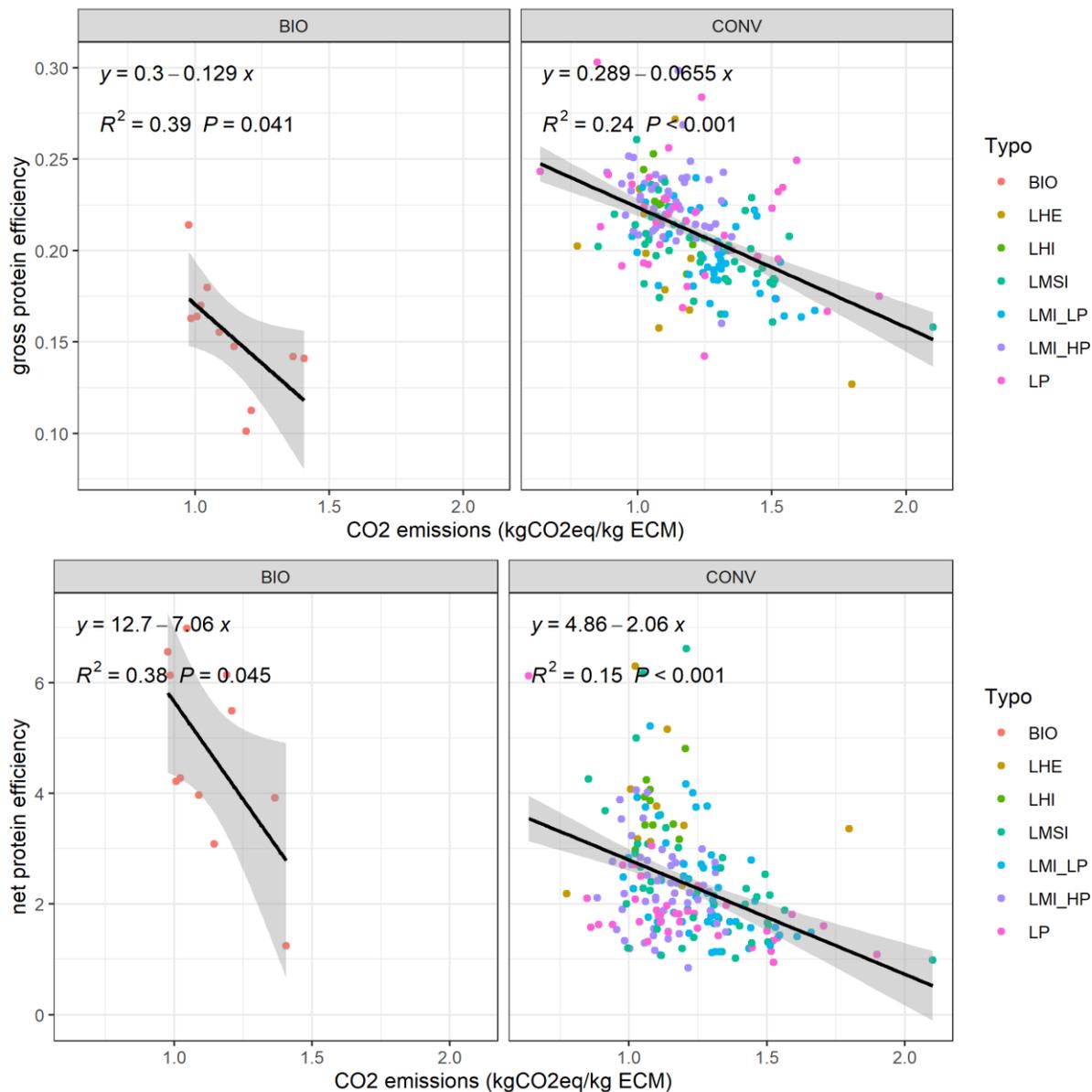


Abbildung 17: Regressionen zwischen Brutto- (oben) und Nettoeffizienz (unten) und CO₂-Emissionen pro kg ECM sowohl für ökologische (links) als auch für konventionelle (rechts) Betriebe

Im Allgemeinen ist die Produktion von einem kg Futtermittel, das in Konkurrenz zu menschlichen Nahrungsmitteln wie Getreide steht, emissionsreicher als die Produktion von Gras (57 %/ kg TM) oder Nebenprodukten wie Zuckerrübenschnitzel (87 %/kg TM) im Vergleich zu Gerste (da ein Teil der Emissionen dem Hauptprodukt zugerechnet wird)[12]. Dies erklärt die beobachtete Korrelation zwischen Nettoeffizienz und CO₂-Emissionen. Diese Korrelation würde durch die Berücksichtigung der Kohlenstoffbindung durch das Dauergrünland verstärkt, was in diesem Projekt nicht der Fall ist (D2.2, Abschnitt B.2.1). In der aktuellen Berechnung, die in (D2.2, Abschnitt B.2.1) beschrieben ist, werden die enterischen Methanemissionen auf der Grundlage des Energieverbrauchs der Rinder berechnet, ohne dass sie von den anderen Eigenschaften des Futters wie der Verdaulichkeit abhängig sind. Eine potenziell nachteilige Wirkung, wie z. B. eine Erhöhung der Methanemissionen bei der Fütterung einer grasbasierten Ernährung, wird nicht berücksichtigt.

Aus ähnlichen Gründen korrelieren die CO₂-Emissionen pro kg ECM positiv mit der gesamten und der bebaubaren Nutzfläche, wie in Abb. 18 dargestellt.

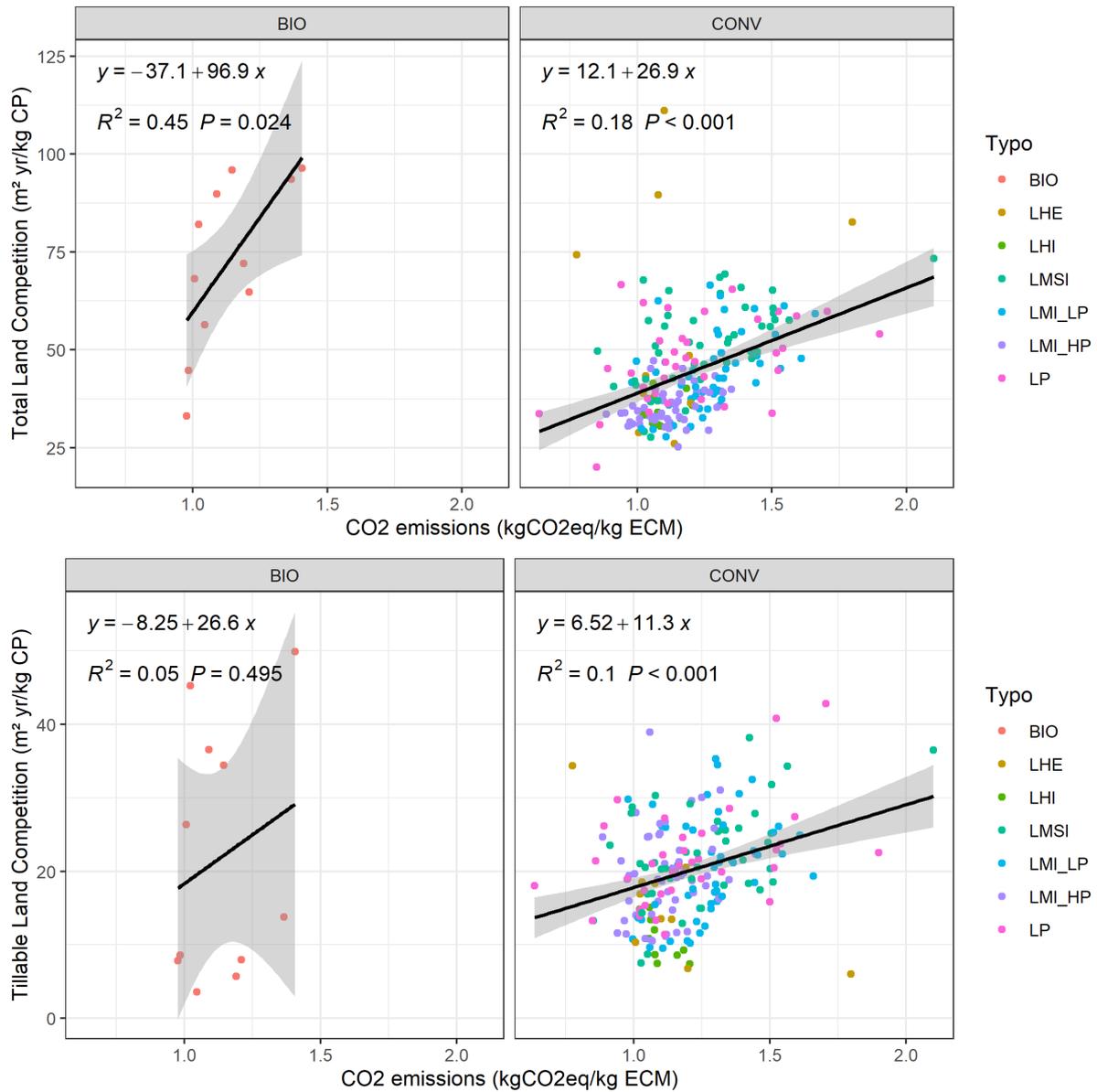


Abbildung 18: Regressionen zwischen der gesamten (oben) und der bebaubaren (unten) Nutzfläche und den CO₂-Emissionen pro kg ECM sowohl für ökologische (links) als auch für konventionelle (rechts) Betriebe.

9.5.2 Zusammenhang zwischen Brutto- und Nettoeffizienzen und der Autarkie der Milchsysteme

In diesem Abschnitt überprüfen wir den bestehenden Zusammenhang zwischen der Futtermittel-Lebensmittel-Konkurrenz und der Autonomie nach aufgenommenem Protein und der Autonomie nach verwertetem Protein, die ähnliche Ergebnisse liefern, und mit dem nicht verwerteten Protein.

Während die Bruttoproteineffizienz negativ mit der Autonomie nach aufgenommenem/verwertetem Protein korreliert ist, ist die Nettoproteineffizienz schwach, aber positiv mit der Autonomie nach aufgenommenem Protein korreliert (Abb. 19, 21 und 25). Die Art der landwirtschaftlichen Betriebe ist ein wichtiger Faktor, um die Variabilität zu erklären, da die meisten LP-Farmen unter der schwarzen Kurve unten rechts in Abb. 19 und 21 stehen, während grasbasierte Systeme darüber und daher mit

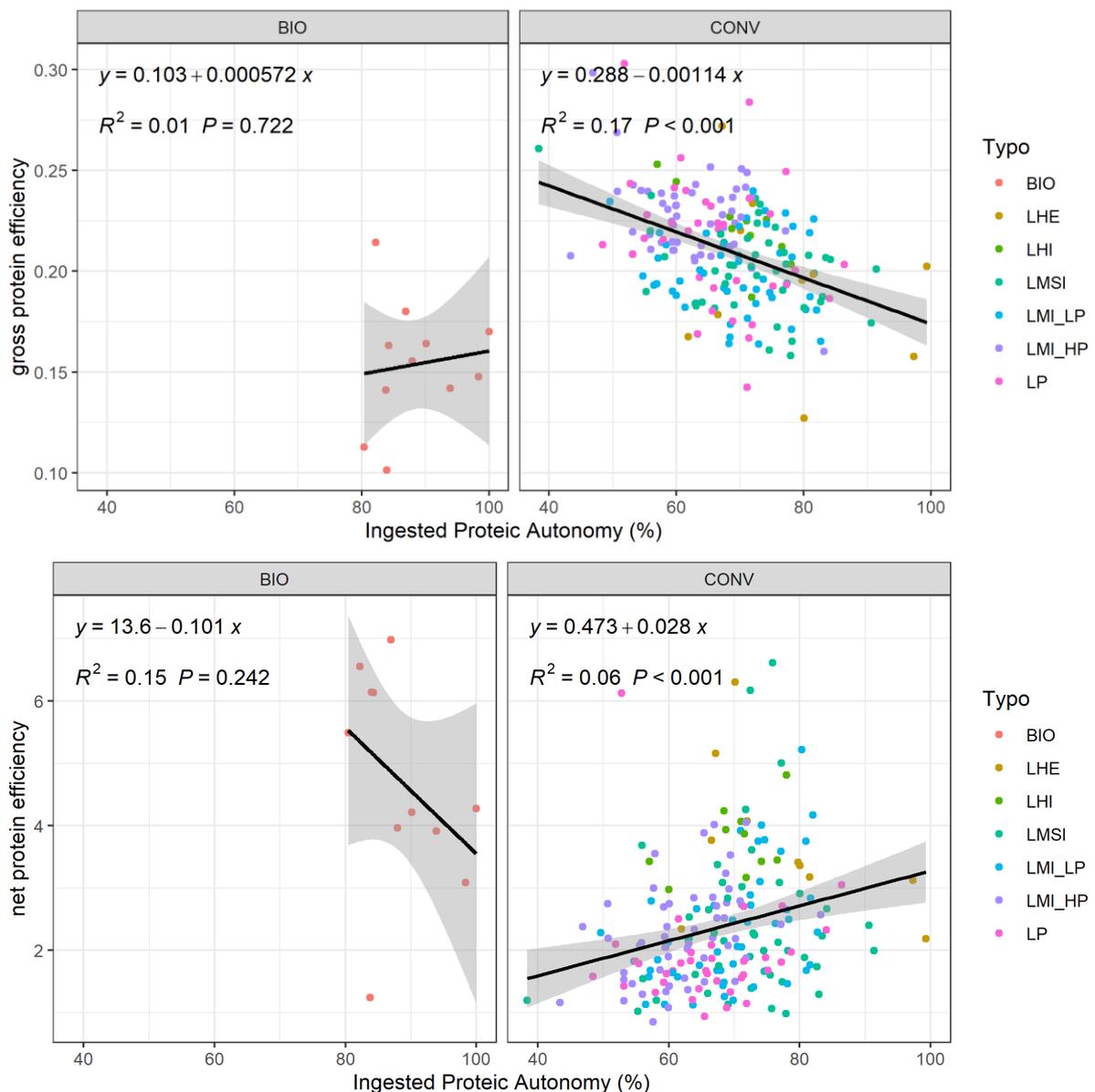


Abbildung 19: Regressionen zwischen Brutto- (oben) und Nettoeffizienzen (unten) und der aufgenommenen proteischen Autonomie sowohl für ökologische (links) als auch für konventionelle (rechts) Betriebe.

einem niedrigeren Futter-Lebensmittel-Wettbewerb für ein ähnliches Maß an Autonomie lokalisiert sind.

Die gesamte Landnutzung korreliert mit der Autonomie, während keine Korrelation zwischen diesem Parameter und der bebaubaren Landnutzung beobachtet wird. Aus diesen beiden Beobachtungen schließen wir, dass Betriebe mit einem hohen Maß an Autonomie mehr permanentes Grünland pro kg Eiweiß verwenden, aber ähnlich viele bebaubare Flächen. Die Tatsache, dass landwirtschaftliche Betriebe mit hoher Autonomie eine höhere Nettoeffizienz, aber eine ähnliche bebaubare Landnutzung aufweisen, erklärt sich dadurch, dass, wie in Abschnitt 9.3.1 dargelegt, der Flächenverbrauch für die Herstellung kommerzieller Konzentrate im Vergleich zu den Getreideerträgen (7 TDM/ha oder 1,4 m²/kg CC) gering ist (~1 m²/kg CC). Wir erwarten daher einen Vorteil in Bezug auf die bebaubare Landnutzung, um Konzentrate für den landwirtschaftlichen Einkauf im Vergleich zur Eigenproduktion für eine ähnliche Konzentratverwendung zu erzielen. Dennoch wird eine hohe Variation beobachtet und Grünlandbetriebe verhalten sich anders als Betriebe mit Mais.

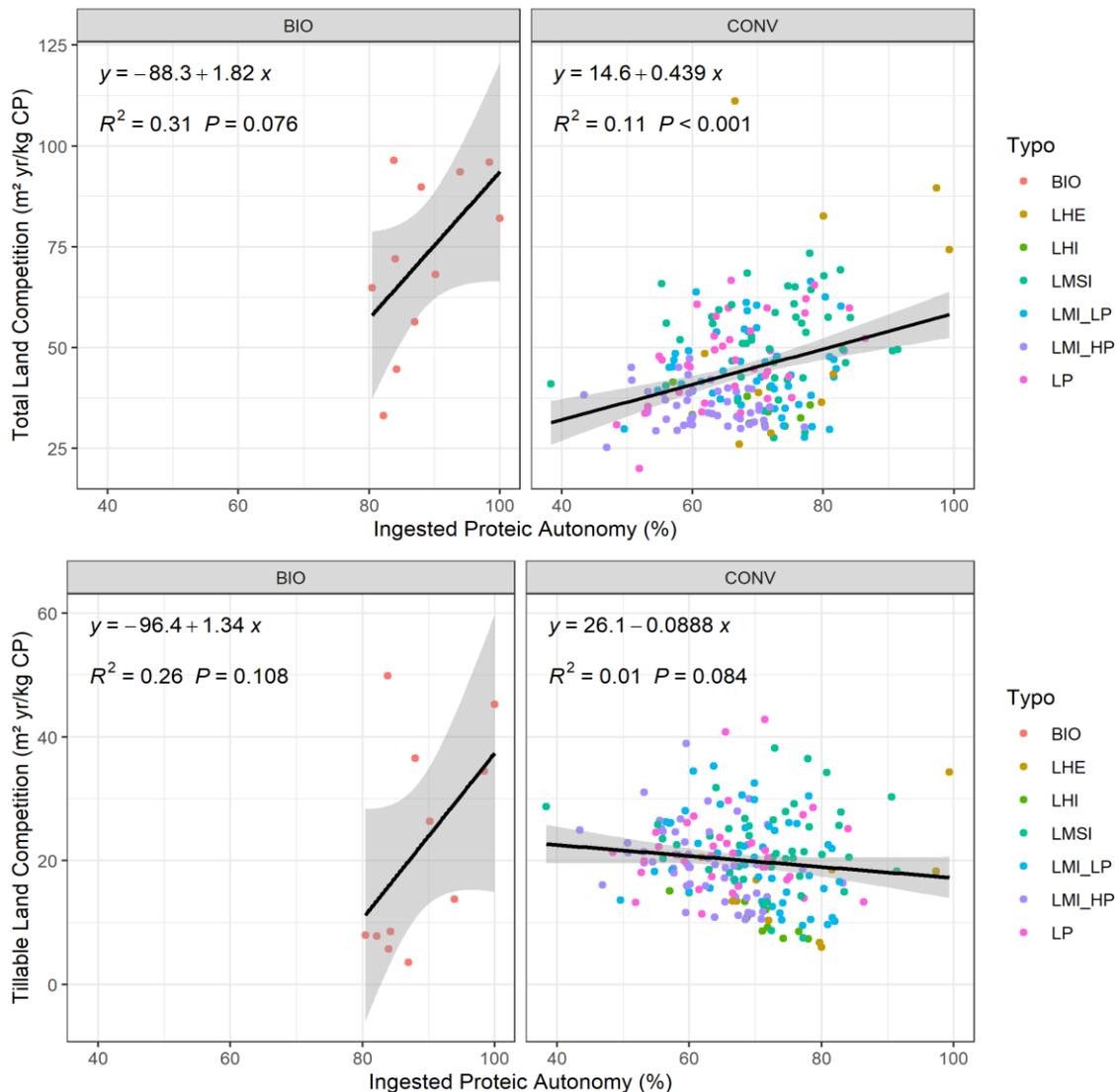


Abbildung 20: Regressionen zwischen der gesamten (oben) und der bebaubaren (unten) Landkonkurrenz und der aufgenommenen proteischen Autonomie sowohl für ökologische (links) als auch für konventionelle (rechts) Betriebe.

In Bezug auf die konventionellen Betriebe können wir in Abb. 19-22 die Auswirkungen verschiedener Strategien zur Verbesserung der Proteinautonomie im Rahmen der Futter-Lebensmittel-Konkurrenz. LP-, LMSI- und LMI-Betriebe, die mehr selbst produziertes Getreide und Maissilage verwenden (wie in AUTOPROT Deliverable 3.1, Tabelle 4 dargestellt), haben eine niedrigere Nettoeffizienz als LHE und LHI für eine ähnliche Proteinautonomie. Dies erklärt sich durch den niedrigen HEP, der in Abschnitt 9.1.3 für kommerzielle Konzentrate (etwa 20%) im Vergleich zu Getreide mit einem HEP von über 70%, je nach Getreideart, beobachtet wird. Die Kombination von Gras und kommerziellen Konzentraten (meist auf der Basis von Nebenprodukten) ermöglicht bessere Futter-Lebensmittel-Wettbewerbsergebnisse als Gras-Getreide (inkl. Mais) + kommerzielle Konzentrate.

Dieser Abschnitt wirft daher die Frage nach einer bestimmten Praxis auf: der Erzeugung von Getreide für Wiederkäuer, die die Autonomie des Betriebs erhöht, aber möglicherweise auch seine Futtermittel-Lebensmittel-Konkurrenz erhöht. In Wallonien zum Beispiel werden nur 6 % des Weizens für menschliche Zwecke produziert[13].

Bio-Betriebe zeigen keine signifikante Korrelation zwischen Landnutzung und Autonomie. Bio-Betriebe haben eine höhere Proteinautonomie (>80%) und die untersuchte Spannweite ist klein im Vergleich zu den konventionellen Betrieben mit einer Proteinautonomie von 40% bis 100%. Während wir beobachten, dass es eine schwache Korrelation zwischen der Autonomie des aufgenommenen Proteins und der Netto-Proteineffizienz gibt, erfordert dieser Punkt die Untersuchung von Farmdaten mit hoher Autonomie. In Frankreich zeigt eine Studie zur Analyse von 743 ökologischen Milchviehbetrieben, dass die Verwendung von Kraftfutter im Futter sowohl die Autonomie als auch die Nettoeffizienz verringert[14].

Die Verbesserung der Proteinautonomie der Milchsysteme ist durch die Implementierung zahlreicher Praktiken und Innovationen möglich, die in WP 3 (D3.1 Sek. 5.1 und WP4 (D1)) identifiziert wurden. Die meisten davon implizieren Änderungen im Fütterungsregime der Milchkühe und damit auf die Konkurrenz zwischen Tierfutter und menschlicher Nahrung. Auf der einen Seite könnte man zum Beispiel eine neue Weidetechnik anwenden, um die Grasqualität und/oder -verfügbarkeit zu verbessern, um die Menge der benötigten Konzentrate unter Beibehaltung der Milchproduktion zu reduzieren. Diese Technik sollte daher die *Futtermittelkonkurrenz* reduzieren. Auf der anderen Seite könnten andere Innovationen möglicherweise dazu führen, dass mehr essbare Ressourcen (Hülsenfrüchte und Getreideassoziation) oder Land, das zur Herstellung von Nahrungsmitteln zur Fütterung des Viehs verwendet werden könnte, verwendet werden und somit diesen Wettbewerb erhöhen (Luzerne, Meslin,...), insbesondere wenn die innovative Kultur geringe Erträge bringt.

Auch die Frage der technischen Evolution muss berücksichtigt werden. In der aktuellen Berechnung konkurriert Sojamehl mit dem Menschen, während Raps- und Sonnenblumenmehl dies nicht tun, aber dies wird sich möglicherweise im nächsten Jahrzehnt mit der Möglichkeit ändern, Protein aus Soja, Raps und Sonnenblumen zu extrahieren[4].

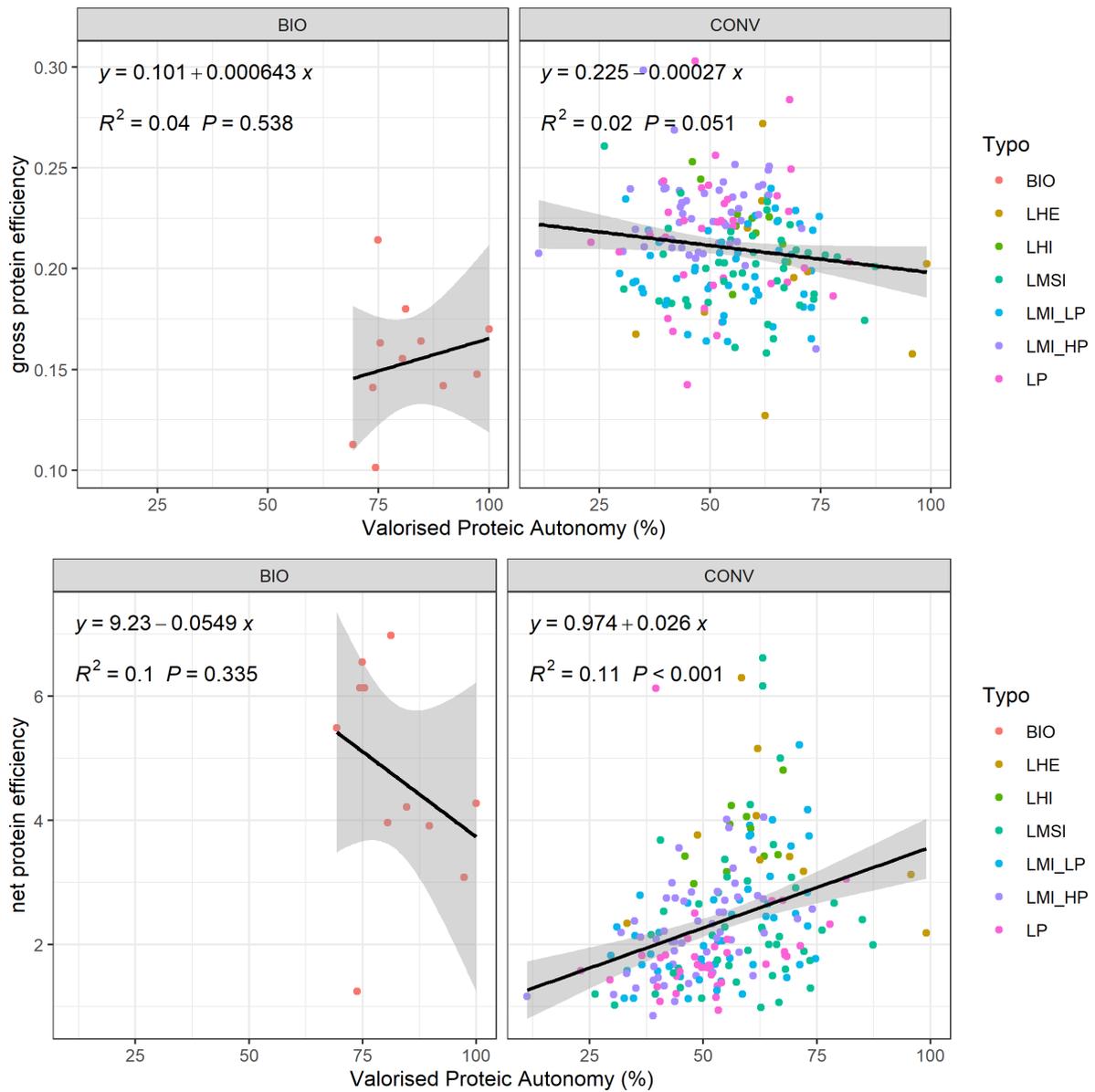


Abbildung 21: Regressionen zwischen Brutto- (oben) und Nettoeffizienzen (Bottom) und der Autonomie nach verwertetem Protein sowohl für ökologische (links) als auch für konventionelle (rechts) Betriebe.

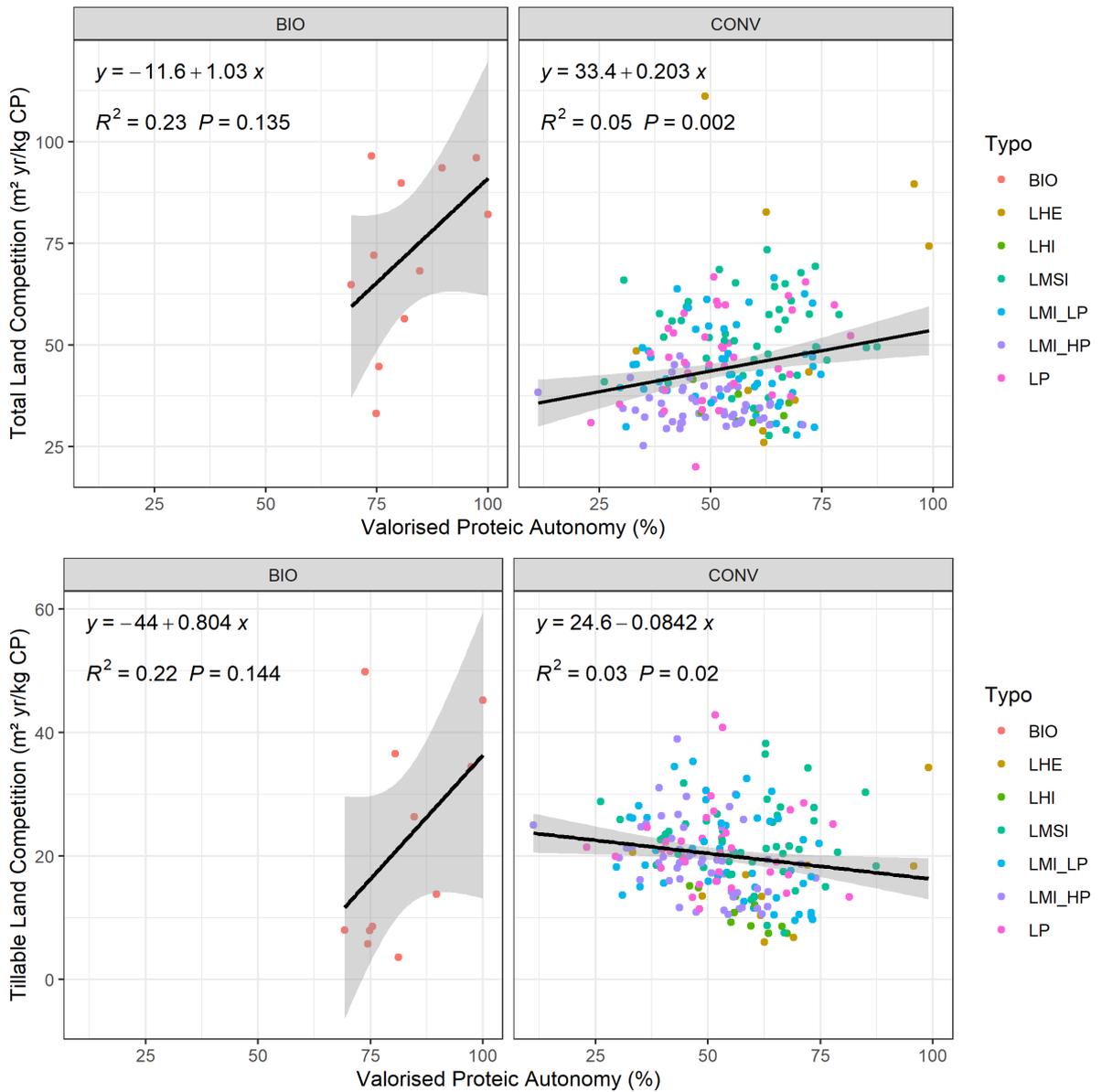


Abbildung 6 : Regressionen zwischen der gesamten (oben) und der bebaubaren (unten) Bodenkonkurrenz und der Autonomie nach verwertetem Protein sowohl für ökologische (links) als auch für konventionelle (rechts) Betriebe.

Die Bruttoproteineffizienz korrelierte negativ mit dem nicht verwerteten Protein, was zeigt, dass effiziente Betriebe geringere Verluste aufweisen. Dennoch ist das nicht valorisierte Protein nicht mit der Nettoproteineffizienz korreliert. Das gesamte Landnutzung und die Nutzung des bebaubaren Lands korrelieren negativ mit der Autonomie des nicht verwerteten Proteins. Die jüngste Beobachtung deutet auf einen Verdünnungseffekt hin: Betriebe, die viel Land zur Produktion von 1 kg CP benötigen, haben einen geringeren Verlust pro Hektar als solche, die weniger Land nutzen.

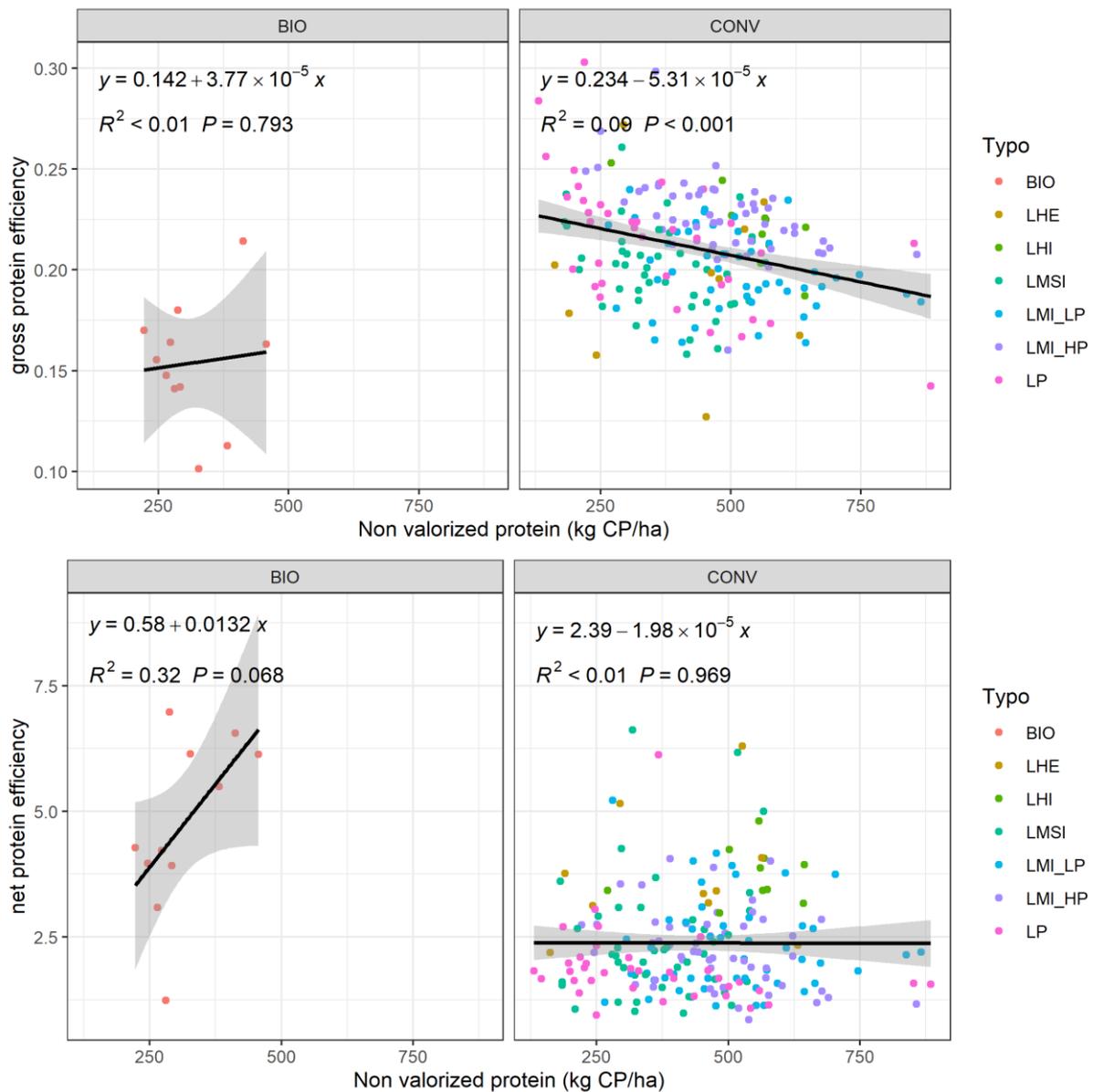


Abbildung 23: Regressionen zwischen Brutto- (oben) und Nettoeffizienzen (unten) und dem nicht verwerteten Protein sowohl für ökologische (links) als auch für konventionelle (rechts) Betriebe.

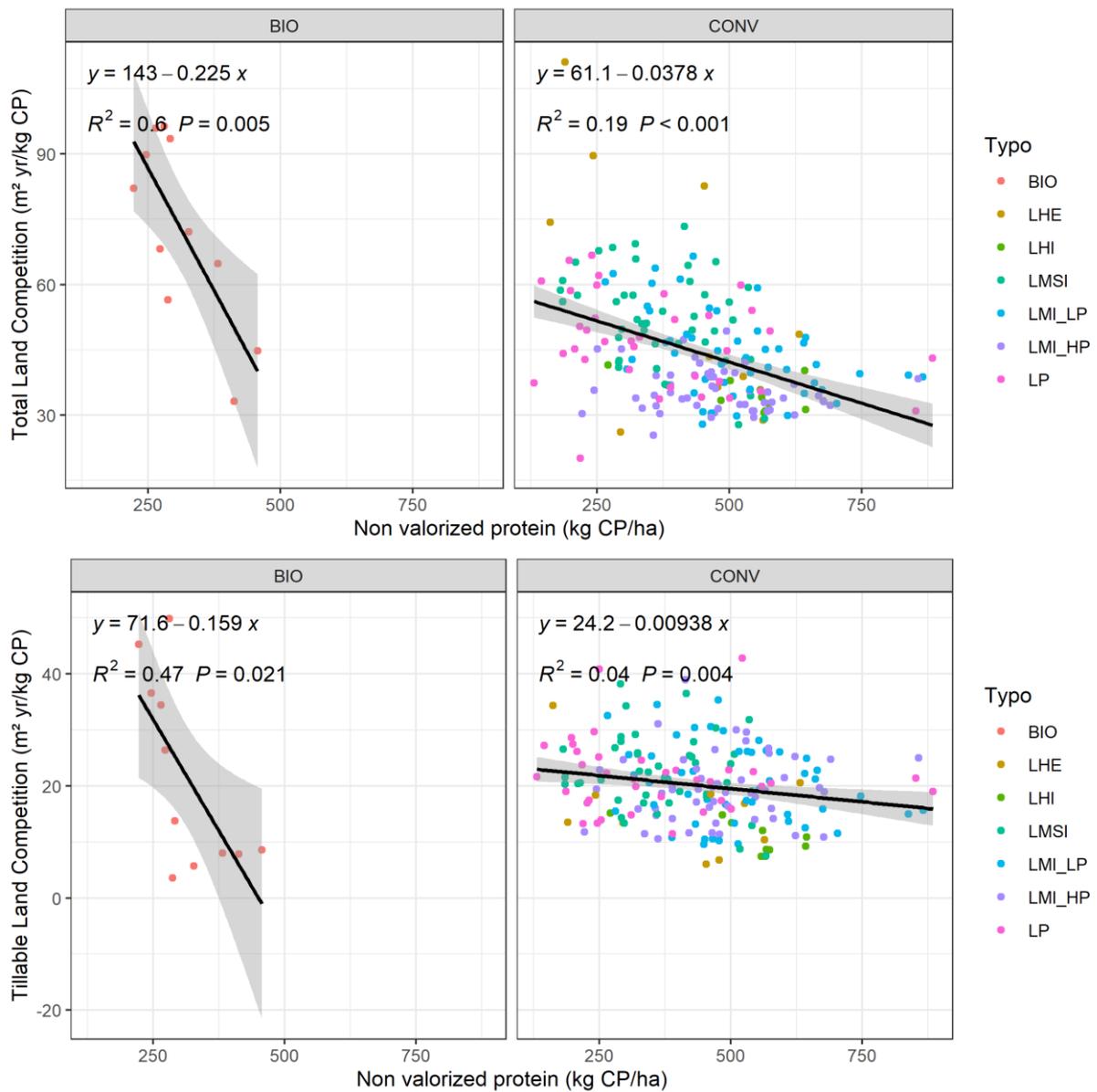


Abbildung 24: Regressionen zwischen der gesamten (oben) und der bebaubaren (unten) Nutzfläche und dem nicht verwerteten Protein sowohl für ökologische (links) als auch für konventionelle (rechts) Betriebe.

2. Schlussfolgerung

Der Beitrag zur Ernährungssicherheit wurde aus zwei Blickwinkeln untersucht: (1) **die Konkurrenz der Viehwirtschaft mit der menschlichen Ernährung** durch den Indikator Netto-Effizienz, der das Verhältnis zwischen der Produktion (Milch und Fleisch) und dem Verbrauch von für den Menschen essbaren Futtermitteln durch das Vieh darstellt, und (2) die **Nutzung von Ackerland und Gesamtland** (Ackerland + Dauergrünland) pro Produktionseinheit. Die gewählte Einheit ist Protein, ein Schlüsselement der tierischen Produktion für die menschliche Ernährung.

Der erste Schritt bestand darin, den Anteil an essbarem Protein und den Flächenverbrauch für konzentriertes Mischfutter, das in der Großregion verwendet wird, zu schätzen. Anhand von 210 handelsüblichen Rezepten haben wir gezeigt, dass Kraftfutter im Durchschnitt 20% Protein enthält, das mit der menschlichen Ernährung konkurriert, und 1 m²/kg für Produktionskonzentrate und 1,2 m²/kg für Proteinkonzentrate verbraucht. Die untersuchten Milchviehbetriebe wiesen eine hohe Nettoeffizienz ($2,5 \pm 1,1$) auf, was zeigt, dass sie im Durchschnitt 2,5 Mal mehr Protein produzieren als von den Tieren verzehrt wird. Außerdem nutzt der durchschnittliche Milchviehbetrieb 37 ± 15 m² Land, davon $9,0 \pm 5,2$ m² Ackerland, um 1 kg Protein für die menschliche Ernährung zu produzieren.

Grünlandbetriebe nutzen insgesamt weniger Anbaufläche pro kg Milch und haben aufgrund der hohen Grasnutzung und des geringeren Einsatzes von Kraftfutter eine höhere Nettoeffizienz. Im Allgemeinen werden Betriebe mit hoher Nettoeffizienz auch mit einer höheren Rentabilität pro kg Milch und einer guten Umweltleistung (in Bezug auf Stickstoffbilanz und Treibhausgase) in Verbindung gebracht. Dagegen ist die Verbindung zwischen Autonomie und dem Beitrag zur Ernährungssicherheit nicht eindeutig. Die Produktion von bestimmten Kraftfuttermitteln (Getreide) oder Silomais verbessert zwar die Autonomie, beeinträchtigt aber den Beitrag zur Ernährungssicherheit, da diese Futtermittel mit der menschlichen Ernährung konkurrieren und Anbauflächen verbrauchen.

3. Perspektiven

Für die verschiedenen Betriebstypen wurden erhebliche Unterschiede in der Futtermittel-Lebensmittel-Konkurrenz beobachtet. Die Durchführung weiterer Analysen, unabhängig für jede Art von Farmen und mit einem größeren Datensatz, würde es ermöglichen, die Marge des Fortschritts innerhalb jedes Betriebstyps zu untersuchen.

Agroklimatische Bedingungen, Gesetzgebungen und Ressourcenverfügbarkeit beeinflussen die Entwicklung des Milchsektors in der Großregion. Es ist daher wichtig, beim Vergleich von landwirtschaftlichen Betrieben und ihren Praktiken das Produktionspotenzial des Betriebs zu berücksichtigen. Dies ist besonders relevant für Wiederkäuer, die in der Lage sind, minderwertige Flächen und Nebenprodukte, die für den menschlichen Verzehr ungeeignet sind, aufzuwerten. Dies ist ein Schlüsselaspekt, um die Sensibilität der Analyse zu verbessern und die Marge der Fortschritte bei den Betriebsleistungen besser zu quantifizieren.

Anhang 1: Korrelationsmatrix zwischen den in D9.1 verwendeten Indikatoren

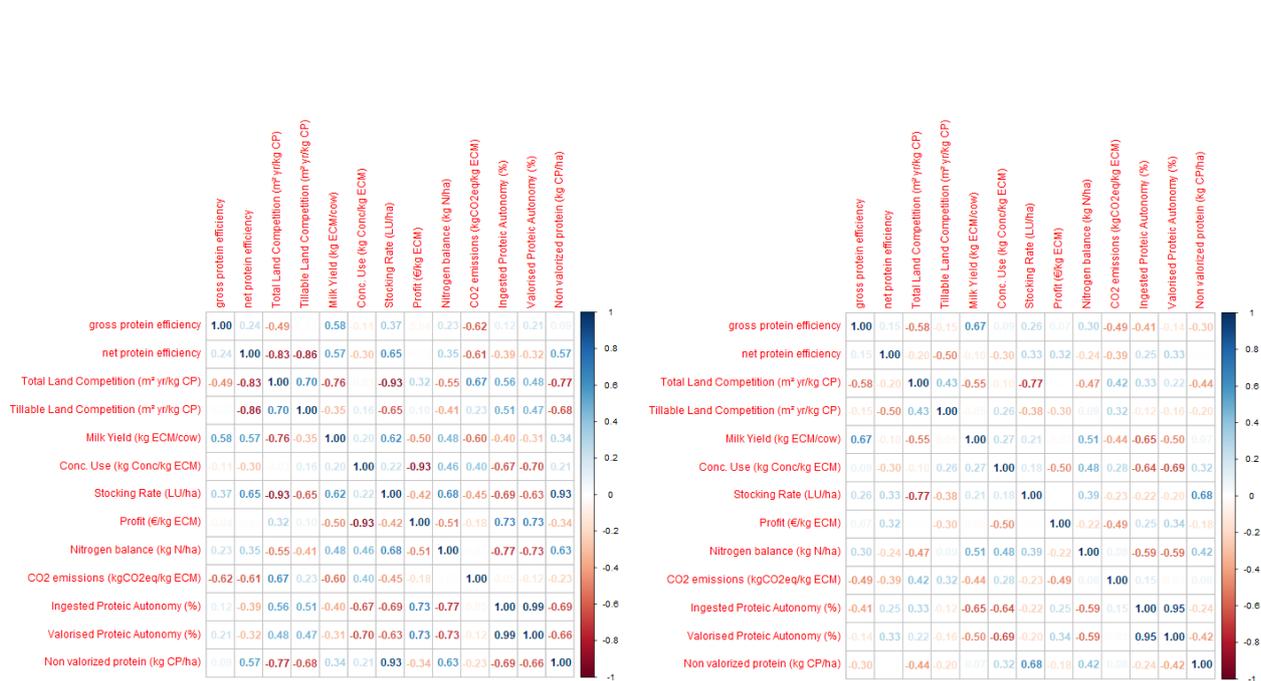


Abbildung 25: Korrelationen zwischen den verschiedenen Indikatoren, die in dieser Arbeit verwendet werden, organische (links) und konventionelle (rechts) Betriebe.

4. Bibliographie

- [1]H. H. E. van Zanten, M. K. Van Ittersum und I. J.M. De Boer, 'The role of farm animals in a circular food system', *Glob. Essen Secur.* , Bd. 21, S. 18–22, Jun. 2019, doi: 10.1016/j.gfs.2019.06.003.
- [2]A. Mottet, C. de Haan, A. Falcucci, G. Tempio, C. Opio, and P. Gerber, 'Livestock: On our plates or eating at our table? Eine neue Analyse der Futter-/Lebensmitteldebatte', *Glob. Essen Secur.* , Bd. 14, S. 1–8, Sep. 2017, doi: 10.1016/j.gfs.2017.01.001.
- [3]C. Mosnier *et al.* , "Bewertung des Beitrags von 16 europäischen Rindfleischproduktionssystemen zur Ernährungssicherheit", *Agric. Syst.*, Bd. 190, S. 103088, Mai 2021, doi: 10.1016/j.agsy.2021.103088.
- [4]S. Laisse *et al.* , "The net efficiency of feed conversion by livestock: a new approach to assess the contribution of livestock to human food", *INRA Prod. Anim.* , Bd. 31, Nr. 3, S. 269–288, 2018, doi: 10.20870/productions-animales.2018.31.3.2355.
- [5]C. J. Peters, J. A. Picardy, A. Darrouzet-Nardi und T. S. Griffin, 'Feed conversions, ration compositions, and land use efficiencies of major livestock products in U.S. agricultural systems', *Agric. Syst.* , Bd. 130, S. 35–43, Sep. 2014, doi: 10.1016/j.agsy.2014.06.005.
- [6] FAO, *Dietary protein quality evaluation in human nutrition: Report of an FAO Expert Consultation, 31. März - 2. April 2011, Auckland, Neuseeland*. Rom, Italien: FAO, 2013. Zugriff: 26. Mai 2021. [Online]. Verfügbar: <http://www.fao.org/documents/card/fr/c/ab5c9fca-dd15-58e0-93a8-d71e028c8282/>
- [7]H. H. E. van Zanten, H. Mollenhorst, C. W. Klootwijk, C. E. van Middelaar, and I. J.M. de Boer, 'Global food supply: land use efficiency of livestock systems', *Int. J. Life Cycle Assess.* , Bd. 21, Nr. 5, S. 747–758, Mai 2016, doi: 10.1007/s11367-015-0944-1.
- [8]B. Rouillé, "ERADAL, Efficient use of food resources in milk production to produce food". <https://idele.fr/eradal/>
- [9]A. Wilfart, S. Espagnol, S. Dauguet, A. Tailleur, A. Gac, and F. Garcia-Launay, 'ECOALIM: A Dataset of Environmental Impacts of Feed Ingredients Used in French Animal Production', *PLOS ONE*, Bd. 11, Nr. 12, S. e0167343, Dez. 2016, doi: 10.1371/journal.pone.0167343.
- [10] J.-L. Fiorelli *et al.* , "Performance and health of Holstein and Montbéliarde dairy cows driven in low-input systems", S. 2.
- [11]L. Delaby, F. Buckley, N. Mchugh, and F. Blanc, 'Robust animals for grass based production systems', *Grassl. Sci. Eur.* , Bd. 23, S. 13.
- [12]B. Durlinger, M. Tyszler, J. Scholten, R. Broekema und H. Blonk, 'Agri-Footprint; a Life Cycle Inventory database covering food and feed production and processing", S. 8.
- [13]A. Delcour, D. Stilmant, P. Burny, F. Rabier, H. Louppe und J.-P. Goffart, 'Stand der Getreideflüsse in Wallonien nach verschiedenen Nutzungskanälen', *Biotechnol Agron Soc Env.* , S. 12, 2014.
- [14]L. Madeline, A. Mottet, E. Poyard, and P. Veysset, 'Feed efficiency of cattle farms in Organic Farming and competition with human food. Agronomische Innovationen 79, 413-424', doi: 10.15454/1YH2-AF26.



AutoProt ist eine Kooperation zwischen 10 Partnern:

CONVIS Société Coopérative, Luxemburg

Lycée Technique Agricole. Luxemburg

Institut de l'Élevage, Frankreich

Chambre d'Agriculture de la Moselle, Frankreich

Chambre d'Agriculture des Vosges, Frankreich

Centre Wallon de Recherches Agronomiques, Belgien

Association Wallonne de l'Élevage asbl (AWE asbl) Belgien

Centre de Gestion du SPIGVA ASBL, Belgien

Landwirtschaftskammer für das Saarland, Deutschland

Landwirtschaftskammer Rheinland-Pfalz, Deutschland