



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)

ROCCO LIOY UND ROMAIN REDING

Januar 2008

NEBplus-Abschlussbericht

Inhaltsverzeichnis

	Verzeichnisse	I
I	Einleitung	1
II	Material und Methoden	3
III	Stickstoffbilanz	21
IV	Phosphor- und Kaliumbilanz	35
V	Humusbilanzierung	45
VI	Energiebilanz	51
VII	Futterautarkie	61
VIII	Treibhausgase und „carbon credits“	75
IX	Biodiversität	87
X	Ökonomie	97
XI	Weitere Beratungsinstrumente	105
XII	Zusammenfassende Bewertung	111
XIII	Schlussfolgerungen und Ausblick	115
	Anhang I: Literaturverzeichnis	119
	Anhang II: Kontakte und Seminare	125
	Anhang III: Betrieblicher Musterbericht	129
	Anhang IV: Muster zur Stallbilanz schweine- haltender Betriebe	141
	Anhang V: CONVIS-Musterdüngplan	143

Liste der Abkürzungen

Abb.	Abbildung
AF	Ackerfläche
Akh	Arbeitskraft
BG-Strom	Biogas-Strom
BG-Wärme	Biogas-Wärme
BIO80	Projekt zur Charakterisierung und Verbesserung der biologischen Effizienz landwirtschaftlicher Produktionsprozesse
CAL-Methode	Kalziumlaktat
Ca	Kalzium
CH ₄	Methan
CO ₂	Kohlendioxid
CO ₂ -Äq.	Kohlendioxidäquivalente
DB	Deckungsbeitrag
DE	Düngereinheit
DP	Düngeplan
Dü	Dünger
ENB	Energie- und Nährstoffbilanz
EUR	Euro
EU-VO	Verordnung der europäischen Union
EWR	Ernte- und Wurzelrückstände
FE	Fossilenergie
FF	Futterfläche
Fu	Futter
FR	Fleischrinder
GE	Biogene Energie der landwirtschaftlichen Produkte
GJ	Gigajoule
GVE	Großvieheinheiten
HE	Humuseinheit
KAS	Kalkammonsalpeter
KF	Kraftfutter
Kmin	Mineralische K-Düngung
K-org	K-Saldo ohne mineralische Düngung
K ₂ O oder K	Kalium
LKS	Lieschkolbensilage

LN	Landwirtschaftliche Nutzfläche
MBR	Maschinen- und Beratungsring
MiB	Milchviehbetriebe mit Bullenmast aber ohne Mutterkühe
minDü	Mineralische Dünger
Mix-alle	Gemischtbetriebe aus Milchvieh- und Fleischrinderproduktion
Mix1	Wie Mix-alle aber mit überwiegender Milchviehproduktion
Mix2	Wie Mix-alle aber mit ausgeglichenem Verhältnis Milchvieh/Fleischrinder
Mix3	Wie Mix-alle aber mit überwiegender Mastbullenproduktion
Mg	Magnesium
N	Stickstoff
NEB	Für NEBplus: Beratungsprojekt zur Verbesserung der biologischen Effizienz der landwirtschaftlichen Betriebe und Entwicklung wichtiger, praxisorientierter Kriterien zur Bewertung der ökologischen und sozioökonomischen Nachhaltigkeit
NH ₃	Ammoniak
N ₂ O	Lachgas
NO ₃ ⁻	Nitrat
N-org-Vieh	Organischer Stickstoff aus den Düngeeinheiten Vieh
o. MD	Ohne mineralische Düngung
OS	Organische Substanz des Bodens
Pmin	Mineralische P-Düngung
P-org	P-Saldo ohne mineralische Düngung
PP	Pflanzliche Produkte
P ₂ O ₅ oder P	Phosphor
PSM	Pflanzenschutzmittel
RP	Rohprotein, Eiweiß
S	Schwefel (Kap. 11); Gemischtbetriebe mit Schweinehaltung (andere Kap.)
Se-Ro-Dünger	Sekundärrohstoffdünger
SMPW	Schmierstoffe, Medikamente für Vieh, Plastik für Silo, Wasser
T	Tierverkauf
Tab.	Tabelle
TS	Trockensubstanz
UCL	Université Catholique de Louvain
VDLUFA	Verband der deutschen landwirtschaftlichen Untersuchungs- und Forschungsanstalten
VG-Humus	Humus-Versorgungsgrad (%)
VEM	Voedereenhed Melk (Einheit der Futterenergie)
XP	Rohprotein
bzgl.	bezüglich
bzw.	beziehungsweise
d.h.	das heißt

Liste der Abkürzungen

dt	Dezitonne
g	Gramm
ha	Hektar
kg	Kilogramm
kVEM	Kilo Voedereenhed Melk
l	Liter
mg	Milligramm
min	mineralisch
t	Tonne
o.m.D	ohne mineralische Düngung
vgl.	vergleiche
%	Prozent

Verzeichnis der Abbildungen

Abb. 2.1	Bewirtschaftete Flächen in ha je Beratungsbetrieb	4
Abb. 2.2	Bewirtschaftete Dauergrünlandflächen in ha je Beratungsbetrieb	4
Abb. 2.3	Bewirtschaftete Feldfutterflächen in ha je Beratungsbetrieb	5
Abb. 2.4	Bewirtschaftete Ackerflächen in ha je Beratungsbetrieb	5
Abb. 2.5	Anteil (%) der Futterfläche an der LN der Beratungsbetriebe	6
Abb. 2.6	Anteil (%) des Grünlandes an der Futterfläche der Beratungsbetriebe	6
Abb. 2.7	Anteil (%) der Silomaisfläche an der Futterfläche der Beratungsbetriebe	6
Abb. 2.8	Anteil (%) der Getreideflächen an der Futterfläche der Beratungsbetriebe	6
Abb. 2.9	Großvieheinheiten je ha LN	7
Abb. 2.10	Großvieheinheiten je ha Futterfläche	7
Abb. 2.11	Produzierte Liter Milch je GVE/ha FF und Beratungsbetrieb	9
Abb. 2.12	Produzierte Liter Milch je ha Futterfläche	10
Abb. 2.13	Produzierte Liter Milch je ha LN	10
Abb. 2.14	Milchquote in kg je Beratungsbetrieb	10
Abb. 2.15	Produzierte Liter pro Kuh und Betrieb	10
Abb. 2.16	Arbeitskraftbesatz je Beratungsbetrieb	11
Abb. 2.17	Bewirtschaftete LN in ha je Arbeitskraft	11
Abb. 2.18	Alter der Betriebsleiter	11
Abb. 2.19	Schema der Hoftorbilanz	13
Abb. 2.20	Moduleinteilung der Treibhausgasemissionen mit Unterbereichen	19
Abb. 3.1	Durchschnittliche N-Bilanz der NEB-Betriebe	22
Abb. 3.2	Beziehung zwischen N-Saldo und Futteraufnahmen bzw. Futterzukauf	25
Abb. 3.3	Beziehung zwischen N-Saldo und Eigenproduktion bzw. Futterautarkie	26
Abb. 3.4a	Beziehung zwischen N-Saldo und Humusbilanz	27
Abb. 3.4b	Beziehung zwischen N-Saldo und Humusversorgungsgrad	27
Abb. 3.5a	Beziehung zwischen N-Saldo und KAS-Preis	28
Abb. 3.5b	Beziehung zwischen mineralischem N-Zukauf und KAS-Preis	28
Abb. 3.6	Verlauf von N-Output und N-Input im Vergleich	28
Abb. 4.1a	Durchschnittliche P-Bilanz der NEB-Betriebe	35
Abb. 4.1b	Durchschnittliche K-Bilanz der NEB-Betriebe	35

Abb. 4.2	Beziehung zwischen P- und K-Saldo bzw. P- und K-Düngung und Bodengehalt	41
Abb. 4.3	Beziehung zwischen P- und K-Gehalt im Gras bzw. im Mais und Bodengehalt	43
Abb. 5.1	Durchschnittliche Humusbilanz der NEB-Betriebe (n = 59)	45
Abb. 5.2	Beziehung zwischen Viehbesatz und Humusbilanz	47
Abb. 5.3	Beziehung zwischen Viehbesatz und organische Düngung im Humushaushalt	47
Abb. 5.4	Beziehung zw. Viehbesatz und Stroh- bzw. Gründüngung im Humushaushalt	47
Abb. 6.1	Durchschnittliche Energiebilanz der NEB-Betriebe	51
Abb. 6.2	Entwicklung der Erzeugung regenerativer Energien in GJ/ha	54
Abb. 6.3	Simulierte Darstellung vom Zusammenhang zwischen Energiebilanz und Viehbesatz bzw. Futterflächenanteil für vier verschiedene FF%-Stufen	56
Abb. 6.4a	Dauergrünlandanteil und Energie-Output der NEB-Betriebe, geordnet nach dem Parameter Energie-Input in l Diesel/ha	57
Abb. 6.4b	Trenddarstellung der Daten aus Abb. 6.4a	57
Abb. 6.5	Simulierte Darstellung vom Zusammenhang zwischen Energieinput in l Diesel/ha und Dauergrünlandanteil für drei ausgewählte Outputstufen (ohne Extremwerte)	58
Abb. 6.6	Reelle Darstellung vom Zusammenhang zwischen Energieinput bzw. -output in l Diesel/ha und Dauergrünlandanteil (ohne Extremwerte)	59
Abb. 7.1	Durchschnittliche Futterautarkie der Betriebe nach Produktionsausrichtung	64
Abb. 7.2	Zusammenhang zwischen Autarkie an TS, Energie bzw. Eiweiß und Milchleistung pro Kuh und Jahr	65
Abb. 7.3	Graphische Darstellung der Zusammenhänge zwischen strukturellen Betriebskennzahlen und den vier relevanten Futterautarkieparametern für den Bereich Rohprotein	66
Abb. 7.4	Graphische Darstellung der Zusammenhänge zwischen strukturellen Betriebskennzahlen und den vier relevanten Futterautarkieparametern für den Bereich Energie	67
Abb. 7.5	Graphische Darstellung der Zusammenhänge zwischen strukturellen Betriebskennzahlen und den vier relevanten Futterautarkieparametern für den Bereich Trockensubstanz	68
Abb. 7.6	Zusammenhang zwischen Zukauf bzw. Autarkie an RS, Energie und Eiweiß und Deckungsbeitrag in EUR/ha (n = 11)	69
Abb. 7.7	Zusammenhang zwischen regionalem Ertrag an TS/ha und Viehbesatz	70
Abb. 8.1	Zusammenhang zwischen Treibhausgasemissionen und Viehbesatz	80

Abb. 8.2	Zusammenhang zwischen Treibhausgasemissionen und Betriebsgröße in ha	81
Abb. 8.3	Zusammenhang zwischen Treibhausgasemissionen und N-Saldo	82
Abb. 8.4	Zusammenhang zwischen Treibhausgasemissionen und Energiegewinn	83
Abb. 8.5	Zusammenhang zwischen Treibhausgasemissionen und Deckungsbeitrag	84
Abb. 9.1	Anbauverhältnis der NEB-Betriebe	88
Abb. 9.2	Anbauverhältnis der Getreidearten der NEB-Betriebe	88
Abb. 9.3	Schematische Darstellung der Biodiversitätserhebung auf Grünlandparzellen	91
Abb. 9.4	Aufnahmeformular für die Biodiversitätserhebung auf Grünlandparzellen	92
Abb. 9.5	Verteilung der Parzellen nach mittlerer vorgefundener Artenzahl	93
Abb. 9.6	Zusammenhang zw. mittlerer bzw. einfacher Artenzahl der Betriebe und mineralischer Düngung, organischer Düngung sowie N-Ausscheidung der Weidetiere	94
Abb. 9.7	Zusammenhang zwischen N-Ausscheidung der Weidetiere und mineralischer bzw. organischer Düngung der Betriebe	95
Abb. 10.1	N-Kosten pro ha als Funktion vom %-Anteil N-Input aus Dünger. (n = 95)	99
Abb. 10.2	Herleitung von Produktionsfunktionen zur finanziellen Bewertung von unterschiedlichen Intensitätsstufen beim N-Input	101
Abb. 10.3	Gewinn pro ha als Funktion vom N-Input (n = 95; $r^2 = 0,19$)	102
Abb. 10.4	Gewinn pro Akh und ha der NEB-Betriebe (n = 51; $r^2 = 0,009$)	102
Abb. 10.5	Gewinn pro Akh als Funktion vom N-Saldo (n = 51)	103
Abb. 10.6	Gewinn pro ha als Funktion vom N-Saldo/ha (n = 51)	103
Abb. 10.7	Simulierter Zusammenhang vom betriebswirtschaftlichen Gewinn/ha als Funktion vom Gewinn/Akh für drei ausgewählte GVE Stufen (r^2 multiple = 0,70; n = 51)	103
Abb. 11.1	Zusammenhang zwischen Bilanzsaldo bzw. Düngung und pH- bzw. Mg-Bodengehalt nach Region	106
Abb. 11.2a	Zusammenhang zwischen Höhe des S-Inputs und Rapsanteil an der LN	108
Abb. 11.2b	Zusammenhang zwischen Höhe des S-Outputs und Rapsanteil an der LN	108
Abb. 11.3	Schema der Stallbilanz für schweinehaltende Betriebe	109

Verzeichnis der Tabellen

Tab. 2.1	Anzahl der Betriebe, welche am NEB-Projekt teilgenommen haben	3
Tab. 2.2	Flächenstatistik der NEB-Betriebe	4
Tab. 2.3	Viehbesatzdichte der NEB-Betriebe	6
Tab. 2.4	Verteilung der NEB-Betriebe nach Produktionsausrichtung	8
Tab. 2.5	Kennzahlen der Milchproduzierenden NEB-Betriebe	8
Tab. 2.6	Zielintervalle der P- und K-Bilanzen abhängig vom Bodengehalt	14
Tab. 2.7	Zielwerte für die Fossilenergiebilanz	15
Tab. 3.1	Kennzahlen der N-Bilanz der NEB-Betriebe und Mittelwert Bio80	22
Tab. 3.2	Entwicklung der N-Bilanz der NEB-Betriebe	22
Tab. 3.3	Stofffluss des N-Inputs (MW 2001-2005)	23
Tab. 3.4	Stofffluss des N-Outputs (MW 2001-2005)	23
Tab. 3.5a	Durchschnittliche N-Bilanz der Betriebsgruppen nach Höhe des N-Saldos	24
Tab. 3.5b	Kennzahlen der Betriebsgruppen nach Höhe des N-Saldos	24
Tab. 3.6	Durchschnittliche N-Bilanz der Betriebsgruppen nach Produktionsausrichtung	29
Tab. 3.7a	Durchschnittliche N-Bilanz der Betriebsgruppen nach Region	30
Tab. 3.7b	N-Kennzahlen der Betriebsgruppen nach Region	30
Tab. 3.8a	Gesamtinput der NEB-Betriebe mit Schätzgrößen	30
Tab. 3.8b	Gesamtoutput der NEB-Betriebe mit Schätzgrößen	31
Tab. 4.1a	Kennzahlen der P-Bilanz der NEB-Betriebe und Mittelwert Bio80	36
Tab. 4.1b	Kennzahlen der K-Bilanz der NEB-Betriebe und Mittelwert Bio80	36
Tab. 4.2a	Entwicklung der P-Bilanz der NEB-Betriebe	37
Tab. 4.2b	Entwicklung der K-Bilanz der NEB-Betriebe	37
Tab. 4.3a	Stofffluss des P- und K-Inputs	38
Tab. 4.3b	Stofffluss des P- und K-Outputs	38
Tab. 4.4a	Durchschnittliche P-Bilanz der Betriebsgruppen nach Höhe des P-Saldos	39
Tab. 4.4b	Durchschnittliche K-Bilanz der Betriebsgruppen nach Höhe des K-Saldos	39
Tab. 4.5a	Kennzahlen der Betriebsgruppen nach Höhe des P-Saldos	39
Tab. 4.5b	Kennzahlen der Betriebsgruppen nach Höhe des K-Saldos	39
Tab. 4.6a	Durchschnittliche P-Bilanz der Betriebsgruppen nach Region	40
Tab. 4.6b	P-Kennzahlen der Betriebsgruppen nach Region	40

Tab. 4.7a	Durchschnittliche K-Bilanz der Betriebsgruppen nach Region	40
Tab. 4.7b	K-Kennzahlen der Betriebsgruppen nach Region	40
Tab. 4.8	Entwicklung der Bodengehalte von CONVIS-Betrieben (n = 87)	42
Tab. 4.9	Verteilung der P- und K-Analysen vom Gras nach Gehaltsstufen (L'analyse d'herbe, 1999)	43
Tab. 5.1	Entwicklung der Humusbilanz der CONVIS-Betriebe (n = 59)	46
Tab. 5.2	Statistik der Humusbilanz der CONVIS-Betriebe (n = 59)	46
Tab. 5.3	Humusbilanz der CONVIS-Betriebe nach Region	48
Tab. 6.1a	Kennzahlen der Energie-Bilanz der NEB-Betriebe und Mittelwert Bio80	52
Tab. 6.1b	Entwicklung der Energie-Bilanz der NEB-Betriebe	52
Tab. 6.2a	Stofffluss des Energie-Inputs	52
Tab. 6.2b	Stofffluss des Energie-Outputs	53
Tab. 6.3a	Durchschnittliche Energie-Bilanz der Betriebsgruppen nach Höhe des Energie-Saldos	53
Tab. 6.3b	Kennzahlen der Betriebsgruppen nach Höhe des Energie-Saldos	53
Tab. 6.4	Erzeugung regenerativer Energien als % des Outputs (Jahre 2001-2005)	54
Tab. 6.5a	Durchschnittliche Energie-Bilanzen der Betriebsgruppen nach Produktionsausrichtung	55
Tab. 6.5b	Kennzahlen der Betriebsgruppen nach Produktionsausrichtung	55
Tab. 7.1	Durchschnitt und Statistik der Futterautarkie der NEB-Betriebe für die Parameter TS, Energie und Eiweiß	62
Tab. 7.2	Entwicklung der Futterautarkie der NEB-Betriebe für die Parameter TS, Energie und Eiweiß	62
Tab. 7.3	Vergleich zwischen theoretisch berechnetem und realisiertem Ertrag an TS, Energie und Eiweiß der NEB-Betriebe	62
Tab. 7.4	Durchschnittliche Futterautarkiezahlen der Betriebsgruppen nach Höhe der Selbstversorgung mit TS, Energie und Eiweiß	63
Tab. 7.5	Kennzahlen der Betriebsgruppen nach Höhe der Selbstversorgung mit TS, Energie und Eiweiß	63
Tab. 7.6	Futterautarkie der Betriebe nach Produktionsausrichtung relativ zum Durchschnitt aller Betriebe	64
Tab. 7.7	Bedarf, Zukauf und Eigenerzeugung an Futter der Betriebe nach Produktionsausrichtung	64

Tab. 7.8	Erzeugte Trockensubstanz und Viehbesatz der Betriebe nach Region	70
Tab. 7.9	Durchschnittliche berechnete Trockensubstanzerträge von Dauergrünland in dt/ha nach Futterbilanz und Messung des Maissiloertrages (n = 24)	71
Tab. 7.10	Vergleich zwischen berechneten und gemessenen Grünlanderträgen in dt TS/ha auf sechs Betrieben (Durchschnitt der Jahre 2001 bis 2005)	71
Tab. 7.11	Durchschnittliche landesweite Autarkie an Energie und Eiweiß für Luxemburg, nach Daten vom SER	72
Tab. 8.1	Durchschnittliche Emissionen der ausgewerteten Betriebe mit ENP und DP (Mittel der Jahre 2002-2005, n = 68)	76
Tab. 8.2	Statistik der Treibhausemissionen der ausgewerteten Betriebe (n = 68)	76
Tab. 8.3	Entwicklung der Treibhausemissionen der ausgewerteten Betriebe (n = 68)	77
Tab. 8.4	Entwicklung der Emissionen von einzelnen Gasen der ausgewerteten Betriebe (n = 68)	77
Tab. 8.5	Durchschnittliche „carbon credits“ der ausgewerteten Betriebe mit ENP und DP (Mittel der Jahre 2002-2005, n = 68)	78
Tab. 8.6	Entwicklung der „carbon credits“ der ausgewerteten Betriebe (n = 68)	78
Tab. 8.7a	Treibhausgasemissionen der Betriebsgruppen nach Höhe des Ausstoßes	79
Tab. 8.7b	Kennzahlen der Betriebsgruppen nach Höhe des Ausstoßes	79
Tab. 8.8a	Treibhausgasemissionen der Betriebe nach Region	79
Tab. 8.8b	Kennzahlen der Betriebsgruppen mit Treibhausgasemissionen nach Region	79
Tab. 9.1a	Statistik der Anbaudiversität auf den Ackerflächen der NEB-Betriebe	89
Tab. 9.1b	Entwicklung der Diversitätsindizes während der Projektjahre	89
Tab. 9.2	Mittlere und einfache Artenzahlen der analysierten Grünlandparzellen	93
Tab. 9.3	Mittlere und einfache Artenzahlen der Grünlandparzellen nach Region	93
Tab. 11.1	Durchschnittliche Hoftorbilanz für S, Ca, Mg der CONVIS-Betriebe (Mittel der Jahre 2000-2004, n = 193)	105
Tab. 11.2a	Stofffluss des Inputs für S, Ca, Mg	105
Tab. 11.2b	Stofffluss des Outputs für S, Ca, Mg	105
Tab. 11.3	Bodengehalte an pH, Mg und OS sowie Ca- und Mg-Düngung nach Region	106
Tab. 11.4	Durchschnittliche Ca-Salden (kg/ha) nach Region im Vergleich zu den Auswaschungsverlusten an Ca aus der Literatur	107
Tab. 11.5	Durchschnittliche Mg-Salden (kg/ha) nach Region im Vergleich zu den Auswaschungsverlusten an Mg aus der Literatur	107
Tab. 11.6	Durchschnittliche S-Salden (kg/ha) nach Region im Vergleich zu den	

	Auswaschungsverlusten an S aus der Literatur	107
Tab. 11.7	Input, Output und Saldo am Hoftor in kg/ha für S der Betriebe mit und ohne Rapsanbau	107
Tab. 12.1	Vergleich zwischen den Verbesserungspotentialen im BIO80 und im NEB-Projekt	111
Tab. 12.2	Realisierte Verbesserungen im NEB-Projekt (Diff. BIO80-NEB) im Vergleich zum BIO80-Projekt, absolut und relativ	112
Tab. 12.3	Durch das NEB-Projekt realisierte Einsparungen an CO ₂ -Emissionen und in EUR/ha sowie Hochrechnung für ganz Luxemburg	112
Tab. 12.4	Vergleich zwischen den im Projekt realisierten Verbesserungen und den Kosten des Projektes in EUR pro Betrieb	113
Tab. 12.5	Simulation des Einflusses auf den Deckungsbeitrag von Umweltverbesserungen in den Bereichen N-Bilanz, Eiweiß-Autarkie und CO ₂ -Emissionen	114

I Einleitung

Die langjährige Erfahrung des CONVIS-Beraterteams im Umgang mit Nährstoff- und Energiebilanzen sowie das im Sommer 2002 abgeschlossene Projekt zur „Charakterisierung und Verbesserung der biologischen Effizienz landwirtschaftlicher Produktionsprozesse“ (**BIO 80**) haben einen tiefreichenden Einblick und somit erstmals eine pragmatische, auf breiter Basis und unter praxisüblichen Umständen erstellte Bewertung des Impaktes der luxemburgischen Landwirtschaft auf die Umwelt ermöglicht. So konnte das Einsparungspotential an Ressourcen quantifiziert und auf fakultativer Basis eine ökonomische Analyse durchgeführt werden. Als Gesamtergebnis konnten die management- und strukturbedingten Probleme der Landwirtschaft im Spannungsfeld zwischen Ökonomie und Ökologie hervorgehoben werden.

Um die Umwelteinflüsse der landwirtschaftlichen Produktionsprozesse zu charakterisieren und gegebenenfalls zu minimieren, sind vom CONVIS-Beraterteam eine Reihe von Instrumenten wie Nährstoff- und Energiebilanzen, Humusbilanzen, Düngeplanung und Futterberatung entwickelt und mit Erfolg angewendet worden. Im Bewusstsein, dass die Herausforderungen eines immer komplexer werdenden landwirtschaftlichen Produktionsumfeldes quantitativ und qualitativ größer werden, war man sich bei CONVIS einig, dass weitere Anstrengungen zur Erforschung der Ursachen und der Zusammenhänge der erwähnten Umwelteinflüsse unternommen werden mussten. Aus diesen Gründen wurden weitere neue Beratungsinstrumente ins Auge gefasst, die eine Antwort auf mittlerweile sich aufdringlich stellende Fragen ermöglichen sollten. Diese Instrumente bzw. Beratungsfelder sind:

- **Die Futterautarkie.** Ist eine Nährstoffbilanz gekoppelt mit der Düngeplanung ein wertvolles Instrument zur Ausschöpfung aller im Betrieb vorhandener Einsparpotentiale an Importdüngemitteln, so ist die Futterautarkie gekoppelt mit der Futterberatung das entsprechende Instrument im Futtermittelbereich. Die Entwicklung und die Anwendung dieses Instrumentes im neuen NEB-Projekt sollte außerdem Aufschluss auf die technischen und ökonomischen Möglichkeiten zur Steigerung des Selbstversorgungsgrades der Betriebe mit Futtermitteln geben.
- **Die CO₂-Bilanz.** Vor dem Hintergrund der Anstrengungen zur Reduzierung der Emissionen von Treibhausgasen, die im Kioto-Protokoll verankert sind, stellt sich erstmals die Frage nach einer Quantifizierung des Beitrages der Landwirtschaft zum Ausstoß klimaschädigender Spurengase sowie ihres möglichen Beitrags zu deren Reduzierung bzw. Eindämmung. Über eine CO₂-Bilanz können die Umweltbelastungen und die Umweltleistungen der Betriebe auf diesem sensiblen Feld beschrieben werden. Dies bildet die Voraussetzung zur Ergreifung geeigneter Maßnahmen für die Verbesserung der CO₂-Bilanz nicht nur auf betrieblicher sondern auch auf nationaler Ebene.

- ***Die Biodiversität.*** Der Anstieg des Silomaisanbaus sowie die Reduzierung der Fruchtfolgen auf nur wenige Kulturen bzw. Sorten haben nicht nur zu erheblichen Problemen im Bereich der Bodenerosion und der Bodenfruchtbarkeit geführt, sondern haben auch eine Erosion der biotischen und genetischen Ressourcen im Bereich des Ackerbaus bewirkt. Auf vielen Grünlandstandorten hat die intensive Schnitt- und Weidenutzung ebenso eine Artenverarmung verursacht. Mittels geeigneter Indikatoren soll der Ist-Zustand beschrieben werden und ggf. Handlungsempfehlungen zur Behebung von Missständen auf diesem Gebiet abgeleitet werden.
- ***Ökonomische Zusammenhänge.*** Alle genannten Bereiche können auf Verbesserungspotentiale der Landwirtschaft hinweisen. Ob diese Potentiale auch erschöpft werden können, hängt neben dem Willen des Landwirts und der verfügbaren Technik auch von den Wirtschaftsbedingungen ab. Eine Quantifizierung der Kosten der Umweltverbesserung von relevanten Umweltbereichen wie N-Bilanz, Futterautarkie oder CO₂-Bilanz stellt eine notwendige Ergänzung zur Beratungstätigkeit dar. Die Daraus gewonnenen Kenntnisse dienen nicht nur der Beratung sondern auch der Politik und der Gesellschaft als Basisinformation zur Entscheidungsfindung im Agrar-Umweltbereich.

Die oben beschriebenen Punkte bildeten den Ausgangspunkt zu einem neuen **„NEBplus-Beratungsprojekt zur Verbesserung der biologischen Effizienz der landwirtschaftlichen Betriebe und Entwicklung wichtiger, praxisorientierter Kriterien zur Bewertung der ökologischen und sozioökonomischen Nachhaltigkeit“** (im Folgenden: **NEB-Projekt**). Das Projekt wurde in der Zeit vom 1.07.2002 bis zum 31.12.2007 durchgeführt und zu 80% vom Luxemburger Staat gefördert.

Der hier vorliegende Abschlußbericht zeigt die wesentlichen Resultate der während der Projektdauer getätigten Beratungsarbeit auf den Gebieten der Nährstoff- und Energiebilanzierung sowie der oben beschriebenen neuen Beratungsfelder. Diskutiert werden nicht nur die Ergebnisse sondern auch die Möglichkeit, die gesetzten Umweltziele unter den herrschenden Rahmenbedingungen zu erreichen. Schließlich mündet eine Gesamtbewertung der Ergebnisse in die Überlegungen für die Prioritätensetzung der landwirtschaftlichen Beratung in der Zukunft.

II Material und Methoden

1. Material: Die ausgewerteten NEB-Betriebe

1.1 Einleitung/Vorbemerkung

Am NEB-Projekt haben jährlich im Schnitt 98 Betriebe teilgenommen, mit einem Minimum von 87 und einem Maximum von 106 Betrieben pro Jahr (Tab. 2.1). Aufgrund der Tatsache dass die Anzahl der Betriebe im ersten Jahr auch den geringsten Stand der 5,5 Jahre Laufzeit erreicht hat, und da die Anzahl der teilnehmenden Betriebe eine gewisse Fluktuation im Laufe des Projektes erfahren hat, beschränken sich die hier vorgelegten Auswertungen, wenn nichts anders bemerkt, auf die **70 NEB-Betriebe**, die während der gesamten Zeit von Juli 2002 bis Dezember 2007 am Projekt teilgenommen haben. Es ist ohnehin notwendig, zwecks einer hohen statistischen Datenqualität ein über die Jahre hinweg konstanter Datenpool auszuwerten.

Jahr	Anzahl Betriebe	Abgänge	Neuzugänge
2002	87	-	87
2003	101	-	14
2004	106	-	5
2005	106	-5	3
2006	95	-11	2
2007	92	-3	-
MW	98	-	-

Tab. 2.1: Anzahl der Betriebe, welche am NEB-Projekt teilgenommen haben

Ausnahme zu diesem 70^{er} NEB-Datenpool mussten in den Kapitel Humusbilanzierung und Treibhausgasemissionen gemacht werden, da für diese Bereiche auch das Vorhandensein eines von der CONVIS-Beratung erstellten Düngeplans notwendig ist (wie bekannt, haben nicht alle NEB-Betriebe einen CONVIS-Düngeplan). Im Bereich Biodiversität konnte für den Bereich Acker auf den 70^{er} NEB-Datenpool zurückgegriffen werden, im Bereich Grünland wurden die Erhebungen und die entsprechenden Auswertungen nur für ausgewählte Betriebe gemacht. Schließlich im Bereich der Ökonomie, da die Erhebungen auf freiwilliger Basis stattfanden, musste auf einen kleineren Betriebspool zurückgegriffen werden. Die von den 70 NEB-Betrieben abweichend ausgewertete Betriebszahl wird im jeweiligen Kapitel ausdrücklich genannt.

1.2 Die Flächen der NEB-Betriebe

Im Durchschnitt der Jahre 2002 bis 2007 haben die 70 NEB-Betriebe jährlich 119,64 ha bewirtschaftet (Tab. 2.2). Verglichen mit der durchschnittlichen Flächenausstattung der landwirtschaftlichen Betriebe in Luxemburg, welche im Schnitt 61,6 ha bewirtschaften (STATEC 2006), haben die NEB-Betriebe eine doppelt so große Fläche. Schon dies macht deutlich, dass die ausgewerteten Betriebe in puncto Leistungsfähigkeit gegenüber dem Landesdurchschnitt besonders herausragen. Die Entwicklung der LN der Betriebe im Laufe des Projektes hat zu einer stetigen Steigerung der Betriebsgröße geführt, was die Wachstumsbereitschaft der Betriebe unterstreicht.

	2001	2002	2003	2004	2005	MW 01-05
LN/Betrieb (ha)	115,36	118,65	119,79	121,35	123,03	119,64
Acker/Betrieb (ha)	57,58	60,95	61,68	61,19	59,65	60,21
Acker (% der LN)	49,9%	51,4%	51,5%	50,4%	48,5%	50,3%
DGL/Betrieb (ha)	57,73	57,47	58,05	60,05	63,15	59,29
DGL (% der LN)	50,0%	48,4%	48,5%	49,5%	51,3%	49,6%
FF/Betrieb (ha)	91,78	92,31	91,09	96,20	94,54	93,18
FF/Betr. (% der LN)	79,6%	77,8%	76,0%	79,3%	76,8%	77,9%
Marktf Fruchtfläche (ha)	23,58	26,34	28,70	25,15	28,49	26,45
Marktf Fruchtfläche (% der LN)	20,4%	22,2%	24,0%	20,7%	23,2%	22,1%

Tab. 2.2: Flächenstatistik der NEB-Betriebe

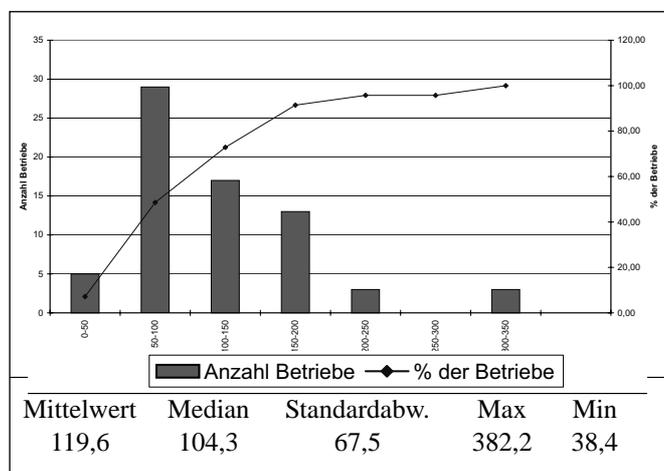


Abb. 2.1: Bewirtschaftete Flächen in ha je Beratungsbetrieb

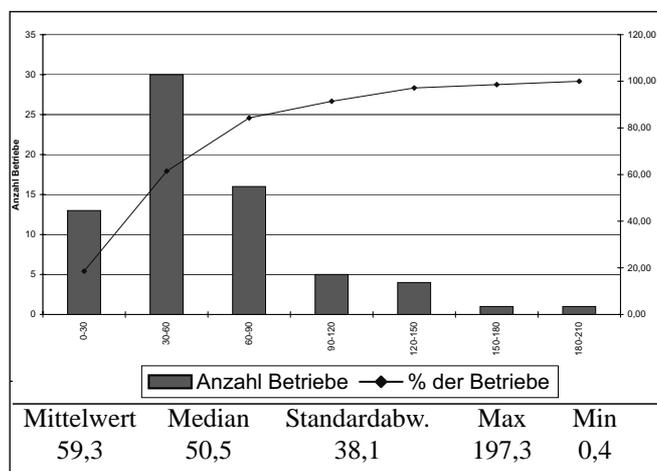


Abb. 2.2: Bewirtschaftete Dauergrünlandflächen in ha je Beratungsbetrieb

Ein Blick auf die Verteilung der Betriebe nach bewirtschafteter Fläche (Abb. 2.1) ergibt, dass die am meisten vertretene Klasse die zwischen 50 und 100 ha ist. Die Zahl der Betriebe mit einer Flächengröße von mehr als 200 ha ist zwar noch gering, aber die Zahl dieser Betriebe ist aufgrund von Fusionen während der Projektzeit gestiegen. Nicht weniger als 9 der hier ausgewerteten 70 Betriebe sind Fusionsbetriebe. Die Verteilung der Klassen nach Betriebsgröße ist im Fall von Dauergrünland (Abb. 2.2) und Feldfutter (Abb. 2.3) grundsätzlich verschieden. Die meisten Betriebe haben 30 bis 60 ha Dauergrünland, während beim

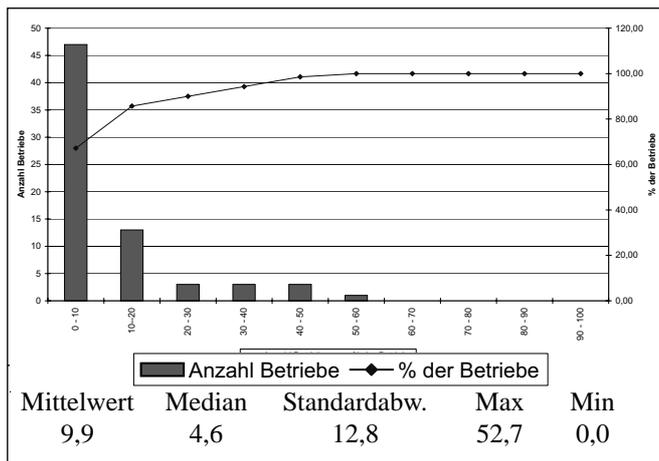


Abb. 2.3: Bewirtschaftete Feldfutterflächen in ha je Beratungsbetrieb

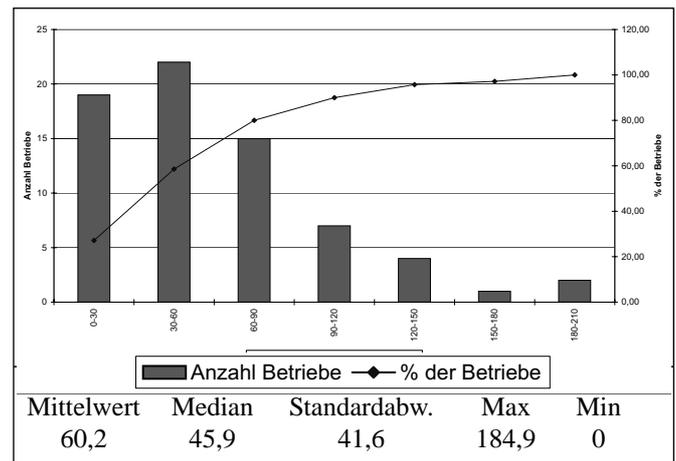


Abb. 2.4: Bewirtschaftete Ackerflächen in ha je Beratungsbetrieb

Feldfutter fast die Hälfte der Betriebe weniger als 10 ha Feldfutter bewirtschaftet. Letzteres erklärt sich dadurch, dass mit Ausnahme des Öslings nur wenig und immer seltener Feldfutter angebaut wird, und dies auch in Konsequenz der Bestimmungen des Agrargesetzes, das die Betriebe eher dazu bringt, langjähriges Feldfutter als Dauergrünland zu bewirtschaften. Der Bereich Ackerfläche (Abb.2.4) verhält sich fast parallel zum Dauergrünland: Die am meisten repräsentierte Klasse ist die mit einer Ackerflächen von 30 bis 60 ha. Die Tendenz geht in die Richtung einer Ausdehnung der Acker- zum Nachteil der Grünlandflächen, und dies sowohl weil die Ackerkulturen rentabler sind, als auch weil Milchvieh- und Mastbullenproduktion zunehmend mit Ackererzeugnissen (Silomais, Futtergetreide, Fertigmischfutter) betrieben werden. Es bleibt abzuwarten, ob und inwieweit die Bestimmungen des Agrargesetzes über den Erhalt des Dauergrünlandes auf Dauer diesen Trend aufhalten werden.

Eine besondere Aufmerksamkeit verdienen die Futterflächen der hier dargestellten NEB-Betriebe. Wie aus Abb.2.5 ersichtlich bewirtschaften 70% der Betriebe mehr als 80% der LN als Futterfläche, und die am meisten repräsentierten Klassen bei der Größenverteilung sind jene mit der höchsten Futterfläche. Dies erklärt sich mit dem Produktionsschwerpunkt der NEB-Betriebe, der eindeutig bei der Tierhaltung liegt, und macht auch deutlich, dass in der Betriebsökonomie dieser Betriebe (darüber wird im Kap. 10 ausführlich die Rede sein) die Marktfruchtflächen eine untergeordnete Rolle spielen. Beim Anteil der verschiedenen Futterpflanzen an der Futterfläche ist zu bemerken, dass das Grünland am häufigsten einen Anteil von 70 bis 80% an der Futterfläche hat (Abb. 2.6), während bei Silomais (Abb.2.7) meistens ein Anteil von 10 bis 20% und bei Getreide (Abb. 2.8) von 0 bis 10% vorhanden ist. Diese Zahlen heben einmal mehr die herausragende Rolle und Bedeutung des Dauergrünlandes für die Agrarlandschaft nicht nur der NEB-Betriebe sondern von ganz Luxemburg hervor.

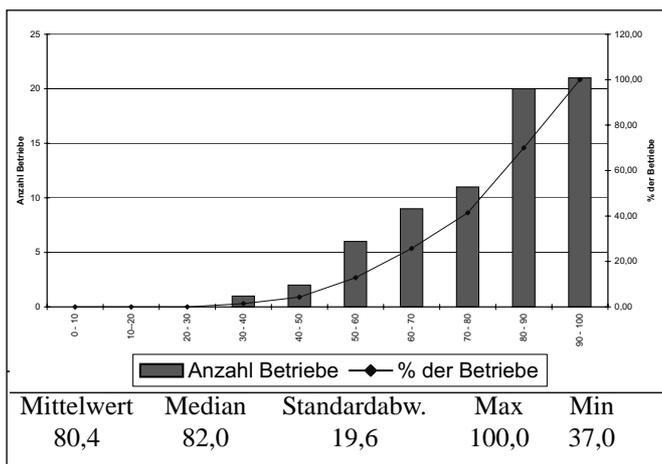


Abb. 2.5: Anteil (%) der Futterfläche an der LN der Beratungsbetriebe

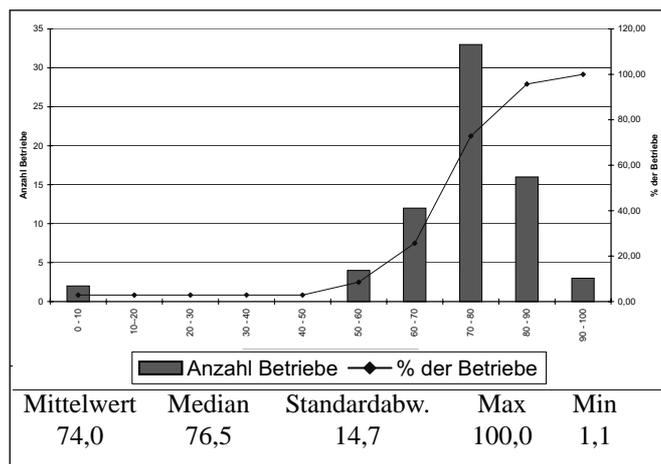


Abb. 2.6: Anteil (%) des Grünlandes an der Futterfläche der Beratungsbetriebe

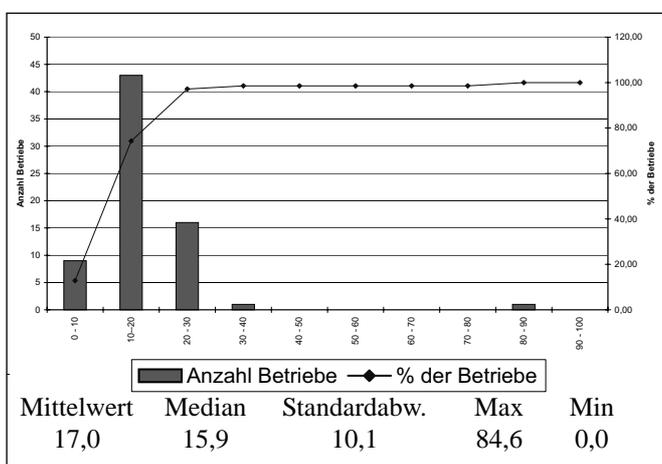


Abb. 2.7: Anteil (%) der Silomaisfläche an der Futterfläche der Beratungsbetriebe

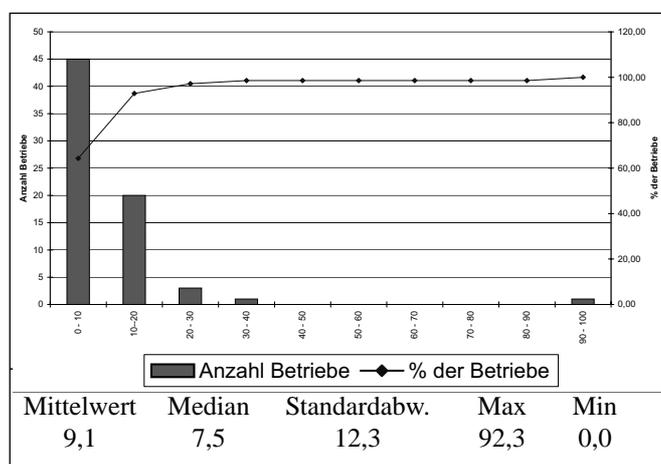


Abb. 2.8: Anteil (%) der Getreidefläche an der Futterfläche der Beratungsbetriebe

1.3 Der Viehbesatz und die Produktionsausrichtung der NEB-Betriebe

Der errechnete Schnitt für die Besatzdichte der NEB-Betriebe lag für den Zeitraum 2001- 2005 bei 1,58 GVE bzw. bei 1,22 DE (Tab. 2.3). Auch wenn es aus nationaler Sicht einen gewissen Abwärtstrend in puncto Viehzahlen gab, so konnte sich dieser Trend bei den NEB-Teilnehmerbetrieben vor allem in den drei letzten Projektjahren nicht mehr fortsetzen. Auch wenn es zu früh ist, allgemeingültige Schlüsse über die Weiterentwicklung der Viehbestände zu ziehen, so ist es nicht abwegig zu vermuten, dass aufgrund verbesserter Preise der Rückgang des Viehbestandes in Luxemburg entweder ganz gestoppt bzw. deutlich verlangsamt wird.

Viehbesatz	2001	2002	2003	2004	2005	MW 01-05
GVE/ha	1,61	1,56	1,57	1,58	1,59	1,58
DE/ha	1,25	1,19	1,22	1,22	1,21	1,22

Tab. 2.3: Viehbesatzdichte der NEB-Betriebe

Im Zusammenhang mit der Besatzdichte ist an dieser Stelle zu betonen, dass während des Projektzeitraums die CONVIS-Beratung an dem universell einsetzbaren Besatzdichteschlüssel 1 GVE = 500 kg LG festgehalten hat, da dieser Schlüssel sowohl in gleicher Weise für Rindvieh wie für Schweine anwendbar ist als auch wegen der Berechnung des Soll-Saldos der Stickstoffbilanz (siehe Abschnitt Methoden in diesem Kapitel). Dennoch, wegen der administrativen Anforderungen in diesem Bereich wird dieser Schlüssel ab der nächsten Saison durch den aktuellen Cross Compliance GVE-Schlüssel ersetzt. Bedingt durch die gewählte Vorgehensweise ist der im NEB-Projekt verwendete GVE-Schlüssel stets etwas höher als der reelle, administrative GVE Schlüssel. Um einen besseren Einblick in die Höhe der Viehbestände der Betriebe zu gewähren wird hier auch der DE-Besatz der Betriebe dargestellt (Tab. 2.3). In der Auswertung der Ergebnisse der Bilanzierung wird oft der DE- dem GVE-Besatz bevorzugt.

Was das Verhalten der verschiedenen Besatzdichten angeht, so hat man es stets mit einer Normalverteilung zu tun (Abb. 2.9 und 2. 10). Die mittleren Klassen des Viehbesatzes sowohl in Bezug auf die LN als auch auf die FF sind die am meisten repräsentierten und bewegen sich zwischen 1,0 und 2,0 GVE/ha LN bzw. zwischen 1,5 und 2,5 GVE/ha FF. Betriebe mit einem Viehbesatz über 3,0 GVE/ha LN bzw. 4,0 GVE/ha FF sind meistens viehintensive Betriebe, welche Gülleverträge zur Abgabe überschüssigen organischen Stickstoffs abgeschlossen haben.

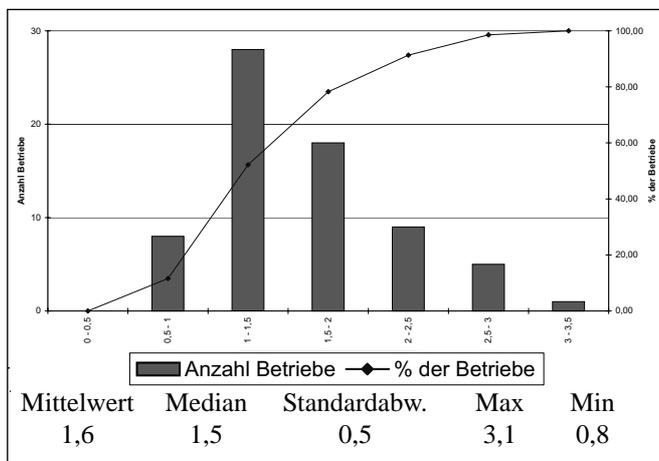


Abb. 2.9: Großvieheinheiten je ha LN

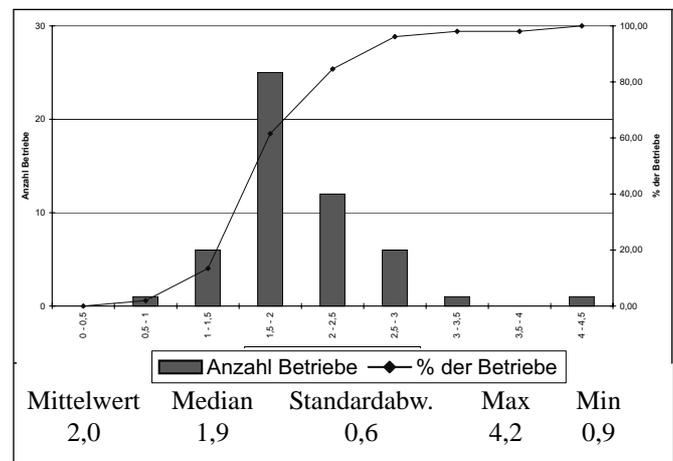


Abb. 2.10: Großvieheinheiten je ha Futterfläche

Schließlich gibt Tab. 2.4 Aufschluss auf die Verteilung der NEB-Betriebe nach Produktionsausrichtung. Nur auf fünf Betrieben findet keine Milchproduktion statt, die reinen Milchviehbetriebe bilden die größte Klasse sowohl von der Zahl als auch von der Fläche. Allerdings sind gerade die Milchviehbetriebe diejenigen Betriebe, welche den niedrigsten Viehbesatz aufweisen. Am entgegengesetzten Extrem befinden sich die reinen Fleischrinderbetriebe. Erwartungsgemäß weisen die Gemischtbetriebe mit Schweinehaltung die niedrigste Futterfläche auf. Diese Betriebe exportieren das Getreide und kaufen Fertigmischfutter, so dass weniger Futterfläche notwendig ist. Interessant ist auch der Sachverhalt, dass die reinen Fleischrinderbetriebe und die Gemischtbetriebe mit Schweinehaltung die entgegengesetzten Polen in der

code	Beschreibung	Anzahl n	Flächenanteil %	Futterfläche %	Viehbesatz GVE/ha	ha / Akh
FR	reine Fleischviehbetriebe	5	5,9	84,4	2,03	69,64
MiB	Gemischebetriebe mit Bullenmast und Milchproduktion ohne Mutterkühe	14	18,0	73,4	1,47	58,32
MiK	reine Milchviehbetriebe	18	19,9	73,9	1,14	57,47
Mix1	Gemischebetriebe mit überwiegender Milchproduktion	10	18,4	77,4	1,51	55,23
Mix2	Gemischbetriebe mit ausgewogenem Fleischrinder- Milchvieh-Verhältnis	9	11,2	91,7	1,85	60,70
Mix3	Gemischbetriebe mit überwiegender Bullenmast	6	13,4	86,6	1,86	57,83
S	Gemischbetriebe mit Schweinehaltung	8	13,3	67,3	1,84	44,78
SUMME		70	100,00	-		-

Tab. 2.4: Verteilung der NEB-Betriebe nach Produktionsausrichtung

Kennzahl ha/AKh bilden: Die ersten sind im Vergleich zu den letzten am extensivsten und benötigen somit deutlich weniger Arbeitskräfte als Betriebe, wo Schweinehaltung betrieben wird. Die Betriebe mit Milchviehproduktion befinden sich zwischen diesen beiden Extremen.

1.4 Die Kennzahlen der Milchproduktion der NEB-Betriebe

In der Luxemburgischen Landwirtschaft spielt bekanntlich die Milchviehproduktion eine entscheidende Rolle. Im Schnitt auf den NEB-Betrieben mit Milchviehhaltung (n = 54) wurde im Projektzeitraum eine Milchquote von 391.000, eine Milchleistung pro Kuh und Jahr von 7450 l und eine durchschnittliche Anzahl von 52 Milchkühen verzeichnet. Diese und andere Kennzahlen der Milchproduktion der NEB-Betriebe sowie deren Veränderung während der Projektjahre sind in Tab. 2.5 zu finden.

n = 54	2001	2002	2003	2004	2005	MW 01-05
Anzahl Milchkühe/Betr.	51	52	50	54	55	52
Verkaufte Milch/Betrieb (kg)	367.380	380.988	374.981	406.505	425.262	391.023
Verkaufte Milch/Kuh (kg)	7.189	7.307	7.447	7.589	7.697	7.450
Krafftutter/Kuh u. Tag (kg)	6,01	6,31	6,49	6,24	5,94	6,19
Krafftutter/ltr. Milch (kg)	0,305	0,315	0,318	0,300	0,282	0,303
Krafftutter/Betr. u. Jahr (dt)	1.120	1.201	1.194	1.221	1.199	1.187
Grundfutterleistung (kg)	2.806	2.701	2.706	3.031	3.358	2.928
Grundfutterleistung (%)	39%	37%	36%	40%	44%	39%

Tab. 2.5: Kennzahlen der milchproduzierenden NEB-Betriebe

Ein wirkungsvoller Maßstab zur Darstellung der Milchintensität ist die Kennzahl „produzierte Liter Milch je GVE“. Bei einem hohen Wert (z.B. 4.000 Liter bei 8.000 Liter Leistung, also ab 2 GVE) kann man in der Regel davon ausgehen, dass Fleischrinder und Jungvieh eine unbedeutende Rolle auf einem bestimmten Betrieb spielen. Je höher nämlich die Leistung pro GVE desto unwahrscheinlicher wird es, dass andere Rinder außer Milchvieh auf dem Betrieb in großem Umfang vorhanden sind. Ausgehend von einer durchschnittlichen Leistung von ca. 7.200 Liter im Schnitt der NEB-Betriebe und einem GVE Besatz von 1,7 GVE/ha errechnet sich ein mittlerer Wert von ca. 4.200 Liter/GVE. Die Auswertungen zeigen aber, dass nur einige wenige Betriebe (unter 10%) diesen Wert erreichen. Die große Masse (ca.65%) der Betriebe produziert nur max. 2000 l/GVE (Abb. 2.11). Daraus ergibt sich, dass die Fleischrinder einen nicht geringen Einfluss auf den Datenpool der Betriebe haben. Dies drückt sich unter anderem in der Tatsache aus, dass bei den hier ausgewerteten NEB-Betrieben nur ca. 20 % reine Milchviehbetriebe sind. Das sind vor allem die Betriebe am rechten Extrem der Graphik. Dagegen sind die Betriebe in der Klasse zwischen 1500 und 2000 l/GVE meistens Gemischtbetriebe mit Mutter- und Milchkühen.

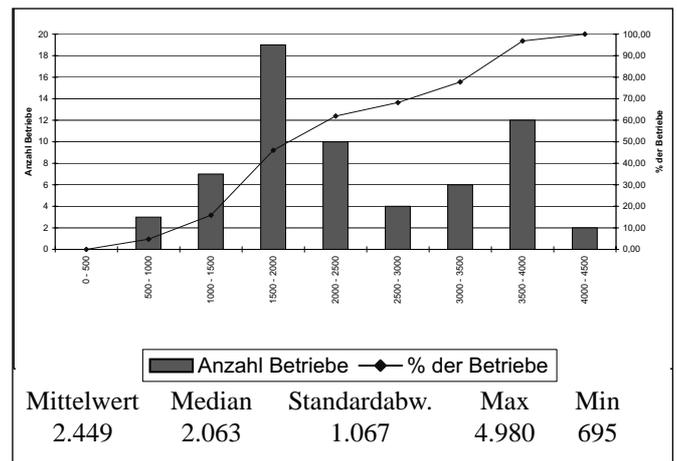


Abb. 2.11: Produzierte Liter Milch je GVE/ha FF und Beratungsbetrieb

Sehr ähnlich, wenn auch nicht so deutlich, kann man die angesprochene Spezialisierung mit der Kennzahl Liter pro ha Futterfläche feststellen. So ergibt sich aus Abb. 2.12, dass 60 % der Betriebe weniger als 4000 Liter pro ha Futterfläche produzieren. Wenn die Leistung auf die LN bezogen wird, ändert sich das Bild nicht wesentlich (Abb. 2.13). Was die Milchquote betrifft, so kann bei den NEB-Betrieben eine sehr stark nach links driftende Verteilung festgestellt werden. Die Klasse 200.000 bis 300.000 Liter weist die höchste Häufigkeit auf; ca. 65 % der Betriebe haben eine Milchquote unter 400.000 Liter (Abb. 2.14). Die NEB-Betriebe produzierten im Projektzeitraum durchschnittlich 24 Mio Liter Milch pro Jahr. Dies entspricht bei einer Landesproduktion von 263.3 Mio l im vergleichbaren Zeitraum 9,2 % der Landesproduktion, Selbstvermarktung inbegriffen.

Die durchschnittliche Leistung pro Kuh der NEB-Betriebe ist mit 7.450 l deutlich höher als im Landesdurchschnitt (6.583 l nach STATEC). Die Leistungsklasse, welche am meisten bei den NEB-Betrieben vorkommt, ist jene zwischen 8.000 und 9.000 l pro Kuh und Jahr (Abb. 2.15).

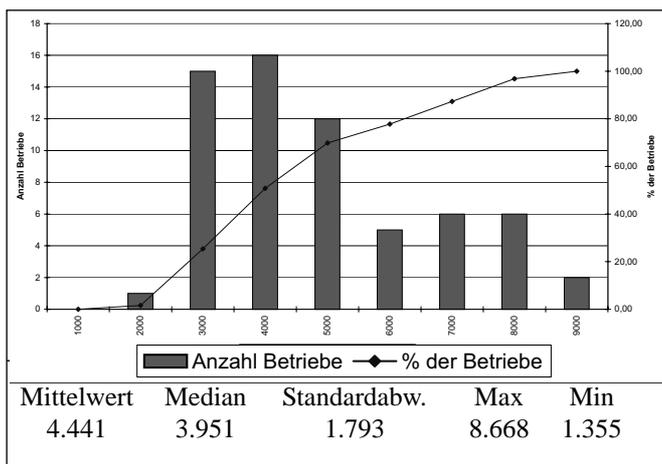


Abb. 2.12: Produzierte Liter Milch je ha Futterfläche

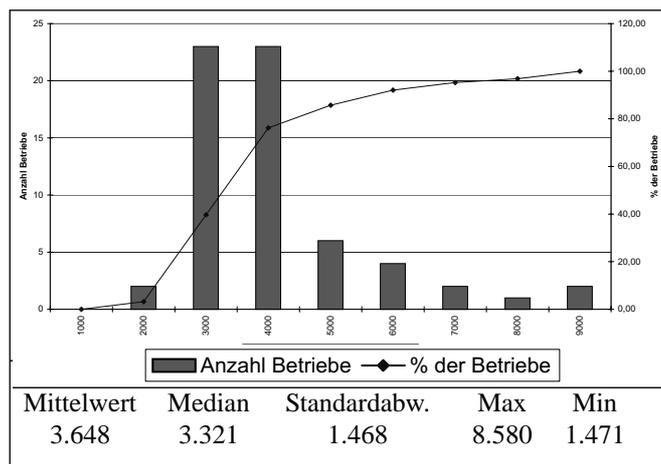


Abb. 2.13: Produzierte Liter Milch je ha LN

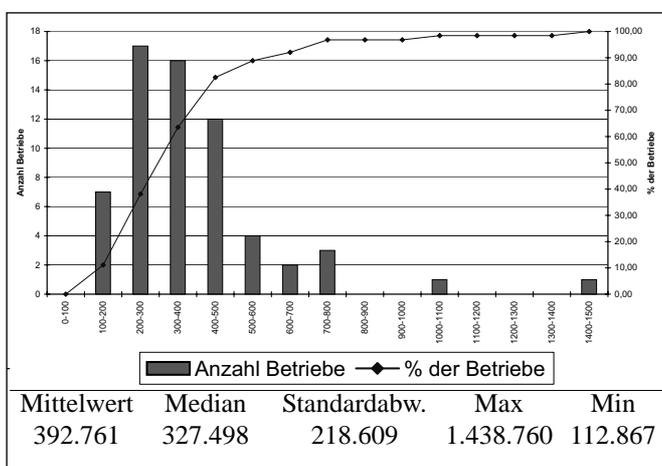


Abb. 2.14: Milchquote in kg je Beratungsbetrieb

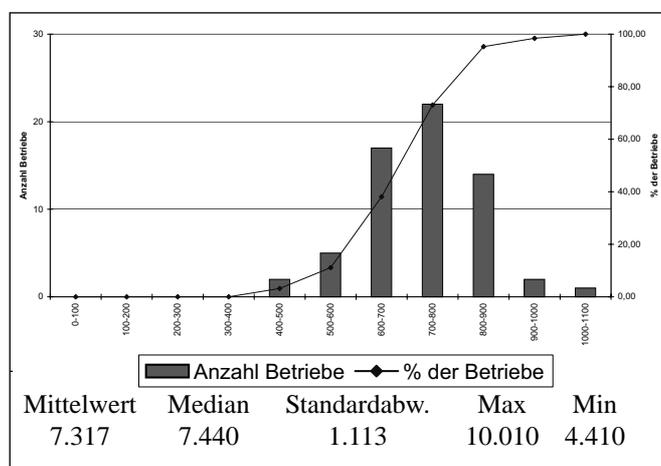


Abb. 2.15: Produzierte Liter pro Kuh und Betrieb

2.5 Arbeitskraftbesatz und Alterstruktur der NEB-Betriebe

Ein zunehmend wichtiger Parameter ist der Arbeitskraftbesatz (Akh) pro Betrieb. Dieser Wert ist nämlich über die Jahre bei den NEB-Betrieben deutlich angestiegen und mittlerweile verfügen die meisten dieser Betriebe zwischen 1,5 und 2 Akh. Einmann-Betriebe sind mittlerweile selten, wohingegen rund 10 % der Betriebe teils deutlich mehr als 3 Akh beschäftigen (Abb 2.16).

Sehr aufschlussreich ist die Betrachtung der bewirtschafteten Hektar pro Arbeitskraft (Abb. 2.17). Hier wird deutlich, dass die Klasse zwischen 40-50 ha je Akh mit Abstand die am häufigsten vertretene ist. Weiterhin ist zu erwähnen, dass an beiden Extremen der Graphik sich vor allem viehextensive (links) bzw. viehintensive Betriebe positionieren. Dies unterstreicht das wirtschaftliche Gewicht der Viehproduktion bei den NEB-Betrieben, da vor allem viehintensive Betriebe in der Lage sind, Arbeitsplätze in der Landwirtschaft zu schaffen bzw. zu erhalten.

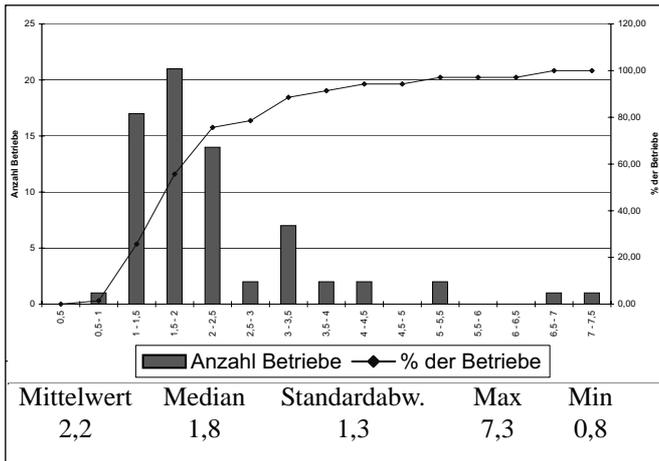


Abb. 2.16: Arbeitskraftbesatz je Beratungsbetrieb

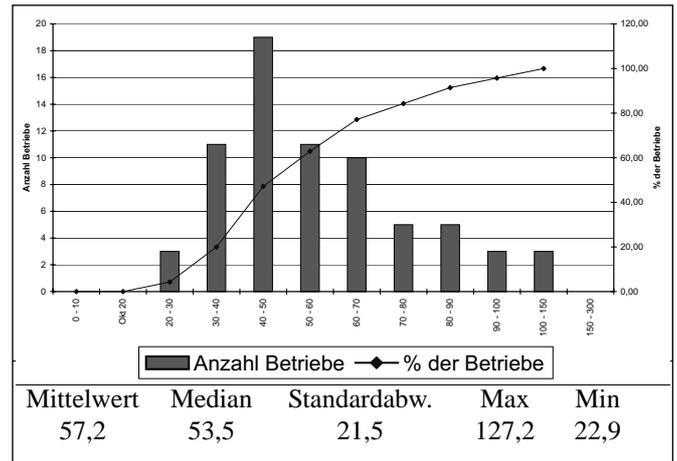


Abb. 2.17: Bewirtschaftete LN in ha je Arbeitskraft

Auch das Alter der Betriebsleiter verdient es, stärker unter die Lupe genommen zu werden. Es ist zunächst feststellbar, dass kein Betriebsleiter unter 25 Jahre dabei ist und dass alle Alterkategorien zwischen 25 und 60 Jahren vertreten sind (Abb. 2.18). Dennoch überwiegen die Klassen zwischen 40 und 50 Jahren, und auffällig ist auch, dass die Klasse zwischen 55 und 60 Jahren besonders stark ist. Oft sind aber diese Betriebe auch jene, in denen die Jüngeren auf dem Sprung zur Betriebsleitung sind bzw. diesen Sprung schon geschafft haben, auch wenn offiziell die Leitung der Betriebe noch bei den älteren liegt. Dies relativiert etwas die erste Feststellung, dass sehr junge Betriebsleiter gar nicht vorhanden sind.

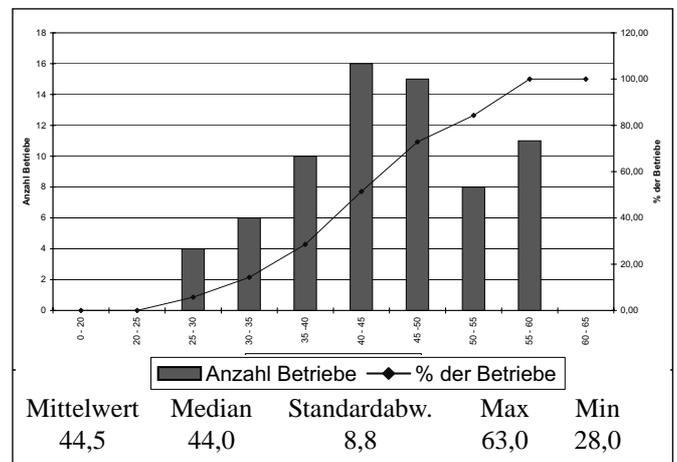


Abb. 2.18: Alter der Betriebsleiter

Die hier dargestellten Betriebsstrukturen sind mittlerweile ein enorm wichtiges Thema geworden, zumal die Extrembetriebe immer häufiger werden. In Zukunft muss dieser Sachverhalt stärker Berücksichtigung finden, da die Beratung mit einer steigenden Strukturvielfalt der Betriebe konfrontiert werden wird.

2. Methoden

2.1 Einleitung (Vorbemerkung)

Die hier dargestellten Methoden beschreiben die Vorgehensweise bei der Erstellung von folgenden Bilanzierungsansätzen:

- Nährstoff- und Energiebilanzen
- Humusbilanzen
- Futterautarkie
- CO₂-Bilanz (Treibhausgasemissionen und „carbon credits“)

Die für weitere Kapitel dieses Berichtes angewendeten Methoden wie z.B. für die Biodiversität werden gesondert im jeweiligen Abschnitt behandelt.

2.2 Methodik zur Erstellung von Nährstoff- und Energiebilanzen

Die Nährstoffbilanzen für die Nährstoffe N (Kap. III), P und K (Kap. IV) sowie S, Ca und Mg (Kap. XI) wurden anhand der Methode der Hoftorbilanz erstellt. Das gleiche Prinzip wurde für die Erstellung der Energiebilanzen (Kap. VI) angewendet. Ein Muster der Vorgehensweise ist Abb. 2.19 zu entnehmen. Der Vorteil der Methode ist, dass die innerbetrieblichen Stoffflüsse ignoriert werden können, und man sich nur auf Importe und Exporte konzentrieren kann. Das System wird dementsprechend als „black box“ verstanden und die Beurteilung der Effizienz (Verhältnis Output:Input) erfolgt global, das heißt, für den Betrieb als Ganzes.

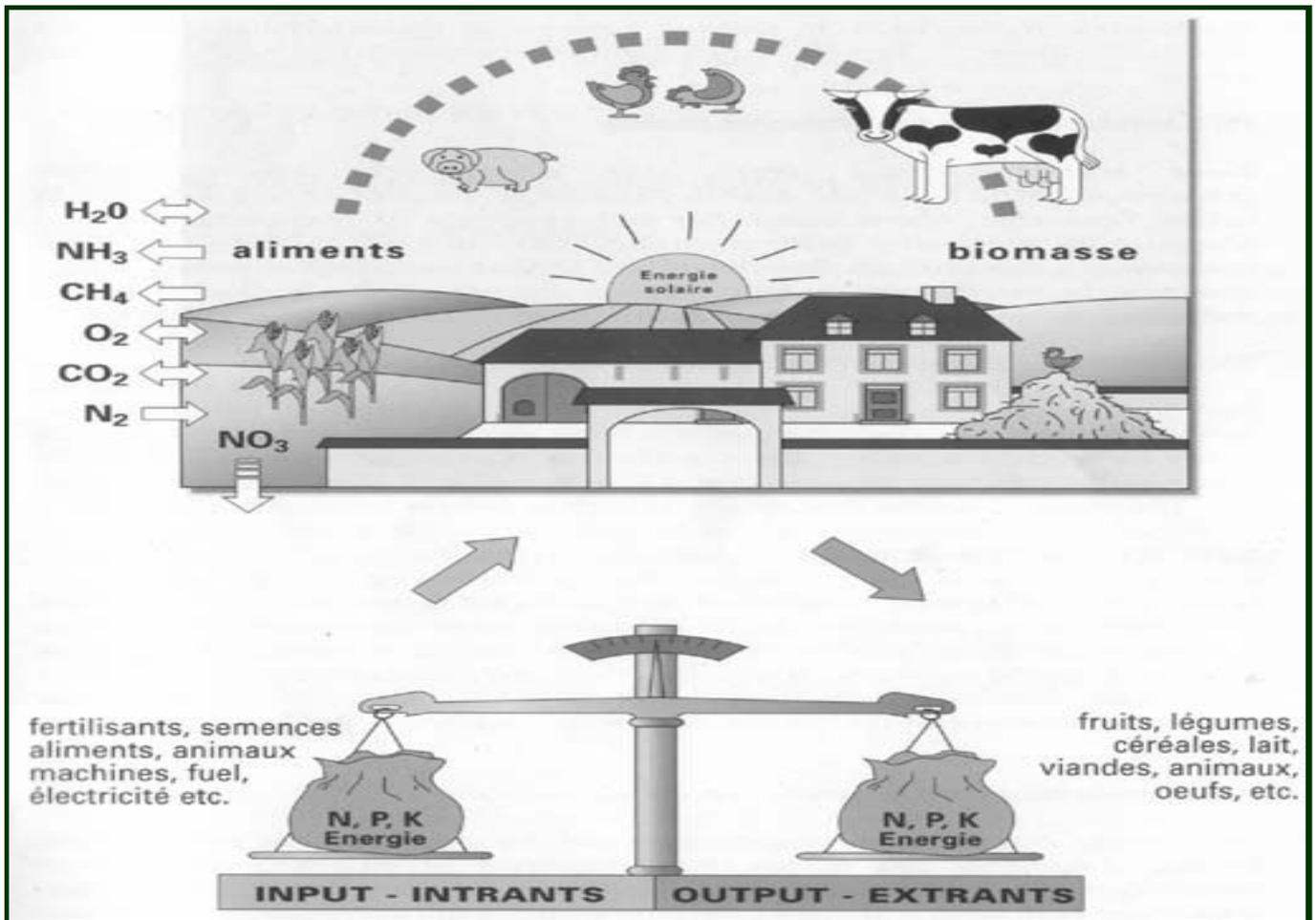


Abb. 2.19: Schema der Hoftorbilanz

Ein weiterer wichtiger Vorteil dieser Methode ist, dass die Daten zur Berechnung der Bilanz mit wenigen Ausnahmen aus der betrieblichen Buchführung entnommen werden können. Diese enthält nämlich entweder die Mengen an Betriebsmitteln bzw. Produkten oder zumindest ökonomische Zahlen, aus denen eine Rückrechnung der Mengen möglich ist. Da die Buchführung im Schnitt acht bis zehn Monate nach Ende des Wirtschaftsjahres erscheint, erfolgte die Erfassung der Energie- und Nährstoffbilanzen bei den meisten Betrieben ein Jahr nach Abschluss des Wirtschaftsjahres. In den folgenden Kapiteln werden die Ergebnisse der Nährstoff- und Energiebilanzierung für die Wirtschaftsjahre 2001 bis 2005 aufgezeigt.

Zur Beurteilung der Stickstoffbilanz wurde eine obere Grenze für den N-Saldo festgelegt. Die Überlegungen, welche zur Definition dieser Obergrenze geführt haben, wurden ausführlich im Endbericht des vorangegangenen Projekt BIO 80 dargestellt, und werden hier nicht wiederholt. Hiermit wird lediglich die Vorgehensweise der Berechnung dieser Obergrenze (Soll-Saldo) wiedergegeben. Die Berechnung variiert in Funktion des Viehbesatzes, so dass eine betriebspezifische Anpassung der Soll-Marke ermöglicht wird. Angenommen werden:

- ein Basisverlust von 40 kg N/ha in der Pflanzenproduktion;
- ein zusätzlicher Verlust von 35 kg N pro GVE in der Tierhaltung.

So zum Beispiel für den Durchschnitt der NEB-Betriebe mit einem mittleren Viehbesatz von 1,58 GVE/ha errechnet sich der Soll-Saldo wie folgt.

Betrieblicher Soll-Saldo: 40 kg N/ha+ 1,58 GVE/ha x 35 kg N = 95 kg N/ha

Diese Obergrenze ermöglicht es zu beurteilen, ob der Betrieb innerhalb des vorgegebenen Verlustniveaus gewirtschaftet hat oder nicht. Der so berechnete Soll-Saldo stellt kein ökologisches Optimum dar, sondern ein Verlustniveau das die produktionstechnischen und wirtschaftsbedingten Gegebenheiten des Standortes Luxemburgs berücksichtigt.

Die Festlegung der Zielsalden für Phosphor und Kalium orientiert sich im Gegensatz zu Stickstoff an den Bodengehalten des Betriebes. Im Endbericht des BIO 80-Projektes wurden die optimalen Zielsalden für beide Grundnährstoffe dargelegt und begründet. Eine weitere Anpassung der Zielsalden an die betrieblichen Gegebenheiten wurde allerdings als notwendig erachtet, da nicht alle Betriebe die Voraussetzungen für die optimalen Zielsalden erfüllen. Die Anpassung der Zielwerte erfolgte in Anbetracht eines vom Optimum abweichenden Bodengehaltes. Die schon im Projekt BIO 80 verwendeten Zielintervalle von ± 5 kg P_2O_5 /ha und ± 20 kg K_2O /ha gelten weiter für die optimale Situation einer mittleren Versorgungsstufe C (Tab. 2.6). Eine Korrektur bis zu 25 kg P_2O_5 /ha nach oben bzw. nach unten sowie bis zu 50 kg K_2O /ha nach oben bzw. nach unten erfolgt, wenn die mittlere Versorgungsstufe des Betriebes zu niedrig (Stufe B) bzw. zu hoch (Stufe D) ist.

Boden-Versorgungsstufe	B	C	D
Zielintervall (kg/ha)	Toleriert	Optimum	Toleriert
P-Saldo (P_2O_5)	+5 ↔ +25	±5	-5 ↔ -25
K-Saldo (K_2O)	+20 ↔ +50	±20	-20 ↔ -50

Tab. 2.6: Zielintervalle der P- und K-Bilanzen in abhängig vom Bodengehalt

Die Festlegung des Zielsaldos in der Fossilenergiebilanz orientiert sich an den Zahlen des Viehbesatzes bzw. des Futterflächenanteils an der LN. Wie im Projekt BIO80 festgestellt, hängt das Ergebnis der Energiebilanz sehr stark vom Veredelungsgrad des Betriebes ab. Daher wurde klar, dass das Ziel einer Energiebilanz mit Gewinn (Output größer als Input) nicht für alle Betrieb anwendbar ist. Bei Betrieben mit hohem Veredelungsniveau muss somit ein Verlust in Kauf genommen werden, bei Betrieben mit hohem Marktfruchtanteil dagegen ist mit einem höheren Energiegewinn zu rechnen als bei Betrieben mit einem höheren Futterflächenanteil. Tab. 2.7 fasst die Zielsalden der Energiebilanz in Funktion von Viehbesatz und Futterflächenanteil zusammen. Im Fall von sehr hohen (>2,5 GVE/ha) oder sehr niedrigen (<1,0 GVE/ha) Viehdichten wird der Viehbesatz für die Bestimmung des Zielsaldos herangezogen. In den anderen Fällen ist die Futterfläche maßgeblich. Es entsteht somit eine stufenartige Anpassung an die Gegebenheiten des Betriebes, die gewiss nicht jeder Situation völlig gerecht wird. An einer linearen Anpassung des Zielsaldos an die Gegebenheiten der Betriebe wird zurzeit gearbeitet. Die wesentlichen Überlegungen diesbezüglich befinden sich im Abschnitt 5.3.3.

Zielsaldo der Energiebilanz	>-10 GJ/ha	>0 GJ/ha	>15 GJ/ha	>30 GJ/ha
Bedingungen				
GVE/ha	>2.5	-	-	<1.0
oder				
Futterflächenanteil	100%	<100%; >80%	<80%; >70%	<70%

Tab. 2.7: Zielwerte für die Fossilenergiebilanz

In der Vergangenheit wurden zwei Arten von Energiebilanzen berechnet: Eine Fossilenergiebilanz und eine Gesamtenergiebilanz. Der Unterschied zwischen den beiden Bilanzen bestand lediglich im Input. Dieser enthielt nämlich bei der Gesamtenergiebilanz auch die in organischen Importprodukten gespeicherte Sonnenenergie, dagegen betrachtete die Fossilenergiebilanz nur den Fossilanteil. Da im Wesentlichen dieser biogene Energieanteil über das Futter in den Betrieb gelangt, und da durch die Futterbilanz (Kap.7 Futterautarkie) diese Importe erfasst werden, hat man in diesem Bericht auf eine gesonderte Auswertung der Gesamtenergiebilanz verzichtet. Die Informationen, welche aus der Gesamtenergiebilanz hervorgehen, können somit aus der Fossilenergiebilanz und aus der Futterautarkie (Bereich Energie) abgeleitet werden.

2.3 Humusbilanzierung

Die Berechnung der Humusbilanzen erfolgt über den Düngeplan, der um die Jahreswende für die am Programm angeschlossenen Betriebe erstellt wird. Die Methodik der Humusbilanzierung (Leithold et al. 1997) berücksichtigt bei der Berechnung folgende Größen:

- Humusmenge, die von den humuszehrenden Kulturen (Getreide und Hackfrüchte) verbraucht wird.
- Humusmenge, die von den Humusmehrenden Kulturen (Feldfutter, Körnerleguminosen, Zwischenfrüchte) geliefert wird.
- Humusmenge, die über Ernteresten sowie über Stroh in den Boden verbleiben.
- Humusmenge, die über organische Dünger geliefert wird (Gülle, Stallmist, Kompost, Klärschlamm).

Als Basis für die Berechnung dient die **Humuseinheit (HE)**. Diese entspricht einer Tonne Humus mit 580 kg Kohlenstoff und 50 kg Stickstoff. Zur Berechnung der Humuszehrung aus den Kulturen bzw. der Humusmehrung aus Kulturen, Ernteresten sowie organischen Düngern stehen Mineralisierungs- bzw. Humifizierungskoeffizienten zur Verfügung, die von den genannten Autoren aus langjährigen Feldversuchen abgeleitet worden sind. Die Humusbilanz wird entweder als Humussaldo (HE/ha) dargestellt, oder als Humusversorgungsgrad. In diesem letzten Fall wird die Humusmehrung als % der Humuszehrung (Bedarf der Fruchtfolge) ausgedrückt. Angepeilt wird ein Versorgungsgrad von $100 \pm 10\%$, was eine ausgeglichene Humusbilanz darstellt. Weitere Details zur Humusbilanzierung werden im Kap.6 beschrieben.

2.4 Futterautarkie

Zur Berechnung der Futterautarkie werden nur Daten verwendet, die bei der Datenerfassung für die Energie- und Nährstoffbilanzen aufgenommen werden. Daher läuft die Berechnung der Futterautarkie parallel zur Energie- und Nährstoffbilanzierung und bedient sich zum Teil derselben Datenbanken. Zur Erstellung einer Futterbilanz werden folgende Daten benötigt:

- Viehbestand des Betriebes gegliedert nach Viehkategorien zur Berechnung des Erhaltungsbedarfs.
- Exporte an Milch und Fleisch zur Bestimmung des Leistungsbedarfs.
- Importe an Futtermitteln.

Nach der Datenerfassung berechnet sich die Futterautarkie in drei Schritten:

- a) Futterbedarf = Erhaltungsbedarf + Leistungsbedarf
- b) Eigenproduktion = Futterbedarf – Futterzukauf
- c) Futterautarkie = Eigenproduktion / Futterbedarf * 100

Die Futterautarkie wird zurzeit für drei Hauptbereiche berechnet: **Trockensubstanz (TS)**, **Energie (VEM)** und **Eiweiß (XP)**. Zu Beginn des Projektes wurden Energie und Eiweiß bewertet und in den letzten zwei Jahren wurde die Berechnung auf die Trockensubstanz erweitert. Der Hauptgrund dafür war, dass man sich versprochen hatte, aus der Eigenproduktion an Energie und Eiweiß Rückschlüsse auf mathematischen Weg auf die Trockensubstanzerträge der Betriebe auf der Futterfläche zu bekommen. Der eingeschlagene Weg, die Trockensubstanzerträge über ein System von 2 Gleichungen und zwei Variablen (TS-Ertrag vom Mais und vom Gras) zurückzurechnen, lieferte keine verlässlichen Zahlen. Somit wurde die Futterautarkie auf Trockensubstanz erweitert, und auf 30 Betrieben wurden zusätzlich die Silomaiserträge bestimmt. Aus der Differenz zwischen Gesamt-Eigenproduktion an TS und TS-Ertrag vom Silomais konnte der TS-Ertrag von Dauergrünland bestimmt werden.

Des Weiteren wurden Änderungen vorgenommen für die Berechnung der Energie. Ursprünglich hatte man für den Bereich Energie die umsetzbare Energie als Autarkieparameter gewählt, weil man damit gleichzeitig auch die Betriebe mit Schweinehaltung erfassen wollte. Aufgrund der Tatsache, dass die schweinehaltenden Betriebe oft ihr eigenes Getreide verkaufen und dafür hohe Importe an Fertigmischfutter vornehmen, wurde dennoch festgestellt, dass die Berechnung der Futterautarkie für diese Betriebe keine verlässliche Ergebnisse liefert oder zumindest keine Rückschlüsse auf die Autarkie im Rinderbereich ermöglicht. Aus dem Grund wurden im letzten Jahr des Projektes folgende Änderungen vorgenommen:

- Die Bereiche Rind und Schwein wurden komplett getrennt. Die Futterautarkie wird demnach auf Gemischtbetrieben mit Rinder- und Schweinehaltung nur noch für den Rinderbereich berechnet. Dies rechtfertigt sich auch dadurch, dass die Futterautarkie vor allem ein Effizienzparameter für die

Rinderhaltung darstellt, weil dadurch die Verwertung des Grundfutters maximiert und die Kraftfutterimporte minimiert werden sollten.

- Für den Schweinebereich wurde als Effizienzparameter die Futtermittelverwertung herangezogen. Für diese Betriebe ist es weniger wichtig zu wissen, welches Futtermittel eingesetzt wird (ob das eigene oder das fremde), sondern viel mehr ob der Einsatz in einer günstigen Relation zum erzeugten Schweinefleisch steht. Daher hat man im letzten Jahr des Projektes für diese Betriebe das Instrument der Stallbilanz verwendet, und dies parallel zu der Futterautarkie für den Rinderbereich. Die Stallbilanz für die Schweinehaltung wird im Kap.10.2 behandelt.
- Da die Bereiche Rind und Schwein getrennt wurden, konnten für den Rinderbereich die Autarkiezahlen für die Energie in kVEM/ha Futterfläche ausgedrückt werden. Dies verbessert das Verständnis der Autarkiezahlen, weil den Landwirten die Größe VEM durchaus vertrauter ist als die Größe GJ, welche für die umsetzbare Energie verwendet wurde. Bedarf, Futterzukauf und Eigenproduktion werden somit ausgedrückt als

dt TS/ha

kVEM/ha

kg XP/ha

Im Anhang befindet sich ein Musterbericht, aus dem die Darstellungsweise der Zahlen der Futterautarkie für die Landwirte entnommen werden kann.

2.5 CO₂-Bilanz (Treibhausgasemissionen und „carbon credits“)

Die CO₂-Bilanz eines landwirtschaftlichen Betriebes setzt sich aus zwei Teilen zusammen: Die Emissionen der Treibhausgase Kohlendioxid (CO₂), Methan (CH₄) und Lachgas (N₂O) einerseits, und die so genannten „carbon credits“ andererseits. Letztere stellen die Mengen an Kohlendioxid dar, welche über Bindung im Boden oder durch Substitution fossiler Energiequellen durch regenerative von den Betrieben angesammelt werden. Der Unterschied zwischen diesen beiden Bereichen ist die CO₂-Bilanz des Betriebes.

Die Datenquellen für die CO₂-Emissionen sind zum einen die Hoftorbilanz, bei der die Importmengen der Betriebsmittel erfasst werden, und zum anderen der Düngeplan, aus dem die notwendigen Informationen zur Tierhaltung (Anzahl der Tiere nach Kategorie, Anzahl der Tiere auf Stroh bzw. auf Spalten, Dauer des Weidegangs) sowie zur Pflanzenproduktion (Bodentyp, geplante organische und mineralische Düngung) zu entnehmen sind. Es ist wichtig zu verstehen, dass eine komplette CO₂-Bilanzierung nur bei Betrieben mit Energie-/Nährstoffbilanzen und mit Düngeplanung möglich ist, da sonst die benötigten Informationen nicht komplett bzw. nicht ausreichend sind. Aus diesem Grund wurden bei der Auswertung nur Betriebe betrachtet, die diese Bedingung erfüllen. **Um eine ausreichende Zahl von Betrieben auszuwerten, hat man alle CONVIS-Betriebe in dieser Konstellation herangezogen (n = 68).**

Die Emissionen an Treibhausgasen aus den verschiedenen Bereichen werden anhand von Emissionsfaktoren geschätzt. Diese wurden aus umfangreichen Literaturrecherchen abgeleitet und in die vorhandenen Datenbanken eingebaut. Es muss an dieser Stelle klar gemacht werden, dass die Forschung bezüglich der Treibhausgasemissionen sehr schnell voranschreitet, und dass die Emissionsfaktoren, anders als die Gehalte an Nährstoffen in der Hoftorbilanz, sich mit der Zeit ändern können. Eine Anpassung der Faktoren für den Ausstoß von Treibhausgasen wird daher in der Zukunft unvermeidlich sein. Um die Daten aus der Vergangenheit noch interpretieren bzw. vergleichen zu können wird dann eine Neuberechnung der Emissionen notwendig sein.

Die Treibhausgasemissionen aus den landwirtschaftlichen Betrieben können verschieden gruppiert werden. Für die Zwecke des NEB-Projektes hat man es für günstig erachtet, die Emissionen aus den drei Bereichen Betriebsmittel, Tierhaltung/Organische Düngung und Pflanzenproduktion/Boden getrennt zu erfassen (siehe Abb. 2.20). Dies ermöglicht es, aus der Fülle der möglichen Emissionsquellen leichter beurteilen zu können, aus welchen Bereichen vorwiegend die Emissionen stammen.

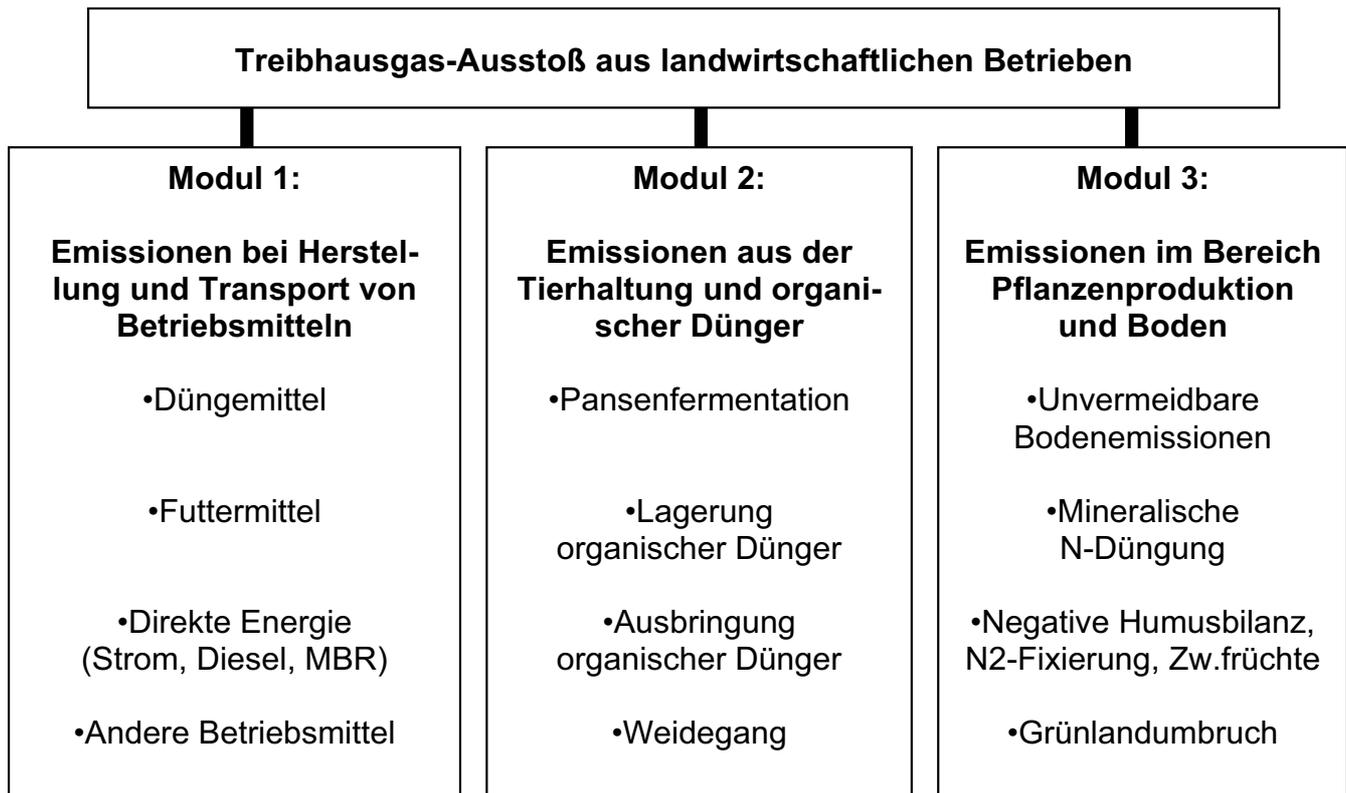


Abb. 2.20: Moduleinteilung der Treibhausgasemissionen mit Unterbereichen

Das zweite große Feld der CO₂-Bilanzierung ist von den CO₂-Senken dargestellt. Diese Senken bilden die so genannten „carbon-credits“, weil sie auf internationaler Ebene handelbar geworden sind bzw. werden können. Im NEB-Projekt fanden folgende Senken Berücksichtigung:

- Positive Humusbilanz
- Reduzierte Bodenbearbeitung (Mulchsaat)
- Verstromung von Biogas
- Verwendung von Biogas-(Ab)Wärme
- Erzeugung von Biotreibstoffen (non-food-Raps)
- Umwandlung von Acker in Grünland

Die Emissionen und die Senken werden in CO₂-Äquivalente umgerechnet, um eine einzige einheitliche Berechnungsgröße zu verwenden. Dies erfolgt nach dem Treibhauspotential der verschiedenen Gase, die im Hinblick auf ihre Treibhauswirksamkeit zueinander in folgendem Verhältnis stehen: **CO₂ : CH₄ : N₂O = 1 : 21 : 310**. Dies erlaubt, sowohl Emissionen als auch „credits“ in CO₂-Äq/ha auszudrücken, so dass eine Bilanz gezogen werden kann. Zum Zweck der Interpretation wird aber auch das Verhältnis von Emissionen zu den „credits“ verwendet.

III Stickstoffbilanz

1. Einleitung

Um die Herausforderungen richtig einzuschätzen, mit denen die CONVIS-Beraterabteilung sich innerhalb des NEB-Projektes in Sache Stickstoffbilanz messen musste, ist es wichtig, die Ausgangspunkte der N-Bilanz bei Beginn des Projektes zu schildern. Die Höhe der Salden im vorangegangenen Programm Bio 80 lag bei 137 kg/ha im Durchschnitt aller Betriebe, das entspricht einem Verlustniveau von 5,1 dt KAS/ha. Im EU-Vergleich stellt der auf den luxemburger Betrieben vorhandene organische Stickstoff mit 114 kg/ha die fünfthöchste Stelle und das Gesamtstickstoffniveau (organisch + mineralisch) mit 256 kg/ha die dritthöchste Stelle. Diese Zahlen, die bereits den Experten sehr wohl bekannt sind, werden hier wiederholt, um deutlich zu machen, dass das Engagement zur Reduzierung der Stickstoffüberschüsse in einem durchaus schwierigen Kontext zu erfolgen hatte. Dem kann man beifügen, dass die Reduzierung der eingesetzten N-Mengen (seien es mineralische Dünger oder Kraftfutter) als Maßnahme zur Eindämmung der Betriebskosten beim Landwirt sich als wenig motivierend erweist, weil im Vergleich zu deren Wirksamkeit die Kosten dieser Betriebsmittel stark unterproportional ausfallen.

Unter Berücksichtigung dieser Gegebenheiten waren die vom CONVIS-Beratersteam innerhalb des Projektes verfolgten Ziele im Bereich Stickstoff die folgenden:

- spürbare Reduzierung der N-Verluste durch Optimierung sowohl des Düngemittel- als auch des Futtermiteleinsatzes;
- das Aufspüren möglicher bis dato nicht erkannter Zusammenhänge in der N-Bilanz als Anhaltspunkte zur Herleitung von operationellen Optimierungsmaßnahmen;
- die Erstellung, in Zusammenhang mit Literaturrecherchen und in Ergänzung zu anderen durchgeführten Berechnungen (z.B. Treibhausgase), einer gesamten N-Bilanz, um abschätzen zu können, wie stark die einzelnen Umweltkompartimente von den festgestellten Stickstoffverlusten beeinträchtigt werden.

2. Ergebnisse

Der durchschnittliche N-Überschuss im Zeitraum 2001-2005 betrug 123 kg/ha (Abb. 3.1). Dies bedeutet eine Überziehung des festgelegten Soll-Saldo (95,5 kg/ha) in Höhe von 27 kg/ha. Vergleicht man die Zahlen mit dem Durchschnitt des

Projektes BIO 80 (Tab. 3.1), so hat sich der N-Überschuss um 14 kg/ha, und die Differenz zwischen realisiertem und Soll-Saldo von 40 auf 27 kg/ha um 13 kg/ha verringert. Relativ genommen hat somit der Unterschied zwischen tatsächlichem und angestrebtem N-Saldo um 33% abgenommen. Aus dem Vergleich zwischen den mittleren Ergebnissen der beiden

Projekte fällt weiter auf, dass der Zukauf von mineralischen N-Düngemittel bei den NEB-Betrieben um 16 kg/ha geringer war, dass diese aber auch 8 kg N/ha mehr über Futtermittel importiert haben als die BIO 80-Betriebe. Weiter fällt auf, dass der N-Output bei den NEB-Betrieben auch 8 kg N/ha höher lag als im Schnitt des BIO 80-Projektes.

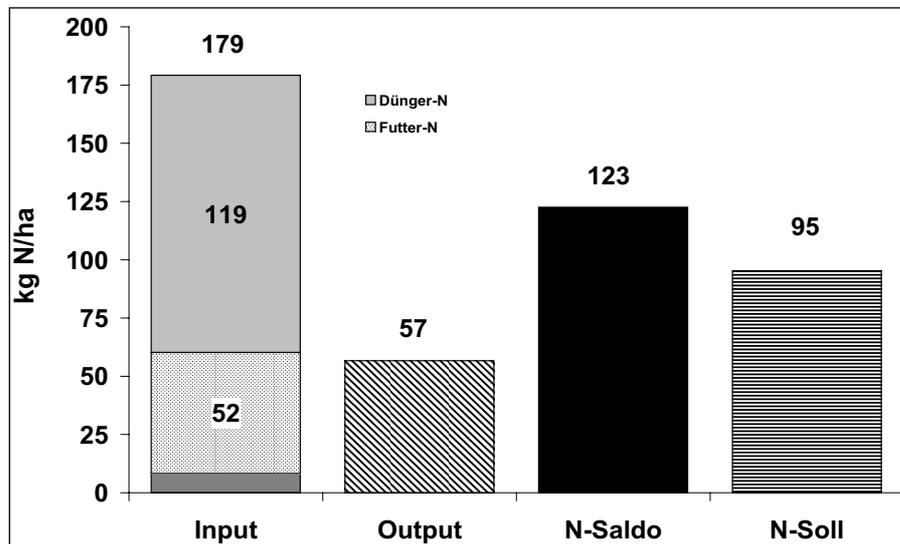


Abb. 3.1: Durchschnittliche N-Bilanz der NEB-Betriebe

	MW 01-05	Med 0105	Min 0105	Max 0105	Std. Abw.	MW BIO80
N-Input (kg/ha)	179	168	82	728	79	186
N-Output (kg/ha)	57	48	16	420	50	49
N-Saldo (kg/ha)	123	116	35	308	40	137
N-Effizienz (%)	32	30	14	58	11	26
GVE/ha	1,58	1,49	0,76	5,16	0,68	1,64
DE/ha	1,22	1,22	0,66	4,02	0,48	1,26
N-Dünger (kg/ha)	119	120	46	196	27	135
N-Futter (kg/ha)	52	42	12	588	72	44
N-Soll-Saldo (kg/ha)	95	92	67	220	24	97
N-org-Vieh (kg/ha)	103	104	56	342	41	107
Δ Ist-Soll-Saldo (kg/ha)	27	22	-49	94	29	40

Tab. 3.1: Kennzahlen der N-Bilanz der NEB-Betriebe und Mittelwert Bio80

Aus der Betrachtung der einzelnen Jahresergebnisse (Tab. 3.2) geht hervor, dass im Unterschied zum ersten Jahr der N-Input um 5 kg/ha höher lag, dass aber der N-Output sich um 32% verbessert hat. Infolge dessen hat sich der N-Saldo um 7% verringert, die N-Effizienz um 27% gestiegen ist und der Unterschied zwischen

	2001	2002	2003	2004	2005	Δ 05-01%
N-Input (kg/ha)	176	170	182	186	181	3
N-Output (kg/ha)	47	55	58	61	62	32
N-Saldo (kg/ha)	129	115	124	125	120	-7
N-Effizienz (%)	27%	32%	32%	33%	34%	27%
GVE/ha	1,61	1,56	1,57	1,58	1,59	-1
DE/ha	1,25	1,19	1,22	1,22	1,21	-3
N-Dünger (kg/ha)	117	113	121	124	119	2
N-Futter (kg/ha)	49	50	54	55	54	10
N-Soll-Saldo (kg/ha)	96	95	95	95	96	-1
N-org-Vieh (kg/ha)	106	101	103	103	103	-3
Δ Ist-Soll-Saldo (kg/ha)	32	21	29	30	24	-26

Tab. 3.2: Entwicklung der N-Bilanz der NEB-Betriebe

Ist- und Soll-Saldo um 26% abgenommen hat. Der N-Saldo war 2005 nur 5 kg höher als 2002, das Jahr mit dem besten Ergebnis in der N-Bilanz. Was die beiden wichtigsten Betriebsmittelgruppen angeht, zeigen die Daten, dass die Verwendung von Mineraldünger und Kraftfutter leicht zugenommen hat, wobei der Anstieg höher bei den Futtermitteln war. Auffällig ist auch der Rückgang in der Zeit des organischen Stickstoffs um 3%, was mit dem Rückgang des Viehbesatzes zu erklären ist. Das Niveau des Soll-Saldos hat aber trotz Verringerung des Viehbesatzes keine große Veränderung erfahren.

INPUT	kg N/ha	N% ges.	N% (Dü;Fu)
Dünger	122	68,0	100
Min. Dünger	119	66,3	97,5
Sero-Dünger	2	0,9	1,4
Lw. Org. Dü	1	0,8	1,1
Co-Fermente	1	0,4	-
Futtermittel	52	29,2	100
Kraftfutter	52	28,8	98,5
Raufutter	1	0,4	1,5
Mineralien	0	0,0	0,0
Stroh	1	0,5	-
Saatgut	1	0,4	-
Tierzukauf	3	1,5	-
GESAMT	179	100	-

Tab. 3.3: Stofffluss des N-Inputs (MW 2001-2005)

OUTPUT	kg N/ha	N% ges.	N% (PP; T)
Pfl. Produkte	24	42,7	100
Marktfrüchte	22	38,9	91,1
Raufutter	1	2,4	5,6
Stroh	1	1,4	3,2
Tierverkauf	13	23,6	100
Rinder	9	16,4	69,6
Schweine	4	7,0	29,9
Sonst.	0,1	0,1	0,6
Milch	17	29,7	-
Org. Dünger	2	4,0	-
GESAMT	57	100	-

Tab. 3.4: Stofffluss des N-Outputs (MW 2001-2005)

Die Aufteilung vom Input der N-Bilanz (Tab. 3.3) zeigt, dass die Dünge- und Futtermittel über 97% des N-Inputs ausmachen (Mineraldünger und Kraftfutter alleine genommen rund 95%). Dies macht einmal mehr deutlich, dass der Umgang mit diesen Betriebsmitteln entscheidend ist, im Hinblick auf einen verbesserten Ressourceneinsatz. In dieser Hinsicht spielen Co-Fermente für Biogasanlagen sowie organische Dünger aus anderen Betrieben oder aus der Abfallwirtschaft nur eine sekundäre Rolle, genauso wie Saatgut, Stroh, und Tierimport.

Im Outputbereich (Tab. 3.4) sind zwar die pflanzlichen Produkte die wichtigste Exportquelle für Stickstoff aus dem Betrieb, dennoch in der Summe aller tierischen Produkte (Fleisch und Milch) und Koppelprodukte (organische Dünger) ist die Tierproduktion im Export an Stickstoff der Pflanzenproduktion überlegen. Wenn sich allerdings die Tendenz der letzten Jahre bei der Reduzierung des Viehbesatzes fortsetzt, dann ist in absehbarer Zeit zu erwarten, dass die über pflanzliche Produkte exportierten N-Mengen die Oberhand gewinnen werden.

Betriebe	N-Input (kg/ha)	N-Output (kg/ha)	N-Saldo (kg/ha)	Soll-Saldo (kg/ha)	Ist-Soll (kg/ha)
Alle	179	57	123	95	27
25% beste	134	52	82	88	-7
Mittlere	169	52	117	89	28
25% weniger gute	242	70	171	116	56

Tab. 3.5a: Durchschnittliche N-Bilanz der Betriebsgruppen nach Höhe des N-Saldos

Betriebe	LN Σ	FF%	DE/ha	GVE/ha
Alle	119,64	78%	1,22	1,58
25% beste	103,05	78%	1,07	1,38
Mittlere	131,21	76%	1,10	1,40
25% weniger gute	114,37	82%	1,61	2,17

Tab. 3.5b: Kennzahlen der Betriebsgruppen nach Höhe des N-Saldos

Eine Aufspaltung der Betriebe in 25% besten, mittlere und 25% weniger gute (Tab. 3.5a und 3.5b) ergibt, dass die 25% besten sogar unter der Obergrenze der Bilanz (Soll-Saldo) wirtschaften, dass die mittleren sich wie der Durchschnitt aller Betriebe verhalten, und dass die weniger guten ein Unterschied zwischen Ist- und Soll der N-Bilanz in

Höhe von 56 kg N/ha aufweisen. Wichtig ist die Betrachtung, dass die Unterschiede im Viehbesatz und im Futterflächenanteil zwischen den ersten zwei Gruppen sehr gering sind, was beweist, dass Unterschiede im N-Saldo nicht nur über die Viehdichte zu erklären sind. Die besten Betriebe machen auf jeden Fall deutlich, dass das Einhalten der Obergrenze durchaus möglich ist und dass Landwirte vorhanden sind, die ihre Betriebsmittel durchaus effizient einsetzen können. Die Bilanzen nach Betriebsgruppen machen aber auch deutlich, dass bei einem sehr hohen Viehbesatz die Einhaltung des Soll-Saldos sehr schwierig wird.

Zusammenfassend kann behauptet werden, dass die Tendenz zur Reduzierung der N-Überschüsse, welche in den letzten Jahren des Bio80 Projektes schon eingesetzt hatte, sich im NEB-Projekt weiter fortgesetzt hat. Die Entlastung absolut wie relativ zum Schnitt der N-Bilanz des vorangegangenen Projektes sowie im Unterschied zwischen Anfang und Ende des Projektes ist spürbar gewesen. Um von Nachhaltigkeit sprechen zu können, bleibt allerdings noch ein weiter Weg zu hinterlegen. Die erreichten Resultate bestätigen dennoch, dass man auf dem richtigen Weg ist.

3. Einflussfaktoren der Stickstoffbilanz

Die Reihe der Faktoren, welche einen Einfluss auf die Stickstoffbilanz haben, ist sehr lang. Dementsprechend wird hier nur eine Auswahl getroffen, wobei einige der schon im Bereich des BIO 80-Projektes aufgezeigten Korrelationen, die ihre Gültigkeit nicht verloren haben, hier nicht wiederholt werden. Im Folgenden werden Zusammenhänge dargestellt und diskutiert zwischen Stickstoff-Bilanz und:

- Futterautarkie
- Humusbilanz
- Ökonomie
- Produktionsausrichtung
- Region

3.1 N-Bilanz und Futterautarkie

Die Futterautarkie wurde im Rahmen des NEB-Projektes untersucht, um die Effizienz der Produktion auf der betriebseigenen Futterfläche von rinderhaltenden Betrieben beurteilen zu können. Die absoluten Zahlen der Futterautarkie sowie weitere statistische Zusammenhänge betreffend die Futterbilanz der NEB-Betriebe befinden sich in Kap.7. Es wurde festgestellt, dass zwischen der N-Bilanz und zwei Berechnungsgrundlagen der Futterautarkie, nämlich dem Bedarf und dem Zukauf an TS, VEM und XP, statistisch absicherbare positive Zusammenhänge vorhanden sind (Abb. 3.2a-f). Dies lässt sich relativ einfach erklären: Sowohl Bedarf als auch Futterzukauf hängen sehr stark vom Viehbesatz ab, so dass diese Zusammenhänge den relativ engen Bezug zwischen N-Bilanz und Viehbesatz, der im vorausgegangenen BIO 80-Projekt festgestellt wurde, hier erneut bestätigen.

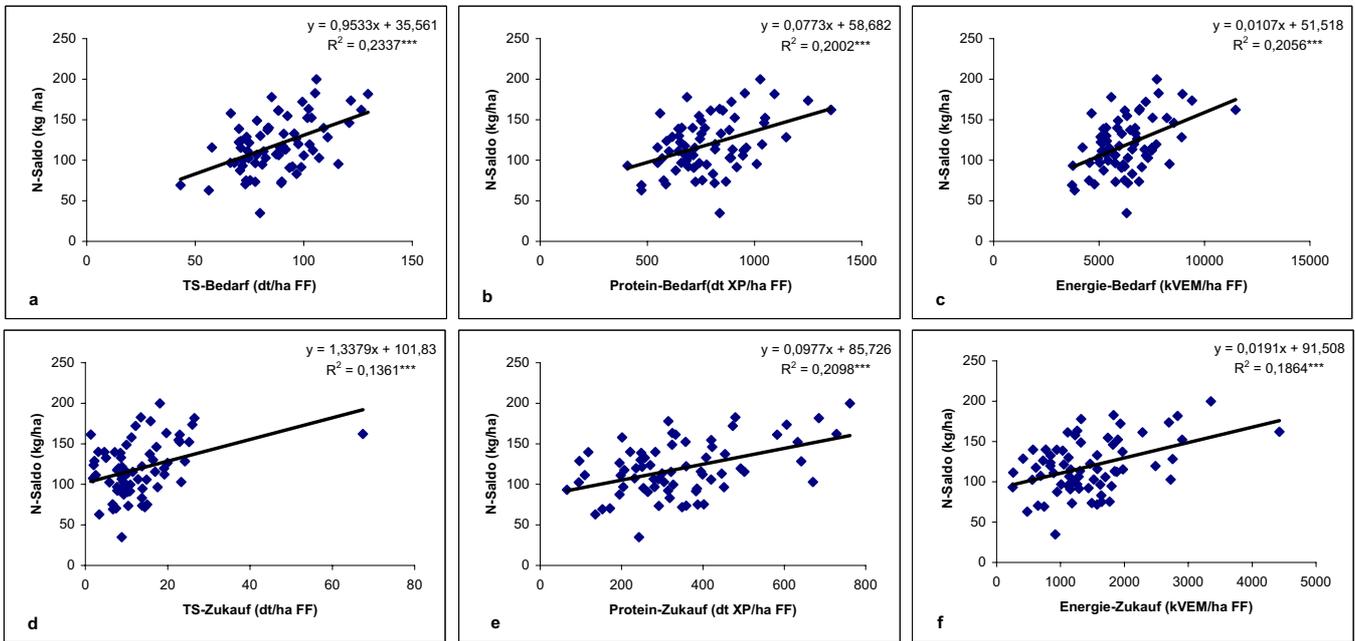


Abb. 3.2a-f: Beziehung zwischen N-Saldo und Futteraufnahmen bzw. Futterzukauf

Verschiedenartig verhalten sich die Korrelationen zwischen N-Bilanz einerseits und Niveau der Eigenproduktion auf der Futterfläche andererseits (Abb. 3.3a-c). Im Bereich TS und Energie korrelieren nämlich die N-Bilanz und die Eigenproduktion signifikant, was die Gefährdung besonders von auf der Futterfläche besonders intensiv produzierenden Betrieben unterstreicht. Im Bereich Rohprotein besteht dagegen keine statistisch absicherbare Korrelation. Beim Stickstoff treten offensichtlich Verluste auf, die nicht zwangsläufig in der Größe Eigenproduktion (= Bedarf - Zukauf) berücksichtigt werden. Dies liegt

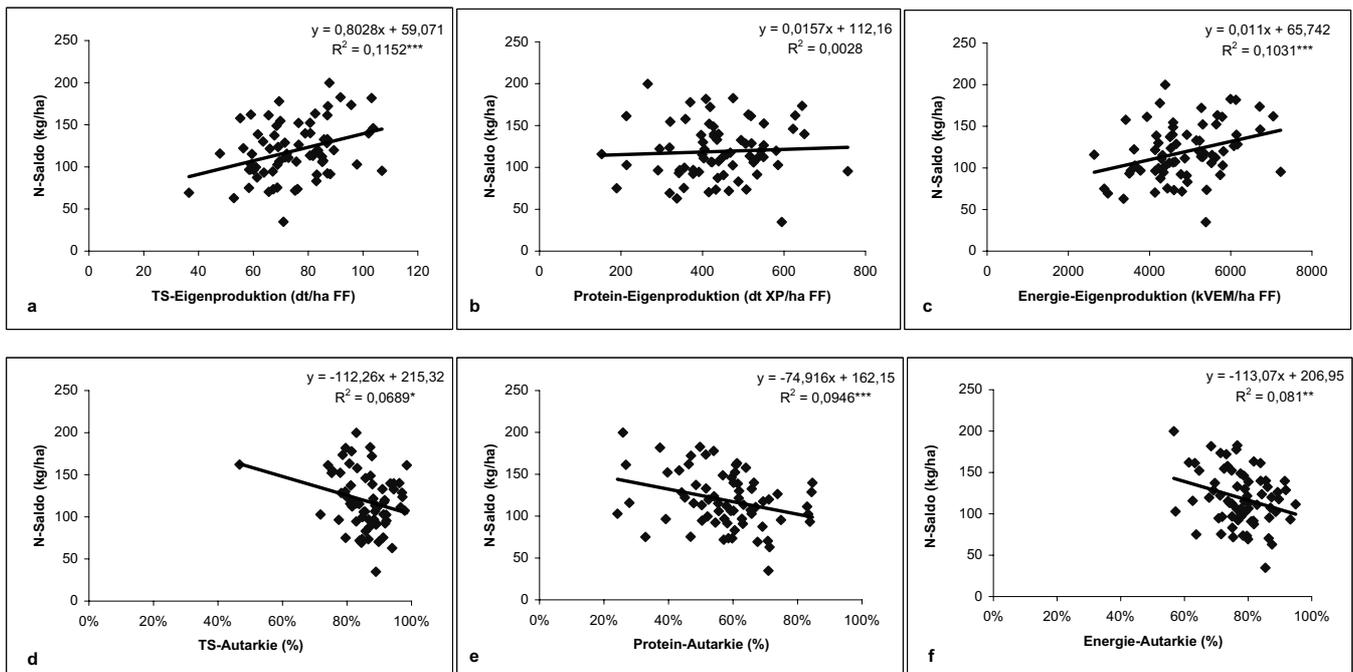


Abb. 3.3a-f: Beziehung zwischen N-Saldo und Eigenproduktion bzw. Futterautarkie

mit der Natur des Veredelungsprozesses zusammen, der auf Stoffumsetzungen basiert, bei denen Stickstoff verloren geht. Dies gilt gleichermaßen für intensive wie für extensive Betriebe: Wenn extensive Betriebe mit hohen Rohproteinüberschüssen füttern, dann ist meistens das Verlustniveau überproportional hoch, selbst dann wenn weniger gedüngt wurde.

Auch im Bereich der relativen Futterautarkie sind die Zusammenhänge zwischen N-Saldo und Selbstversorgungsgrad mit TS, Energie und Eiweiß unterschiedlich deutlich (Abb. 3.3d-f). Der Zusammenhang ist am stärksten bei Rohprotein, gefolgt von der Energie und von der Trockensubstanz. Dennoch bei allen drei Parameter der Futterautarkie verschlechtert sich die N-Bilanz mit dem Abnehmen des Selbstversorgungsgrades. Die Unterverwertung der eigenen Futterfläche bedingt höhere Importe an Kraftfutter, die nicht nur die N-Bilanz belasten, sondern in Zeiten zunehmender Produktions- und Transportkosten auch immer mehr die Ausgaben des Betriebes. Die Unterverwertung des eigenen (Grund-)Futters ist in doppelter Hinsicht zu betrachten: Qualitativ und Quantitativ. Das erste Problem tritt vermehrt bei Milchviehbetrieben auf: Man gibt nicht zu viel Acht bei der Erzeugung von qualitativ hochwertigem Grundfutter, so dass das Defizit über Kraftfutter behoben werden muss. Aber auch quantitative Defizits stellen sich fest vermehrt bei Betrieben, die zu viel Grünland haben. Diese vernachlässigen den

Grünlandaufwuchs und ersetzen dann das billige Grünland-Rohprotein mit teurem Krafffutter. Daher leitet sich aus den hiesigen Bemerkungen folgende Handlungsempfehlung ab: Betriebe mit zuviel Grünland sollten den Aufwuchs mehr fördern und die Importe an Eiweißkonzentrat drosseln. Dagegen Betriebe mit hohem Viehbesatz sollten vor allem auf die Qualität des Auswuchses setzen, um leistungslimitierende Faktoren zu beheben.

3.2 N-Bilanz und Humuswirtschaft

Ein weiterer Zusammenhang, der es verdient, untersucht zu werden, ist der zwischen N-Bilanz und Humushaushalt. Zwischen Höhe der N-Bilanz und Höhe der Humusbilanz konnten hoch signifikante Korrelationen gefunden werden (Abb. 3.4a und 3.4b). Dies wundert zuerst nicht wenn man bedenkt, dass die Humuseinheiten 50 kg N enthalten und somit die Mengen an N, die im Boden gespeichert werden, mit dem Zunehmen der Humuseinheiten zwangsläufig steigen. Dies stellt wiederum das Problem des Optimums der Humusbilanz in den Vordergrund: Wie aus dem CONVIS-Düngeplan zu entnehmen ist (siehe Anhang), wird dort ein Versorgungsgrad von $100 \pm 10\%$ angestrebt, damit nicht zuviel Stickstoff im Boden zurück bleibt. Ein hoher Humusversorgungsgrad wird nur dann wirklich bedenklich, wenn die Humuslieferung hauptsächlich aus den organischen Düngern stammt. Diese liefern Stickstoff in einer sehr mobilen Form, die leicht die Umwelt beeinträchtigen kann. Dagegen ist die Humusmehrung über Feldfutter und pflanzliches Material meistens harmlos, weil dadurch „Dauerhumus“ akkumuliert wird, welcher nicht sehr schnell umgesetzt und somit kaum umweltgefährdend werden kann. Die Betriebe im Ösling sind diesbezüglich in einer besseren Situation als jene im Gutland: Die ersteren können höhere Versorgungsgrade besser verkraften, ohne dass es zum Problem für die N-Bilanz wird. Im Ösling wird bekanntlich sehr viel Feldfutter angebaut, welches sehr viel Humus liefert ohne die N-Bilanz dadurch zu belasten. Dagegen sind hohe Versorgungsgrade im Gutland immer auch kritisch zu hinterfragen, weil dies sehr oft durch ein hohes Niveau an organischer Düngung erreicht wird. Die Bodenfruchtbarkeit soll geför-

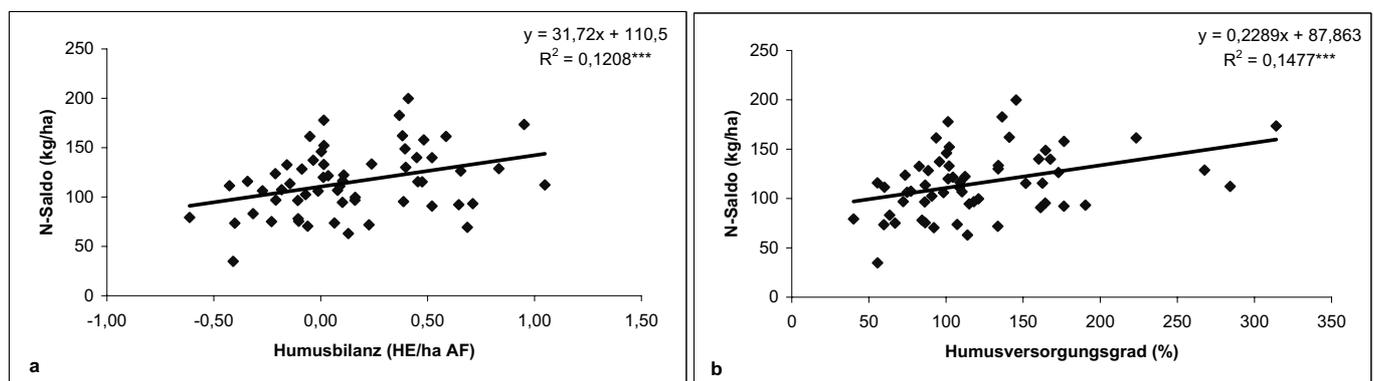


Abb. 3.4: Beziehung zwischen N-Saldo und Humusbilanz (a) und Humusversorgungsgrad (b) (n = 59)

dert werden, aber bis zu einem Optimum: Jenseits dieses Optimums wird die N-Bilanz zum limitierenden (Belastungs-)Faktor. Vor allem in sensiblen Gebieten wie die zur Trinkwassergewinnung muss man diesbezüglich sehr vorsichtig sein. Beim Ösling kommt dazu, dass dort kein Trinkwasser aus der Grundwasser gewonnen wird, was die Praxis vom Umbruch erleichtert.

3.3 N-Bilanz und Preis vom KAS

Über den Zusammenhang zwischen dem Preis vom mineralischen Stickstoffdünger und der N-Bilanz wurde schon des Öfteren berichtet. Nach zehn Jahren Beratung auf Basis von Nährstoff- und Energiebilanzen kann man den Zusammenhang in seiner ganzen Deutlichkeit erkennen. Es bestehen hochsignifikante Korrelationen (Abb. 3.5a und 3.5b) zwischen Preis vom KAS und N-Saldo einerseits, und zwischen Zukauf von N-Dünger und N-Saldo andererseits. Dies macht einmal mehr deutlich, dass die hohen N-Überschüsse der jüngsten Vergangenheit das Ergebnis eines unverhältnismäßigen Luxuskonsums an mineralischem N-Dünger gewesen sind. Gegenüber diesen Zahlen, die den Zusammenhang mit der Ökonomie unterstreichen, steht der Aufwärtstrend der N-Exporte, der sich unaufhaltsam seit fünf Jahren fortsetzt. Die N-Exporte im Projektzeit waren weitgehend unabhängig vom Niveau des mineralischen N-Düngeimports und sind stetig gestiegen (Abb. 3.6). Dies ist der endgültige Beweis dafür, dass die in der Vergangenheit verabreichten mineralischen N-Düngemengen jenseits der physiologischen Grenze waren,

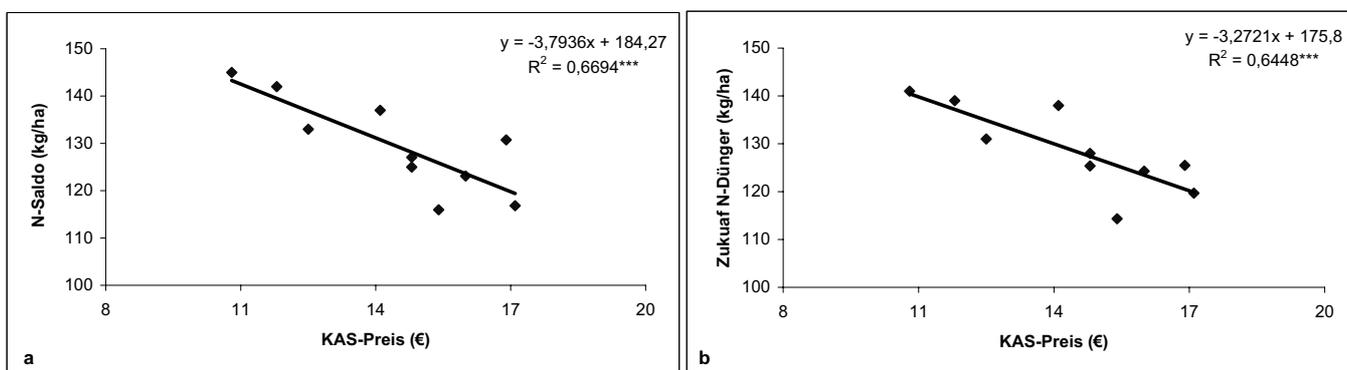


Abb. 3.5a: Beziehung zwischen N-Saldo und KAS-Preis
 Abb. 3.5b: Beziehung zwischen mineralischem N-Zukauf und KAS-Preis

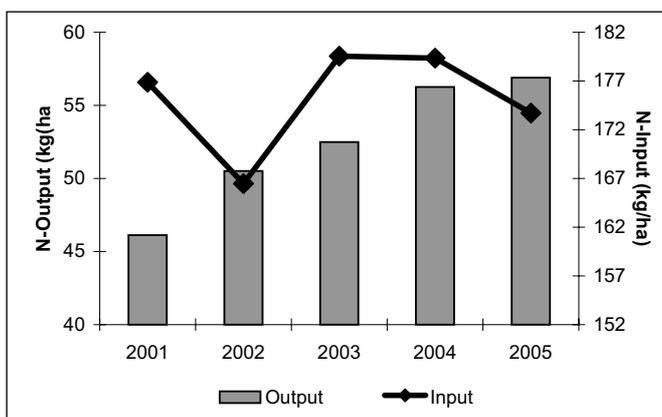


Abb. 3.6: Verlauf von N-Output und N-Input im Vergleich

und dass die Rationalisierung der N-Düngung via Düngeplan seitens der CONVIS-Beraterabteilung keineswegs zu Ertragseinbußen, sondern nach ständig erhöhten produzierten Mengen geführt hat. Vor allem die Tatsache dass immer mehr Betriebe einen Düngeplan bei CONVIS erstellen lassen, bestätigt, dass nicht nur der KAS-Preis entscheidend für die positiven Entwicklungen im N-Bilanzbereich ist.

3.4 N-Bilanz und Produktionsausrichtung

Bei der Betrachtung des Einflusses der Produktionsausrichtung auf das Ergebnis der N-Bilanz (Tab. 3.6) fällt auf, dass zwei Betriebstypen stark vom Durchschnitt aller Betriebe abweichen: Zum einen die Betriebe mit Fleischrindern (ohne Milchvieh), zum anderen die Gemischtbetriebe mit Milchviehproduktion und Fleischrindern aber mit klarem Schwerpunkt auf die Bullenmast. Die erste Gruppe (Fleischrinder) zeichnet sich dadurch aus, dass der Unterschied zwischen Ist- und Soll-Saldo negativ ist. Dies bedeutet, dass diese Betriebe im Schnitt unter der festgelegten oberen N-Marke der Stickstoffbilanz arbeiten. Dies verdient auch insofern Beachtung, weil diese Gruppe von Betrieben jene Gruppe ist, welche den höheren Viehbesatz (GVE/ha) aufweist. Dies macht deutlich, dass Viehbesatz nicht gleich DE-Besatz ist: In der Tat haben die Fleischrinder nicht den höheren DE-Besatz. In der Zukunft muss mehr der ausgeschiedene Stickstoff bei der Festlegung der oberen N-Grenze Berücksichtigung finden.

Weiter fällt auf, dass die Gruppen mit Bullenmast und Milchviehproduktion bzw. die Gemischtbetriebe mit Betonung der Produktion auf die Bullenmast die höhere positive Abweichung zwischen Ist und Soll der N-Bilanz haben. Offensichtlich kommt bei solchen Betrieben das ungünstige Verhältnis zwischen verfü-

Betriebsgruppe	LN/Betrieb	DE/ha	GVE/ha	N-Input (kg/ha)	N-Output (kg/ha)	N-Saldo (kg/ha)	Soll-Saldo (kg/ha)	Ist-Soll (kg/ha)
Alle	122	1,26	1,69	175	53	123	99	23
Schweine	127	1,45	1,84	214	84	129	105	25
Fleischrinder	110	1,26	2,03	141	35	106	111	-5
Mix-alle	134	1,31	1,76	174	46	128	102	26
Mix1 (Milchviehbetont)	130	1,18	1,51	167	49	117	93	25
Mix2 (Ausgeglichen)	106	1,42	1,85	166	42	124	105	20
Mix3 (Mastbullenbetont)	162	1,33	1,86	183	47	136	105	31
Milchvieh + Mastbullen	116	1,14	1,47	189	64	124	91	33
Milchkühe	94	0,99	1,14	158	56	103	80	23

Tab. 3.6: Durchschnittliche N-Bilanz der Betriebsgruppen nach Produktionsausrichtung

terter Menge und angesetztem Fleisch der Mastbullen zum Tragen. Wenn die Bullenmast zunehmend von den Mutterkühen entkoppelt wird, ist also mit höheren Überschüssen zu rechnen. Diese Haltungsform verschlingt sehr viel Energie, und besonders dann wenn der Viehbesatz hoch ist, bleibt dem Betrieb nicht viel pflanzliche Produktion als Marktfrucht übrig: Hohe Überschüsse (und schlechte Energiebilanzen, siehe Kap.6) sind dann die Konsequenz. Der Zukauf von Fresser aus dem Ausland wird die Situation nicht verbessern, da in diesem Fall hier im Lande nur die Mast betrieben wird. Aus dem Grund wäre erforderlich, dass die Baby-Beef-Produktion gefördert würde, um die negativen Auswirkungen der Mast abzufedern. Es sei hier unmissverständlich ausgedrückt: Nicht die Bullenmast an sich ist negativ zu beurteilen, sondern ihre Entkopplung von den Mutterkühen. Die Ausbreitung der Baby-Beef-Produktion könnte hier eine Abhilfe leisten, um die schwerwiegenden Folgen der Bullenmast abzumildern.

3.5 N-Bilanz und Region

Auch bei der Betrachtung der N-Salden nach Region fallen Unterschiede zwischen den einzelnen Bodengebieten auf, die eine Erklärung bedürfen. Es wird deutlich (Tab. 3.7a), dass der N-Saldo erwartungsgemäß mit dem Viehbesatz steigt, dennoch in den selben Regionen düngen die Betriebe mit dem höheren N-Saldo auch mehr mineralischen Stickstoff. Dies widerspricht die Logik, nach der man erwarten müsste, dass bei höherem Anteil an organischem Stickstoff der mineralische N-Zukauf abnehmen sollte. Eine andere interessante Beobachtung ist die, dass in der Mitte des Landes (Sandsteingebiet) ein höherer Viehbesatz (Abb. 3.7b) als im Süd-Osten (Moselgebiet) vorhanden ist, und trotzdem ist bei den Betrieben der Mitte der Unterschied zwischen Ist- und Soll-Saldo geringer als bei den Kollegen im Süd-Osten. Auch hier sieht man die

Komplexität der Zusammenhänge: Bestimmt ist das trockene Klima an der Mosel nicht immer günstig für die Verwertung des organischen Stickstoffs, dennoch muss man bei diesen Ergebnissen auch einen Einfluss einer bestimmten Einstellung der Landwirte dieser Region unterstellen. Auch dies bildet einen Anhaltspunkt für die Beratungstätigkeit.

Region	N-Input (kg/ha)	N-Output (kg/ha)	N-Effizienz (%)	N-Saldo (kg/ha)	Soll-Saldo (kg/ha)	Ist-Soll (kg/ha)
Mosel	168	46	28	122	93	29
Minette	156	50	33	106	94	12
Sandstein	164	49	29	115	98	16
Mitte-Nord	193	55	28	139	106	33
Ösling	182	54	29	128	98	30

Tab. 3.7a: Durchschnittliche N-Bilanz der Betriebsgruppen nach Region

Region	GVE/ha	DE/ha	N-org-Vieh (kg/ha)	N-minDü (kg/ha)	N-Futter (kg/ha)
Mosel	1,51	1,15	98	115	47
Minette	1,55	1,13	96	107	42
Sandstein	1,66	1,23	105	124	37
Mitte-Nord	1,89	1,39	118	140	49
Ösling	1,66	1,29	109	133	41

Tab. 3.7b: N-Kennzahlen der Betriebsgruppen nach Region

4. Modellhafte Zusammenfassung der N-Bilanz und Zuteilung der N-Verluste

Nachdem die Ergebnisse der Stickstoffbilanz am Hoftor dargestellt und diskutiert wurden, wird ein Versuch unternommen, die Gesamtbilanz für einen durchschnittlichen Betrieb darzustellen. Unter Gesamtbilanz wird hier die Integration der Inputposten der Hoftorbilanz mit den Schätzwerten für N-Deposition aus der Luft und N₂-Fixierung, sowie die Zuordnung des Überschusses den jeweiligen Umweltkompartimenten, die von den N-Verlusten in Mitleidenschaft gezogen wurden, verstanden. Der Wert der N-Deposition aus der Luft (Tab. 3.8a) stammt aus der Literatur und betrifft die durchschnittliche Deposition von Stickstoffverbindungen über Staub und Niederschläge in Westeuropa. Der Wert der N₂-Fixierung (Tab. 3.8a) kommt ebenso von der Literatur und rechtfertigt sich folgendermaßen: Bei konventionellem Grünland wird eine durch-

INPUT	kg N/ha	%
Import Betriebsmittel	179	75,3
Dünger	122	51,2
Futtermittel	52	22,0
Andere	5	2,0
Humuszehrung Acker	19	7,9
N-Deposition	30	12,6
N2-Fixierung	10	4,2
GESAMT	238	100

Tab. 3.8a: Gesamtinput der NEB-Betriebe mit Schätzgrößen

schnittliche Stickstoffbindung über Leguminosen in Höhe von 20 kg/ha vorausgesetzt. Dies entspricht einem Weißkleeanteil von bis zu 4%. Aus Erhebungen von CONVIS-Beratern wird dieser Anteil nur bei wenigen Betrieben überschritten, bei manchen (die stickstoffintensivsten) sogar unterschritten. Da das Dauergrünland etwas mehr als 50% der LN bei den betrachteten Betrieben ausmacht und da der Anbau von Leguminosen im Ackerbereich sehr gering ist, wurde von einer fixierten Stickstoffmenge von 10 kg/ha im Schnitt der LN ausgegangen.

Der Inputbereich ergänzt sich mit den N-Mengen, die über die Humuszehrung freigesetzt werden (Tab. 3.8a). Der Humuskörper des Bodens wird somit als ein Speicher betrachtet, der bei dessen Abbau Stickstoff freisetzt. Die Humuszehrung wurde aus der Humusbilanz der am Düngeplan angeschlossenen Betriebe abgeleitet. In unserem Fall zehren die angebauten Ackerkulturen (Getreide, Raps, Mais und andere Hackfrüchte) ca. 38 kg N/ha Ackerfläche bzw. 19 kg N/ha LN. Insgesamt ergibt sich, zusammen mit den importierten Betriebsmitteln, ein Gesamtinput von 238 kg N/ha. Die Betriebsmittel haben den größten Anteil an diesem Input mit 75% der importierten N-Menge. Die N-Deposition kommt nicht über 13%, Humuszehrung und N₂-Fixierung spielen eine noch kleinere Rolle.

Im Outputbereich sind die verkauften Produkte und die exportierten organischen Dünger verantwortlich für 24% der N-Exporte aus dem System, die Humusmehrung trägt für weitere 10% bei (Tab. 3.8b). Bei der Humusmehrung wurde eine ähnliche Vorgehensweise angewendet wie bei der Humuszehrung: Aus dem Düngeplan wurden die über Leguminosen, Feldfutter, Zwischenfrüchte und organischen Dünger gelieferten Humuseinheiten berücksichtigt. Aus der Summe dieser Humusmengen (1 to Humus enthält 50 kg N) leitet sich eine N-Menge von ca. 48 kg N/ha Ackerfläche ab, so dass in die Bilanz ein Wert von 24 kg N/ha LN aus der Humusmehrung einfließt. Somit stellt die Humusmehrung in der N-Gesamtbilanz den Teil des N-Überschusses dar, der im Boden als Humus gespeichert wird. Im Fall der NEB-Betriebe kommt es, infolge des Unterschieds zwischen über Humuszehrung freigesetztem (19 kg/ha) und über Humusmehrung akkumuliertem (24 kg/ha) Stickstoff, zu einer Netto-Humusmehrung von 5 kg N/ha.

OUTPUT	kg N/ha	%
Verkaufsprodukte	57	24
Pfl. Produkte	24	10
Tiere	13	6
Milch	17	7
Exp. Org. Dünger	2	1
Humusmehrung Acker	24	10
N₂-Verluste	38	16
N₂O-Verluste	6	2
NH₃-Verluste	48	20
NO₃-Verluste	65	28
GESAMT	238	100

Tab. 3.8b: Gesamtoutput der NEB-Betriebe mit Schätzgrößen

Es verbleiben nun die N-Teile des Überschusses, welche den Kompartimenten Luft und (Grund-) Wasser zugeordnet werden müssen (Tab.3.8b). Zunächst können die Denitrifikationsverluste mit 40 kg N/ha veranschlagt werden. Es handelt sich um einen Literaturwert, der mittlere Verluste aus den Böden über Nitratauswaschung betrachtet. Denitrifikationsverluste können im Fall von hohem Grundwasserstand oder von Auenböden deutlich höher sein als der hier angesetzte Wert (150 kg N/ha und mehr). Auch sind diese Verluste von der Bodentextur (höhere Verluste kommen in schweren Böden vor) abhängig. Da die Texturverhältnisse in Luxemburg ausgeglichen sind (ganz schwere und sehr leichte Böden sind eher unterrepräsentiert), hat man sich hier für die mittleren Verluste entschieden. Die Denitrifikationsverluste sind hauptsächlich Verluste in Form von molekularem Stickstoff (N_2), als zweites Gas wird Lachgas freigesetzt. Der Lachgasanteil aus der Denitrifikation leitet sich aus der Treibhausgasbilanz (siehe Kap. VIII) ab und macht weniger als 4% der Denitrifikationsverluste aus. Auch die anderen Quellen der Lachgasemissionen (Stall, Lagerung und Ausbringung organischer Dünger, Weidegang und mineralische N-Dünger) stammen aus der Treibhausgasbilanz: Zusammen genommen ergibt sich ein N_2O -Ausstoßniveau von 6 kg N/ha im Schnitt der Betriebe.

Die Ammoniakverluste aus den verschiedenen Bereichen der Tierhaltung (siehe Lachgas) wurden anhand Emissionsfaktoren pro GVE und Jahr geschätzt: Diese machen, zusammen mit den Verlusten aus den mineralischen N-Düngern, insgesamt 48 kg N/ha aus. Die Nitratauswaschung errechnet sich aus der Differenz zwischen der Gesamtsumme und den Verlusten bzw. Exporten aus dem System. Im präsentierten Fall ergeben sich Nitratverluste in Höhe von 65 kg N/ha im Schnitt aller Flächen. Aus der Betrachtung der N_{min} -Werte, die in den Luxemburger Wasserschutzgebieten im Herbst festgestellt wurden, kann man durchaus behaupten, dass dieser Wert realistisch ist und somit den Tatsachen sehr nah kommt. Die Belastung durch Stickstoffverbindungen ist in allen Umweltbereichen sehr hoch, so dass trotz verbesserter Bilanzen noch weitere Anstrengungen notwendig sind, um von einer nachhaltigen Stickstoffwirtschaft sprechen zu können.

5 Schlussfolgerungen aus der N-Bilanz

Die Ergebnisse der N-Bilanz der ausgewerteten Betriebe haben gezeigt, dass ein Trend zur Reduzierung der N-Überschüsse in den betrachteten fünf Jahren eingesetzt hat. Dies verdankt sich im Wesentlichen dem Zusammenwirken von drei Hauptfaktoren:

- Reduzierung der Viehbestände (7% weniger DE seit Anbeginn des Projektes).
- Steigerung des Preises des mineralischen Stickstoffs (2005 wurde das höchste Preisniveau der letzten zehn Jahre erreicht).
- Breitflächige Verbreitung des Instrumentes der Düngeberatung zur Ausschöpfung aller auf den Betrieben vorhandenen Optimierungspotentiale.

Da in der nächsten Zukunft diese Faktoren weiter wirken werden bzw. mit einer Zunahme ihres Einflusses zu rechnen ist, ist mittelfristig mit einer weiteren Reduzierung der N-Salden zu rechnen. Inwieweit allerdings das Festgelegte Ziel der N-Bilanz, dass (es sei hier nochmals ausdrücklich vermerkt) kein ökologisches Optimum darstellt, auch auf allen Betrieben erreicht werden kann, wird von einer Reihe zusätzlicher Faktoren zusammenhängen. Die wesentlichen sind die Folgenden:

- a) Subventionierung von verlustarmer Ausbringungstechnik sowie emissionsarmer Lagerungsbehälter.
- b) Gülleausbringung im Betriebsverbund, um die Grenze von 170 kg Norg/ha einzuhalten.
- c) Adoption von umweltfreundlicheren Fleischsrinderproduktionen (z.B. Baby-Beef).
- d) Extensivierungsmaßnahmen und Steigerung der Grundfutterleistung in der Milchviehproduktion.
- e) Flächendeckende Intensivberatung im Bereich Wasserschutz.
- f) Förderung regenerativer Energien bei hohem Marktfruchtanteil.
- b) Förderung einer qualifizierten Beratung zur gezielten Eindämmung der Verluste und zur ökologischen und ökonomischen Optimierung des Betriebsmitteleinsatzes (Dünge- und Futtermittel vor allem).
- h) Die Bereitschaft der Landwirte, die Beratungsinhalte weiter umzusetzen.

Die Förderung einer vom Markt unabhängigen Beratung bleibt der wichtigste Garant für eine erfolgreiche Umsetzung der notwendigen Maßnahmen zur Eindämmung von Emissionen und Reduzierung von Umweltbelastungen durch Stickstoffverbindungen. Viel wurde schon erreicht, aber der Weg muss konsequent fortgesetzt werden. In Anbetracht der großen Herausforderungen, die sich im Bereich Boden, Wasser und Luft abzeichnen, ist und bleibt eine qualifizierte Beratung, wie jene die vom CONVIS-Beraterteam in die Praxis eingebracht wurde, unabdingbar für das Erreichen der gesellschaftlichen gewünschten Ziele.

IV Phosphor- und Kaliumbilanz

1. Einleitung

Die P- und K-Bilanz landwirtschaftlicher Betriebe sind vor allem vor dem Hintergrund der Bodengehalte des Betriebes zu interpretieren. Eine Grunddüngung nach den Regeln der guten fachlichen Praxis muss sich sowohl am Entzug der Pflanzen (besser: an der Abfuhr des pflanzlichen Materials) als auch an den Bodengehalten orientieren. Der Bodengehalt kann eine Anpassung der Düngung erfordern: Nach oben, wenn der P- bzw. K-Wert zu niedrig ist, oder nach unten wenn dieser zu hoch ist. Im vorangegangenen BIO 80-Projekt wurde das VDLUFA-Düngekonzept für P und K vorgestellt. Die Beratung vor Ort wurde von den CONVIS-Mitarbeitern konsequent nach diesem Prinzip durchgeführt. Die hier dargestellten Ergebnisse zeigen daher inwieweit es im Projektzeitraum möglich war, die Inhalte der Beratung umzusetzen und eine Optimierung der Grunddüngung zu erzielen.

2. Ergebnisse

Die durchschnittliche P- und K-Bilanzen der am Projekt teilnehmenden Betriebe waren überschüssig. Im Bereich Phosphor (Abb. 4.1a) wurde ein Saldo von 10 kg P₂O₅/ha, im Bereich Kalium (Abb. 4.1b) einen Überhang von 15 kg K₂O/ha erreicht. Die Situation ist angesichts der Bodengehalte von 15,2 mg P₂O₅ und 16,6 mg K₂O (Tab. 4.1a und 4.1b) unterschiedlich zu bewerten: Der P-Überschuss übersteigt das ökologische Optimum von max. 5 kg P₂O₅/ha, dagegen bleibt der K-Saldo unter der oberen Marke von 20 kg/ha und ist somit in jeder Hinsicht als nachhaltig und ressourcenschonend zu bewerten. Die Entwicklung der P- und K-Salden (Tab. 4.2a und 4.2b) zeigt eine geringe Veränderung der Ergebnisse der P-Bilanz und eine relativ konstantes Verhalten der K-Salden. Dabei muss gesagt werden, dass beim Übergang vom Jahr 2000

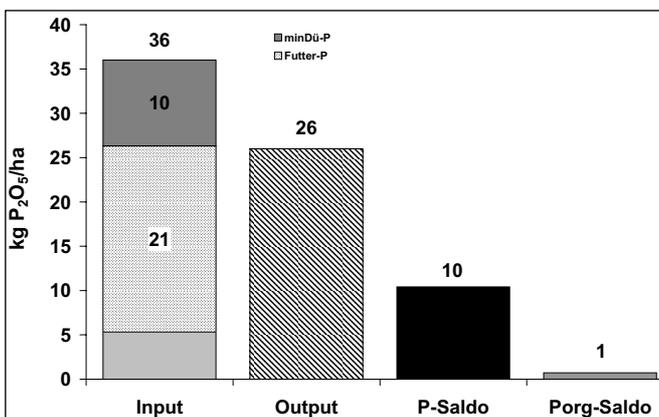


Abb. 4.1a: Durchschnittliche P-Bilanz der NEB-Betriebe

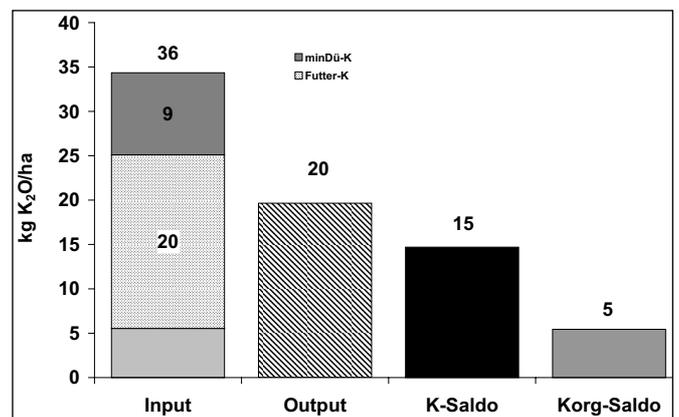


Abb. 4.1b: Durchschnittliche K-Bilanz der NEB-Betriebe

(Ende des BIO80-Projektes) zum Anfang des NEB-Projektes (2001) die P- und K-Salden stark zurückgegangen sind. Nach der Reduzierung auf fast die Hälfte der Überschüsse von 2000 blieben die P- und K-Salden während des gesamten NEB-Projektes auf einem sehr niedrigen Niveau. Verglichen mit den Salden des BIO 80-Projektes, kann man sagen, dass der P-Saldo sich im Schnitt von 20 auf 10 kg P₂O₅/ha halbiert, und der K-Saldo sich von 25 auf 15 kg K₂O/ha drastisch reduziert hat.

	MW 01-05	Med 0105	Min 0105	Max 0105	Std. Abw.	MW BIO 80
P-Input (kg/ha)	36	30	10	235	29	44
P-Output (kg/ha)	26	21	9	220	26	22
P-Saldo (kg/ha)	10	10	-15	53	12	22
P-Effizienz (%)	71%	73%	27%	212%	32%	50%
GVE/ha	1,58	1,49	0,76	5,16	0,68	1,64
P-Dünger (kg/ha)	10	9	0	44	9	20
P-Saldo o. MD (kg/ha)	1	-2	-24	46	11	2
P-Futter (kg/ha)	21	16	6	218	27	21
P Boden (mg CAL)	15,4	15,1	6,3	32,9	4,7	17,8*
P-Max.-Saldo (kg/ha)	5	-	-	-	-	5
Δ Ist-Max.-Saldo (kg/ha)	5	-	-	-	-	17
P-Gras (g/kg)	3,386	3,363	2,551	4,304	0,392	3,188
P-Mais (g/kg)	2,048	2,040	1,479	4,370	0,298	-

Tab. 4.1a: Kennzahlen der P-Bilanz der NEB-Betriebe und Mittelwert Bio80

	MW 01-05	Med 0105	Min 0105	Max 0105	Std. Abw.	MW BIO 80
K-InKut (kg/ha)	34	30	10	220	26	43
K-OutKut (kg/ha)	20	17	3	121	17	18
K-Saldo (kg/ha)	15	15	-17	99	18	25
K-Effizienz (%)	57%	54%	12%	276%	46%	42%
GVE/ha	1,58	1,49	0,76	5,16	0,68	1,64
K-Dünger (kg/ha)	9	7	0	46	10	21
K-Saldo o. MD (kg/ha)	5	4	-44	96	18	4
K-Futter (kg/ha)	20	15	5	214	26	23
K Boden (mg CAL)	17,0	16	8	31	4	18,5*
K-Max.-Saldo (kg/ha)	20	-	-	-	-	20
Δ Ist-Max.-Saldo (kg/ha)	-5	-	-	-	-	5
K-Gras (g/kg)	28,225	28,167	17,345	35,360	3,559	26,318
K-Mais (g/kg)	10,572	10,483	6,370	17,960	1,672	-

Tab. 4.1b: Kennzahlen der K-Bilanz der NEB-Betriebe und Mittelwert Bio80

	2001	2002	2003	2004	2005	Δ 05-01%
P-Input (kg/ha)	34	34	37	37	38	13%
P-Output (kg/ha)	21	25	27	28	28	34%
P-Saldo (kg/ha)	13	10	11	9	10	-23%
P-Effizienz (%)	62%	72%	72%	75%	74%	19%
GVE/ha	1,61	1,56	1,57	1,58	1,59	-1%
P-Dünger (kg/ha)	7	9	11	10	11	62%
P-Saldo o. MD (kg/ha)	6	0	0	-1	-1	-122%
P-Futter (kg/ha)	19	20	21	22	21	9%
P Boden (mg CAL)	15,5	16,0	16,1	15,7	15,7	1%
P-Max.-Saldo (kg/ha)	5	5	5	5	5	0%
Δ Ist-Max.-Saldo (kg/ha)	8	5	6	4	5	-37%

Tab. 4.2a: Entwicklung der P-Bilanz der NEB-Betriebe

	2001	2002	2003	2004	2005	Δ 05-01%
K-InKut (kg/ha)	32	33	36	35	36	13%
K-OutKut (kg/ha)	17	19	20	21	21	27%
K-Saldo (kg/ha)	15	14	16	15	15	-2%
K-Effizienz (%)	53%	59%	56%	59%	59%	12%
GVE/ha	1,61	1,56	1,57	1,58	1,59	-1%
K-Dünger (kg/ha)	7	9	11	10	9	26%
K-Saldo o. MD (kg/ha)	8	4	5	5	5	-28%
K-Futter (kg/ha)	18	18	20	20	21	11%
K Boden (mg CAL)	16,8	17,3	17,1	17,0	17,1	2%
K-Max.-Saldo (kg/ha)	20	20	20	20	20	0%
Δ Ist-Max.-Saldo (kg/ha)	-5	-6	-4	-5	-5	6%

Tab. 4.2b: Entwicklung der K-Bilanz der NEB-Betriebe

Die Analyse der P- und K-Flüsse in den Betrieb (Tab. 4.3a) macht deutlich, dass der Futterzukauf der wichtigste Posten für den Import von Phosphor und Kalium in den Betrieb gewesen ist. Die Dünger folgen an zweiter Stelle. Dies ist ebenso eine wichtige Veränderung gegenüber dem Bio80-Projekt, da dort

INPUT	kg P ₂ O ₅ /ha	P%	P% (Dü;Fu)	kg K ₂ O/ha	K%	K% (Dü;Fu)
Dünger	13	36,4	100	11	32,1	100
Min. Dünger	10	26,8	73,5	9	26,9	83,9
Sero-Dünger	3	7,2	19,9	1	2,1	6,5
Lw. Org. Dü	1	2,4	6,6	1	3,1	9,6
Co-Fermente	0,3	0,9	-	0,9	2,7	-
Futtermittel	21	56,8	100	20	57,0	100
Krafffutter	17	47,2	83,1	19	53,9	94,6
Rauhfutter	0,3	0,9	1,5	1	3,1	5,4
Mineralien	3	8,7	15,3	0	0,0	0,0
Stroh	0,3	0,9	-	2	6,6	-
Saatgut	0,3	1,0	-	0,3	0,9	-
Tierzukauf	1	4,0	-	0,2	0,7	-
GESAMT	36	100	-	34	100	-

Tab. 4.3a: Stofffluss des P- und K-Inputs

die Dünger noch die wichtigste Importquelle für P und K in die Betriebe waren. Dies bestätigt, dass vor allem der Rückgang der Düngemittelimporte dafür verantwortlich war, dass die P- und K-Bilanzen spürbar besser geworden sind. Wichtig ist auch die Betrachtung, dass das Stroh mit fast 7% der K-Importe an dritter Stelle bei Kalium und die Tierimporte mit 4% an dritter Stelle bei Phosphor liegen.

OUTPUT	kg P ₂ O ₅ /ha	P%	P% (Dü;Fu)	kg K ₂ O/ha	K%	K% (Dü;Fu)
Pfl. Produkte	10	40,2	100	11	56,9	100
Marktfrüchte	9	36,5	90,9	7	35,8	62,9
Raufutter	1	2,6	6,4	2	11,4	20,0
Stroh	0	1,1	2,6	2	9,7	17,1
Tiere	7	27,5	100	1	6,4	100
Rinder	5	20,2	73,3	1	4,5	70,8
Schweine	2	7,2	26,2	0,4	1,8	28,6
Sonst.	0,0	0,1	0,5	0,0	0,0	0,5
Milch	7	26,6	-	6	28,5	-
Org. Dünger	1	5,7	-	2	8,1	-
GESAMT	26	100	-	20	100	-

Tab. 4.3b: Stofffluss des P- und K-Outputs

Im Outputbereich (Tab. 4.3b) unterschieden sich P und K noch deutlicher: Pflanzliche Erzeugnisse sind zwar für beide Nährstoffe der wichtigste Ausfuhrvehikel, machen aber bei P nur 40%, bei K sogar 57% der Exporte aus. Der Tierexport ist wesentlich wichtiger für P als Exportquelle, während mit den organischen Düngern mehr K exportiert wird. Das Verhältnis ist bei der Milch ziemlich ausgeglichen.

Das Verhältnis ist bei der Milch ziemlich ausgeglichen.

Eine Betrachtung der Betriebe gegliedert nach der Güte des erzielten Ergebnisses (Tab. 4.4a und 4.4b) macht auch hier deutlich, dass im Schnitt die Kaliumbilanzen näher dem optimalen Ziel kommen. Die mittleren Betriebe fallen bei K unterhalb der Obermarke von 20 kg K₂O/ha, im Fall von P liegen sie 3 kg darüber. Beiden Bilanzen ist gemeinsam, dass die Betriebe mit dem mittleren und schlechteren Bilanzergebnis sich im Bodengehalt nicht wesentlich von der besten Betriebsgruppe unterscheiden (Tab. 4.5a und 4.5b), wohl aber im Viehbesatz und beim Phosphor auch im Import von mineralischem Düngemittel. Es fällt nämlich auf, dass die Betriebe mit den höheren Salden mehr P-Dünger importieren, obwohl sie mehr organische Dünger haben.

Betriebe	P-Input (kg/ha)	P-Output (kg/ha)	P-Saldo (kg/ha)	P-Effizienz (%)	Saldo o. MD (kg/ha)	Ist-Soll (kg/ha)
Alle	36	26	10	71%	1	5
25% beste	23	26	-3	113%	-7	-8
mittlere	35	27	8	77%	-1	3
25% weniger gute	48	24	25	49%	10	20

Tab. 4.4a: Durchschnittliche P-Bilanz der Betriebsgruppen nach Höhe des P-Saldos

Betriebe	K-Input (kg/ha)	K-Output (kg/ha)	K-Saldo (kg/ha)	K-Effizienz (%)	Saldo o. MD (kg/ha)	Ist-Soll (kg/ha)
Alle	34	20	15	57%	5	-5
25% beste	24	28	-5	120%	-13	-25
mittlere	29	16	13	55%	4	-7
25% weniger gute	56	19	37	34%	26	17

Tab. 4.4b: Durchschnittliche K-Bilanz der Betriebsgruppen nach Höhe des K-Saldos

Betriebe	LN Ø	FF%	DE/ha	GVE/ha	kg Pmin/ha	mg P Boden
Alle	119,64	78%	1,22	1,58	10	15,4
25% beste	111,59	76%	1,10	1,38	4	16,5
mittlere	115,40	78%	1,26	1,67	9	14,4
25% weniger gute	135,69	79%	1,25	1,61	15	15,9

Tab. 4.5a: Kennzahlen der Betriebsgruppen nach Höhe des P-Saldos

Betriebe	LN Ø	FF%	DE/ha	GVE/ha	kg Kmin/ha	mg K Boden
Alle	119,64	78%	1,22	1,58	9	17,0
25% beste	114,99	68%	0,95	1,18	8	16,3
mittlere	117,12	80%	1,18	1,54	9	16,3
25% weniger gute	122,36	83%	1,53	2,05	11	18,8

Tab. 4.5b: Kennzahlen der Betriebsgruppen nach Höhe des K-Saldos

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die P- und K-Bilanzen sich im Projektzeitraum deutlich verringert haben bzw. auf einem insgesamt sehr niedrigen Niveau geblieben sind. Die K-Bilanzen sind im Schnitt unterhalb der Nachhaltigkeitsobergrenze, die P-Salden haben sich dieser deutlich angenähert. Trotz erzielter Optimierung im Schnitt aller Bilanzen ist noch etwas an Überzeugungsarbeit zu leisten, um alle Betriebsleiter dazu zu bringen, die P- und K-Mengen in den organischen Düngern korrekt anzurechnen. Es darf auch nicht vergessen werden, dass manchmal eine optimale Verteilung der organischen

Dünger auf allen Betriebsflächen nicht möglich ist, so dass solche Betriebe P- und/oder K-Dünger auch dann importieren müssen, wenn genug organischer Dünger vorhanden ist. In diesen Fällen muss natürlich ein Überschuss toleriert werden.

Region	P-Input (kg/ha)	P-Output (kg/ha)	P-Saldo (kg/ha)	Pmin (kg/ha)	Saldo o. MD (kg/ha)	P-Effizienz (%)
Mosel	30	21	9	7	2	75
Minette	39	23	17	14	3	65
Sandstein	31	22	8	11	-3	82
Mitte-Nord	41	29	12	11	1	75
Ösling	37	25	12	19	-6	70

Tab. 4.6a: Durchschnittliche P-Bilanz der Betriebsgruppen nach Region

Region	GVE/ha	DE/ha	FF%	Ist-Soll (kg/ha)	mg P Boden	Dünger-P (kg/ha)
Mosel	1,51	1,15	81%	4	18	9
Minette	1,55	1,13	79%	12	9	18
Sandstein	1,66	1,23	84%	3	14	14
Mitte-Nord	1,95	1,39	80%	7	17	13
Ösling	1,66	1,29	80%	7	17	19

Tab. 4.6b: P-Kennzahlen der Betriebsgruppen nach Region

Region	K-Input (kg/ha)	K-Output (kg/ha)	K-Saldo (kg/ha)	Kmin (kg/ha)	Saldo o. MD (kg/ha)	K-Effizienz (%)
Mosel	30	16	14	7	7	62
Minette	32	18	13	10	3	68
Sandstein	30	17	13	12	1	67
Mitte-Nord	45	20	24	13	12	51
Ösling	43	24	20	20	0	58

Tab. 4.7a: Durchschnittliche K-Bilanz der Betriebsgruppen nach Region

Region	GVE/ha	DE/ha	FF%	Ist-Soll (kg/ha)	mg K Boden	Dünger-K (kg/ha)
Mosel	1,51	1,15	81%	-6	22	6
Minette	1,55	1,13	79%	-7	16	10
Sandstein	1,66	1,23	84%	-7	15	12
Mitte-Nord	1,95	1,39	80%	4	16	12
Ösling	1,66	1,29	80%	0	17	20

Tab. 4.7b: K-Kennzahlen der Betriebsgruppen nach Region

Somit bilden diese beiden Regionen die zwei Extreme hinsichtlich der P-Bilanz. Von den drei übrigen Regionen ragt das Ösling etwas aus der Reihe: Hier werden höhere Mengen an P-Dünger als in den anderen Regionen importiert, was aber eher mit der Tradition der Düngung in der Region sowie mit den niedrigen pH-Werten, die hohe Importe an Thomasmehl bewirkt haben, in Zusammenhang zu bringen ist. Dennoch weist das Ösling nicht den höchsten P-Saldo auf und auch nicht die schlechteste Effizienz. Das besagt wiederum, dass die Höhe der Düngung in dieser Gegend in einer vernünftigen Relation zum Ertrag steht. Wichtig ist auch der Tatbestand, dass auf regionaler Ebene kein Zusammenhang zwischen P-Saldo und Viehbesatz gefunden werden konnte. So zum Beispiel hat der Süd-Westen (Minette) gleichzei-

3 Einflussfaktoren der P-Bilanz

3.1 Bodengehalte und Region

Dass die vorgelegten Ergebnisse der P- und K-Bilanzen durchaus in Übereinstimmung mit den Zielen der Beratung stehen, kann aus den Tab. 4.6a und b sowie aus den Tab. 4.7a und b entnommen werden. Aus diesen Tabellen wird klar, dass die Salden an P und K sich nach Region unterscheiden lassen.

Im P-Bereich zeigt der Süd-Westen (Minette) den höheren Überschuss (17 kg/ha): Dies ist mit den niedrigen Bodengehalten zu erklären. Ebenso ist der P-Saldo der Betriebe an der Mosel (nach den Betrieben des Sandsteingebietes) der niedrigste angesichts eines höheren P-

tig die niedrigsten Viehzahlen und den höchsten P-Saldo. Dass macht einmal mehr deutlich, dass der entscheidende Faktor zur Bestimmung der P-Bilanz und des P-Saldo der Bodengehalt ist. Abb. 4.2a-d bestätigt diesbezüglich, dass die Höhe der P- und K-Bilanz bzw. der Grunddüngung und der Bodengehalt in einem negativen Verhältnis zueinander stehen, auch wenn keine der Korrelationen statistisch absicherbar

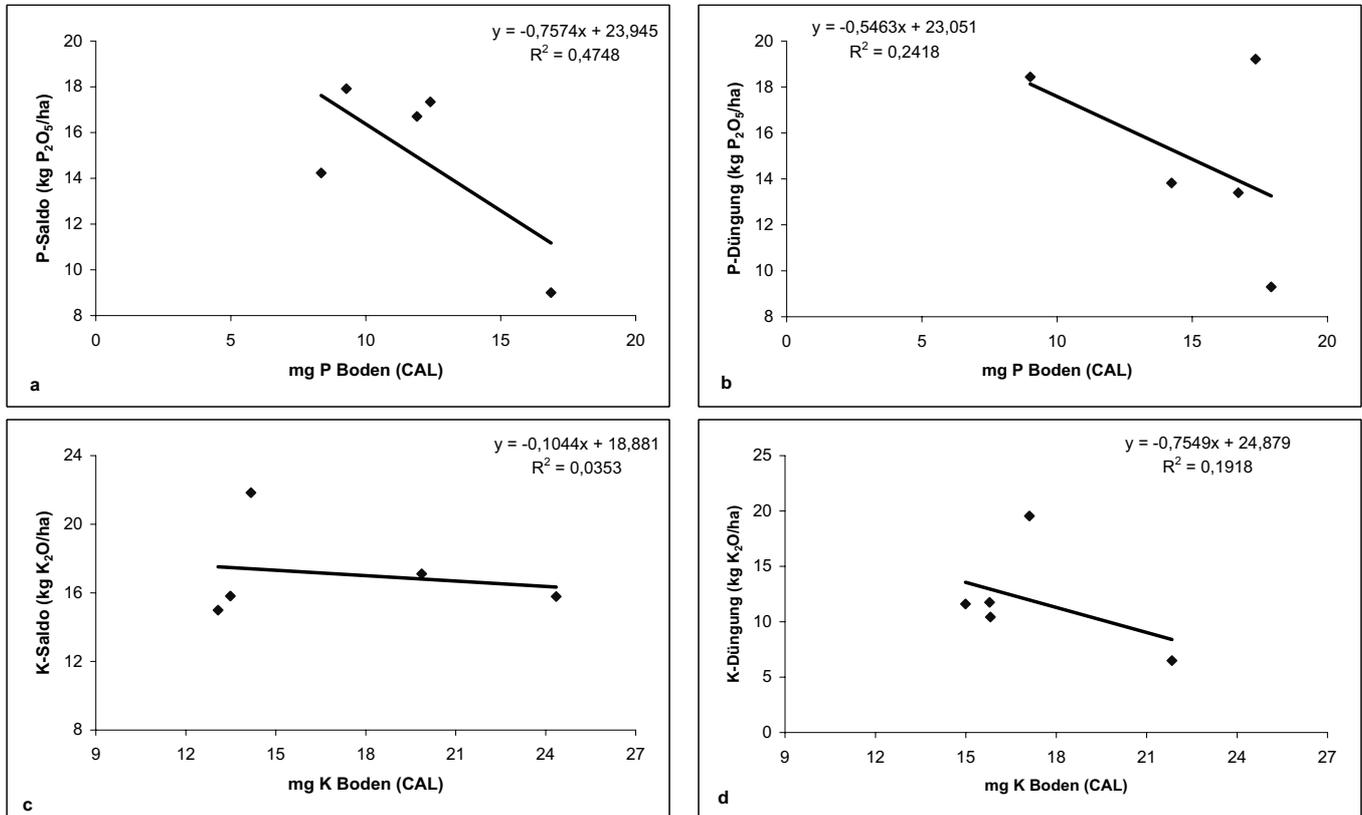


Abb. 4.2a-d: Beziehung zwischen P- und K-Saldo bzw. P- und K-Düngung und Bodengehalt

ist. Aus dem leitet sich ab, dass zumindest in der Tendenz die Betriebe sich bei der P-Düngung am Bodengehalt orientieren, so wie von der Beratung empfohlen.

Im Wesentlichen lassen sich die Bemerkungen zu P-Bilanz in Zusammenhang mit Region und Bodengehalt auch auf K übertragen (Tab. 4.7a und 4.7b). Die Höhe der K-Düngung folgt in den jeweiligen Regionen durchaus dem Bodengehalt (siehe auch Abb. 4.2d), so dass auch hier die Zahlen einen wertvollen Hinweis zur Umsetzung der Beratungsinhalte liefern. Problematischer ist hier der Zusammenhang zwischen K-Saldo und entsprechendem Bodengehalt: Wie aus Abb. 4.2c zu entnehmen ist, besteht diesbezüglich keine wahrnehmbare Tendenz. Dagegen ist beim K-Saldo der Einfluss des Viehbesatzes deutlicher als beim P-Saldo (höhere K-Überschüsse stimmen mit höheren Viehdichten überein, siehe Tab. 4.7a und 4.7b). Dies liegt unter anderem mit der Tatsache zusammen, dass die K-Effizienz der Tierproduktion sehr gering ist. Der Tierkörper enthält sehr wenig Kalium, so dass fast das gesamte aufgenommene K wieder ausgeschieden wird. Dies besagt allerdings nur, dass die Reduzierung bzw. Optimierung der Düngung nur bedingt Einfluss auf die Höhe der K-Salden hat: Diese kann trotz hohem Viehbesatz nachhaltig sein, wie auch von der Tatsache bewiesen ist, dass mit Ausnahme der Region Mitte-Nord (Streifen Redange-

Vianden) im Schnitt der Betriebe die Obermarke von 20 kg/ha nicht überschritten wird. Der Rückgang der K-Salden in den letzten zehn Jahren beweist musterhaft, dass es durchaus möglich ist, unnötigen Aufwand zu vermeiden ohne die Ertragsfähigkeit der Betriebe zu beeinträchtigen.

3.2 Entwicklung der Bodengehalte im Projektzeitraum

Die Grunddüngung verfolgt zwei Ziele: Zum einen das Gewähren eines Adäquaten Versorgungsniveau an Nährstoffen für die Pflanzen, zum anderen das langfristige Sicherstellen der Bodenversorgung, als Maßnahme zur Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit. Es wurde bislang gezeigt, dass die P- und K-Bilanzen Überschüsse aufweisen, so dass im Durchschnitt der Betriebe die Erste Aufgabe der Grunddüngung gewährleistet ist. Es stellt sich

aber nun die Frage, ob angesichts zurückgehender Salden auch die Erhaltung des Ertragspotentials gewährleistet ist. Dabei darf nicht vergessen werden, dass vor allem die P-Bilanz im Durchschnitt der Betriebe (11 kg/ha) noch relativ deutlich über dem ökologischen Optimum (5 kg/ha) liegt.

Jahr	ha	mg P ₂ O ₅	mg K ₂ O
2001	8614	15,9	17,1
2002	8681	15,6	17,1
2003	8800	15,3	16,8
2004	8872	15,3	16,9
2005	9173	15,1	16,7
Variation (2005 als % von 2001)		-4,9	-2,4

Tab. 4.8: Entwicklung der Bodengehalte von CONVIS-Betrieben (n=87)

Eine erste Antwort auf diese Frage liefert Tab. 4.8: Insgesamt hat sich im Projektzeitraum der durchschnittliche Bodengehalt an P um Knapp 5% und der entsprechende K-Gehalt um 2,4% verringert. Man kann also sagen, dass der Rückgang der Salden, welcher innerhalb von zehn Jahren sehr stark gewesen ist, auch einen Rückgang im Bodengehalt der Betriebe bewirkt hat, so wie es auch von der Theorie zu erwarten war. Betrachtet man das absolute Niveau, kann behauptet werden, dass im Schnitt aller Betriebe die

Böden mir P und K weiterhin optimal versorgt sind. Da einerseits der Viehbesatz noch verhältnismäßig hoch ist und andererseits die mineralische Düngung mittlerweile sehr niedrig ist, ist mit einem Rückgang der Salden und somit auch der Bodengehalte in absehbarer Zeit nicht zu rechnen. So besteht letzten Endes unter diesem Gesichtspunkt kein Grund zur Besorgnis.

3.3 Bodengehalte und Gehalte im Grundfutter

Ein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen P-Bodengehalt und P-Gehalt im Grundfutter konnte sowohl im Fall von Gras als auch im Fall von Mais ermittelt werden (Abb. 4.3a und 4.3b). Im Fall des K-Bodengehaltes war der Zusammenhang nur mit dem P-Gehalt vom Gras gegeben, nicht aber mit dem P-Gehalt vom Mais (Abb. 4.3c und 4.3d). Diese Zusammenhänge machen deutlich, dass so was wie ein Luxuskonsum an Nährstoffen durch die Pflanzen möglich ist. Dies wird besonders beim Gras klar, bei dem anhand einer Bewertungsmethode aus Frankreich (1999) auch festgestellt werden konnte, dass im Schnitt der Betriebe die P- und K-Werte im Aufwuchs (Analyse der Grassilage) zu 86% bei P und zu 92% bei K den ausreichenden bzw. erhöhten

%P-Analysen	%K-Analysen	Wertung
0	0	Zu niedrig
0	8	Unzureichend
18	48	Ausreichend
68	43	Sehr gut
14	1	Zu hoch

Tab. 4.9: Verteilung der P- und K-Analysen vom Gras nach Gehaltsstufen (L'analyse d'herbe, 1999)

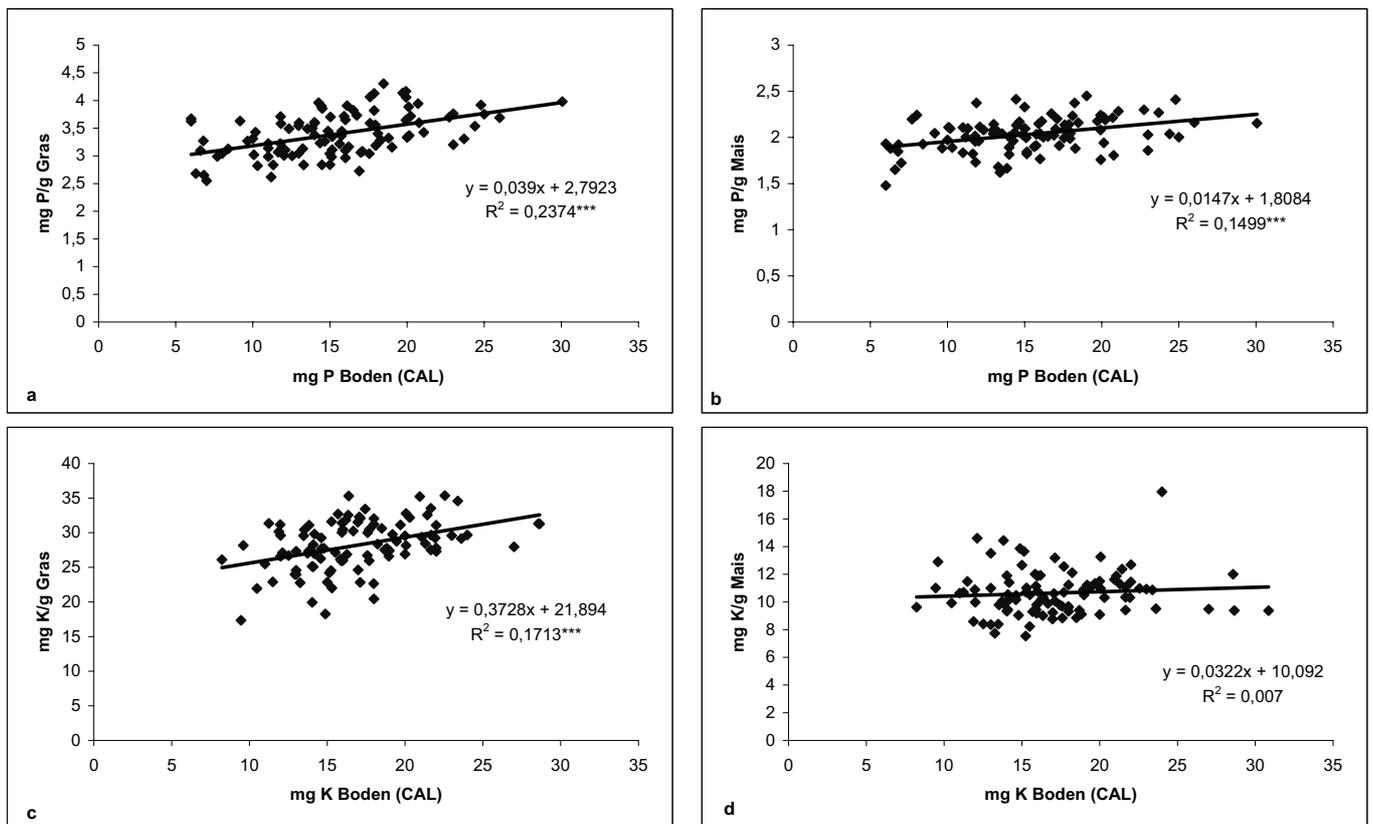


Abb. 4.3a-d: Beziehung zwischen P- und K-Gehalt im Gras bzw. im Mais und Bodengehalt

Versorgungsklassen angehören (Tab. 4.9). Dies ist wichtig, weil dadurch bewiesen wird, dass trotz zurückgehender P- und K-Salden und entsprechender Düngung die Pflanzenbestände noch ausreichend bzw. mehr als ausreichend versorgt sind. Beim Beibehalten eines verhältnismäßig hohen Viehbesatzes wird also auch in der Zukunft im Schnitt kein Mangel an P und K zu erwarten sein. Eine Ergänzungsdüngung wird aber immer bei jenen Betrieben am wahrscheinlichsten sein, welche schwach mit Vieh besetzt sind. Besonders hier ist die Entwicklung der Bodengehalte mit Sorgfalt zu betrachten.

4 Schlussfolgerungen aus den P- und K-Bilanzen

Die Ergebnisse der P- und K-Bilanzen zeigen eine spürbare Reduzierung der P- und K-Überschüsse. Dabei wurde im Schnitt der Betriebe im Fall von Kalium das Ziel einer Begrenzung nach oben (20 kg/ha) erreicht, im Fall von P wurde die Zielmarke im Schnitt zwar verfehlt (5 kg/ha), dennoch konnte die Distanz zu dieser Marke deutlich verringert werden.

Es konnte auch gezeigt werden, dass die Entwicklung der Bodengehalte an P und K etwas rückläufig ist, was angesichts der zurückgehenden Salden auch zu erwarten war. Das durchschnittliche Versorgungsniveau der Böden bleibt jedoch deutlich auf einem optimalem Niveau (15,2 mg P₂O₅ und 16,6 mg K₂O), und bildet somit auch für die Zukunft eine ausgezeichnete Ausgangsbasis für hohe Erträge. Bei gleichbleibendem Viehbesatz ist mit einem weiteren Rückgang der Bodengehalte nicht zu rechnen.

Es konnte auch festgestellt werden, dass eine Beurteilung der Versorgung mit P und K von Gras und Mais kein Mangel aufgespürt hat. Ein Rückgang im Boden geht nicht mit einem Rückgang des Ertragspotentials einher. Die Zahlen des Outputs von P und K sind steigend, so dass zurzeit beide Nährstoffe keine ertragslimitierenden Faktoren darstellen.

Im Schnitt der Betriebe ist der Saldo ohne Import der organischen Dünger für beide Nährstoffe ausgeglichen. Dies bedeutet, dass durch das innerbetriebliche Recycling genug P und K vorhanden ist, um keine Defizite im Boden zu bekommen. Voraussetzung dafür ist nicht nur eine gleichmäßige Verteilung der organischen Dünger im jeweiligen Betrieb, sondern auch eine überbetriebliche Verteilung der Überschüsse von Betrieben mit hohem zu Betrieben mit niedrigem Viehbesatz. Der Gesetzgeber ist dazu aufgefordert, auch der Schonung der knappen Ressourcen P und K halber, die Voraussetzungen dafür zu schaffen. Gemeinschaftliche Biogasanlagen liefern bzw. können einen wertvollen Beitrag in dieser Hinsicht liefern.

V Humusbilanzierung

1 Einleitung

Die Humusbilanzierung aller CONVIS-Betriebe erfolgt über den Düngeplan. Es handelt sich also um eine Projektion in die Zukunft der Betriebe und nicht um eine Aufnahme von tatsächlichen Daten. Das bedeutet, dass auf betrieblicher Ebene durchaus Abweichungen von der berechneten Bilanz möglich sind, wenn das Anbauverhältnis sowie die erfolgte organische Düngung anders verlaufen als geplant. Dennoch lässt die mittlerweile langjährige Erfahrung auf den betreuten Betrieben kaum Zweifel daran, dass die Abweichungen im mehrjährigen Durchschnitt geringfügig sind. Die Daten der organischen Düngung und der angebauten Kulturen sind demzufolge durchaus aussagefähig im Hinblick auf die Bewertung der Humusversorgung der Ackerflächen. Die Abweichungen zwischen Düngeplan und Praxis sind deutlich höher im Bereich der mineralischen Düngung.

Die Beratung auf diesem Gebiet zielt generell auf eine ausgeglichene Humusbilanz (Versorgungsgrad von $100 \pm 10\%$). Eine stark positive Humusbilanz wird nur dann toleriert, wenn gleichzeitig eine ausgeglichene N-Bilanz vorliegt. Daher muss der Versorgungsgrad immer vor dem Hintergrund der Gegebenheiten des jeweiligen Standortes beurteilt werden. Dies bildet die Voraussetzung für eine korrekte Beurteilung der hier vorgestellten Ergebnisse.

2 Ergebnisse

Die Humusbilanz der am Projekt teilnehmenden Betriebe weist im Fünfjahresraum 2001-2005 einen Überschuss von 0,11 Humuseinheiten/ha auf (Abb. 5.1). Es sei hier nochmals erwähnt, dass 1 Humuseinheit (t) einer Tonne Humus entspricht. Als Versorgungsgrad (d.h. als % des Bedarfs humuszehrender Kulturen) ausgedrückt, ergibt sich eine Humusversorgung im Schnitt der Betriebe und der fünf Jahre in Höhe

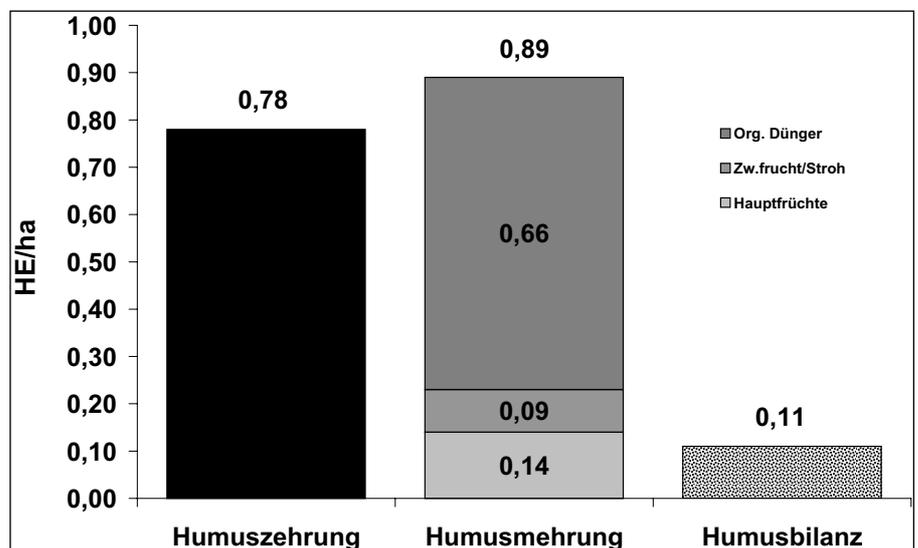


Abb. 5.1: Durchschnittliche Humusbilanz der NEB-Betriebe (n = 59)

von 114% (Tab. 5.1). Dies bedeutet, dass der durchschnittliche NEB-Betrieb eine positive Humusbilanz hat. Der positive Humussaldo von 0,11 HE/ha weist nämlich darauf hin, dass eine leichte Akkumulation an organischer Substanz in den Böden der Betriebe stattfindet. Diese Zahl findet sich auch in der CO₂-Bilanz (siehe Kap. 8) wieder.

Bilanzposten	Einheit	2001	2002	2003	2004	2005
Humusmehrung Hauptfrucht	HE/ha	0,15	0,13	0,13	0,16	0,15
Humusmehrung Zw.frucht+Erntereste	HE/ha	0,09	0,08	0,09	0,10	0,09
Humusmehrung organische Dünger	HE/ha	0,64	0,67	0,69	0,64	0,65
Humuszehrung	HE/ha	-0,78	-0,79	-0,78	-0,77	-0,78
Humusbilanz	HE/ha	0,09	0,10	0,14	0,12	0,11
Versorgungsgrad	%	112	112	118	115	114

Tab. 5.1: Entwicklung der Humusbilanz der NEB-Betriebe (n = 59)

Innerhalb der fünf Jahre (Tab. 5.1) haben sich die Zahlen der Humusbilanz nicht wesentlich geändert, so dass wir annehmen können, dass sich die Anbauverhältnisse und das Niveau der organischen Düngung auf den Ackerflächen mittlerweile stabilisiert haben. Dies liefert einen anderen Beweis dafür, dass die Datenqualität der Humusbilanzierung auf der Basis der Düngeplanung einwandfrei ist. Anders als beim vorausgegangenen Projekt BIO 80 haben die Betriebe im Schnitt die Anforderungen der Beratung sehr gut umgesetzt, da jetzt nicht nur im Ösling sondern auch im Gutland (vgl. Kap. 3.2) eine ausgeglichene Bilanz eingehalten wird. Es kann allerdings punktuell noch zu großen Abweichungen zum Schnitt kommen, wie das Minimum der Humusbilanz (siehe Tab. 5.2) für die ausgewerteten Betriebe deutlich macht. Dennoch muss hier klar gesagt werden, dass diese Zahlen eindeutig belegen, dass die Einhaltung der Cross-Compliance-Kriterien für die NEB-Betriebe keine Schwierigkeiten bereitet.

Bilanzposten	Einheit	MW	MEDIAN	MIN	MAX	ST.ABW.
Humusmehrung Hauptfrucht	HE/ha	0,14	0,11	0,00	0,66	0,17
Humusmehrung Zw.frucht+Erntereste	HE/ha	0,09	0,07	-0,01	0,21	0,06
Humusmehrung organische Dünger	HE/ha	0,66	0,65	0,24	1,41	0,32
Humuszehrung	HE/ha	-0,78	-0,79	-1,17	-0,37	0,17
Humusbilanz	HE/ha	0,11	0,08	-0,61	1,05	0,36
Versorgungsgrad	%	114	109	40	314	59

Tab. 5.2: Statistik der Humusbilanz der CONVIS-Betriebe (n = 59)

3 Einflussfaktoren der Humusbilanz

3.1 Viehbesatz

Der Zusammenhang zwischen Viehbesatzdichte und Humusbilanz wurde schon in den Auswertung des BIO 80-Projektes hervorgehoben, dennoch kann nun eine deutlich breiter gewordene Datengrundlage präzisere Aussagen ermöglichen. Der Zusammenhang zwischen Viehbesatz einerseits und Humussaldo der Betriebe sowie Höhe der gelieferten Humuseinheiten über die organische Düngung andererseits ist statistisch signifikant (Abb. 5.2, 5.3), und dies untermauert die Beobachtungen der Vergangenheit. Wichtig ist aber auch, dass zwischen Viehbesatz und den durch Zwischenfrüchte und Erntereste gelieferten Humuseinheiten eine negative statistisch absicherbare Korrelation gefunden wurde (Abb. 5.4). Dieser Sachverhalt hat mehrere Ursachen:

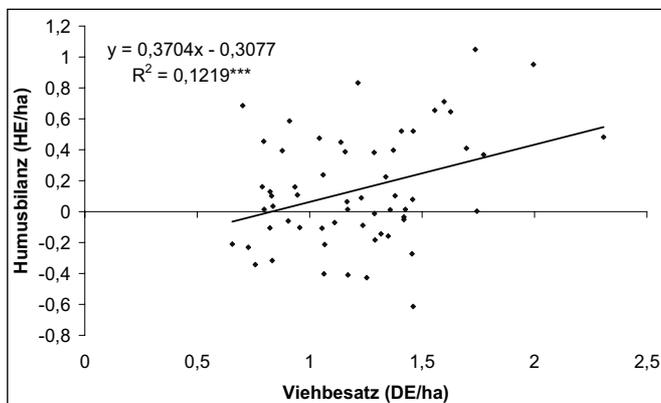


Abb. 5.2: Beziehung zwischen Viehbesatz und Humusbilanz

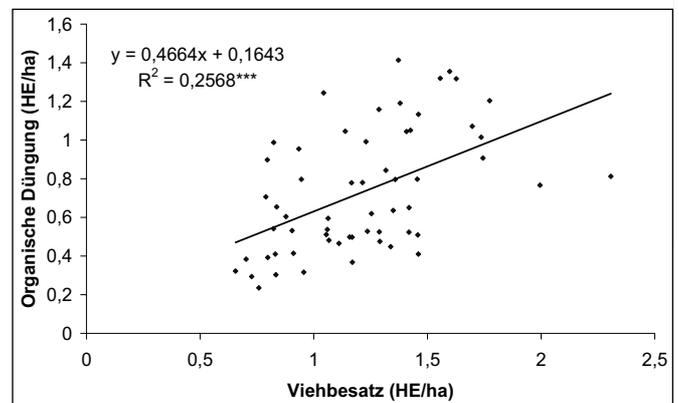


Abb. 5.3: Beziehung zwischen Viehbesatz und organischer Düngung im Humushaushalt

- Betriebe mit hohem Viehbesatz benötigen mehr Stroh (Getreidestroh) als Betriebe mit weniger Vieh. Dies führt dazu, dass das Stroh vor allem in viehstarken Betrieben aus dem Feld geräumt wird, während wenn auch nicht in großem Umfang das Stroh manchmal in vieharmen Betrieben gehäckselt wird.
- Dem kann beigelegt werden, dass Erntereste aus dem Rapsanbau vor allem in Betrieben mit hohem Marktfruchtanteil in größerem Umfang vorkommen, während der Anbau von Raps bei hohem Viebesatz zwangsläufig zugunsten des Futterbaus abnimmt.
- Schließlich bietet sich der Anbau von Zwischenfrüchten vor allem bei vieharmen Betrieben als mögliche Humusquelle an, auch wenn in sensiblen Gebieten (Wasserschutz) dieser Anbau auch den viehstarken Betrieben durchaus zu empfehlen wäre. Allerdings ist gerade in diesen Gebieten der häufige Anbau von Mais auf Mais ein Hindernis für den Anbau von Zwischenfrüchten.

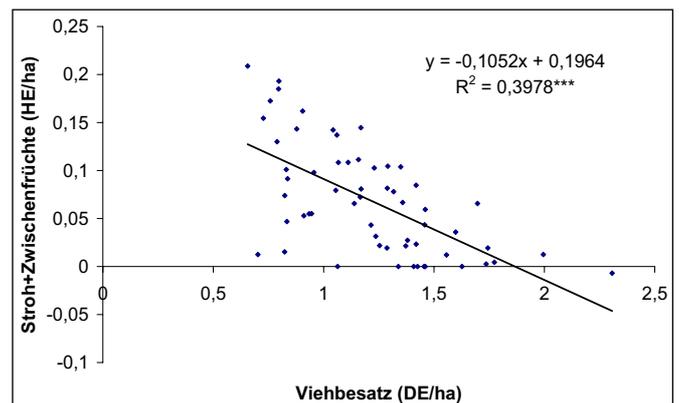


Abb. 5.4: Beziehung zwischen Viehbesatz und Stroh- bzw. Gründung im Humushaushalt

Als zusätzliche Quelle von Humus für vieharme Betriebe bieten sich die Sekundärrohstoffdünger an. Dies jedoch stößt an Grenzen nicht nur wegen der Belastung von Kompost und Klärschlamm mit Schadstoffen, sondern auch weil diese Dünger mengenmäßig nicht in großem Umfang vorkommen. Zudem werden sich voraussichtlich die Mengen an Kompost in der nächsten Zukunft in Luxemburg eher reduzieren, da mehrere Abfallbehandlungsunternehmen die Methanisierung von Siedlungsabfällen wegen des Energieertrages der Kompostierung vorziehen. Auch die langfristige Ausbringung von Klärschlamm in der Landwirtschaft ist wegen der Schadstoffproblematik fraglich.

Aus diesen Gründen hat der Gemischtbetrieb mit Ackerbau und Tierhaltung (Viehbesatz weder zu hoch noch zu tief) durchaus die besten Voraussetzungen, um eine ausgeglichene bzw. leicht positive Humusbilanz zu realisieren. Es kann dennoch vorkommen, dass auch Betriebe mit hohen Viehzahlen nur schwer eine ausgeglichene Humusbilanz hervorbringen. Dies ist der Fall, der in der Praxis mittlerweile nicht mehr ganz selten auftritt, von Biogas-Betrieben welche alle vorhandenen organischen Dünger methanisieren und dazu noch größere Mengen an auf der eigenen Fläche angebautem Mais mit vergären. Hier summieren sich negativ eine schwache Humuslieferung aus den organischen Düngern (die organische Substanz wird zu ca. 50% im Fermenter zu Methan und Kohlendioxid abgebaut) mit einer starken Zehrung an Humus durch den Maisanbau. Dieser Sachverhalt muss in der Zukunft stärker in die Aufmerksamkeit der Berater rücken. Genauere Aussagen über diese Fälle werden dennoch erst dann möglich, wenn der Datenpool von Biogas-Betrieben mit Cofermentation von Mais ausreichend groß sein wird.

3.2 Regionale Einflüsse

Tab. 5.3 gibt Aufschluss auf die Ergebnisse der Humusbilanzen gegliedert nach Bodenregionen. Es wird deutlich, dass in keinem der fünf betrachteten Gebiete eine negative Humusbilanz vorkommt. Zwar ist im Mitte-Nord-Bereich der Versorgungsgrad unter 100%, dennoch immer noch innerhalb der Toleranz. Im Mosel-Gebiet ist die Bilanz völlig ausgeglichen, in den anderen zwei Regionen des Gutlands (Minette und Sandstein-

Region	Einheit	Mosel	Minette	Sandstein	Mitte-Nord	Ösling
Viehbesatz	DE/ha	1,13	1,11	1,15	1,19	1,29
Viehbesatz	GVE/ha	1,46	1,39	1,55	1,44	1,57
Ø ha AF	ha	54,06	43,66	61,64	27,10	50,41
Humusmehrung Hauptfrucht	HE/ha	0,14	0,09	0,11	0,07	0,39
Humusmehrung Zw.frucht+Erntereste	HE/ha	0,10	0,11	0,09	0,09	0,06
Humusmehrung organische Dünger	HE/ha	0,55	0,71	0,71	0,67	0,57
Humuszehrung	HE/ha	-0,78	-0,79	-0,80	-0,88	-0,62
Humusbilanz	HE/ha	0,00	0,12	0,12	-0,05	0,39
Versorgungsgrad	%	100	115	114	94	163

Tab. 5.3: Humusbilanz der CONVIS-Betriebe nach Region

Gebiet) sind die Bilanzen leicht überschüssig. Das Ösling schließlich weist einen verhältnismäßig hohen Überschuss auf. Letzteres hat seine Ursache, wie bereits erwähnt, im Anbau von Feldfutter, das im Norden Luxemburgs noch in breitem Umfang praktiziert wird. Dadurch erreicht man eine starke Humusakkumulation, welche allerdings für sich alleine genommen nicht gefährlich ist im Hinblick auf N-Überschüsse. Es wurde schon darauf hingewiesen (siehe Kap. 3, Abschnitt 3.2), dass eine über Feldfutter stattfindende Humusakkumulation weitgehend unbedenklich ist im Vergleich zu einer Anreicherung, die über organische Dünger erfolgt. Letzteres trifft eher für das Gutland als für das Ösling zu. Das erreichte Niveau der Humusbilanz in Luxemburg kann abschließend positiv unter dem Gesichtspunkt des Humushaushaltes beurteilt werden und weitestgehend unbedenklich im Hinblick auf eine Gefährdung durch erhöhte N-Bilanzen. Die Notwendigkeit, die vorhandenen N-Überschüsse zu reduzieren, begründet sich anders (siehe Kap. 3, Abschnitt 5) als mit einer Reduzierung des Humussaldos.

3.3 Schlussfolgerungen in der Humusbilanz

- Die Humusbilanz der am Projekt teilnehmenden Betriebe ist positiv, mit einem leichten Überschuss. Im Gutland ist die Bilanz ausgeglichen, im Ösling findet eine Netto-Akkumulation an Humus im Boden als Folge des Anbaus von Feldfutter statt.
- Diese Ergebnisse können durchaus als positiv bewertet werden, da sie auch nicht mit einem Humusüberschuss gekoppelt sind, der vom organischen Dünger abhängt. Der Weg zur notwendigen Reduzierung der N-Bilanz führt daher nicht über die Reduzierung vom Humussaldo.
- Es konnte bestätigt werden, dass ein ausgewogener Viehbesatz, wie er meistens im Gemischtbetrieb vorkommt, positiv zu bewerten ist im Hinblick auf die Einhaltung einer positiven Humusbilanz. Zudem wurde aus den Auswertungen deutlich, dass Strohreste und Zwischenfrüchte vor allem für vieharme Betriebe als Humusquelle wichtig sind.
- Auch viehstarke Biogasbetriebe können Probleme mit der Humusbilanz haben, vor allem dann, wenn viel Mais zur Co-Vergärung angebaut wird. In diesen Fällen ist der Landwirt darüber aufzuklären, dass die Energieproduktion nicht auf Kosten der Bodenfruchtbarkeit zu erfolgen hat.

VI Energiebilanz

1. Einleitung

Das Kapitel Energie hat in den Projektjahren zunehmend an Bedeutung gewonnen, da zum einen die Kosten des Treibstoffes spürbar gestiegen sind, mit Auswirkungen auf die Preise anderer Betriebsmittel (mineralischer Stickstoff vor allem). Parallel hat eine Entwicklung begonnen, die zur steigenden Produktion von regenerativer Energie seitens der landwirtschaftlichen Betriebe geführt hat. Dies hat eine Diskussion über die Rolle, die Möglichkeiten und die Grenzen der Landwirtschaft, sowohl bei der Einsparung fossiler Energieträger als auch bei der Erschließung erneuerbarer Energiequellen, entfacht. Vor diesem Hintergrund, der begleitet wird von der Diskussion über den Ausstoß von Treibhausgasen aus dem landwirtschaftlichen Sektor (siehe auch Kap. Treibhausgas-Emissionen), bekommen die Energiebilanzen eine besondere Brisanz.

Ziel der Tätigkeit des CONVIS-Beratungsteams auf diesem Gebiet war es, die Energieeffizienz der am Programm teilnehmenden Betriebe zu steigern, die Verluste soweit wie möglich niedrig zu halten und die Auswirkungen auf die Energiebilanz der landwirtschaftlichen Erzeugung erneuerbarer Energien zwecks deren Optimierung zu messen.

2. Ergebnisse

Im Schnitt der Betriebe wurde im Zeitraum 2001-2005 ein Energiegewinn von 8 GJ/ha erzielt (Abb. 6.1). Vergleicht man diese Zahlen mit dem Ergebnis vom BIO 80-Projekt (Tab. 6.1a), so stellt man fest, dass der Energiegewinn und die Energieeffizienz als Durchschnitt aller NEB-Betriebe im Vergleich zum BIO 80-Programm zugenommen haben. Dabei ist der Input an fossiler Energie im NEB-Projekt nahezu konstant geblieben, während der Output deutlich gestiegen ist (Tab. 6.1b). Infolge dessen ist der

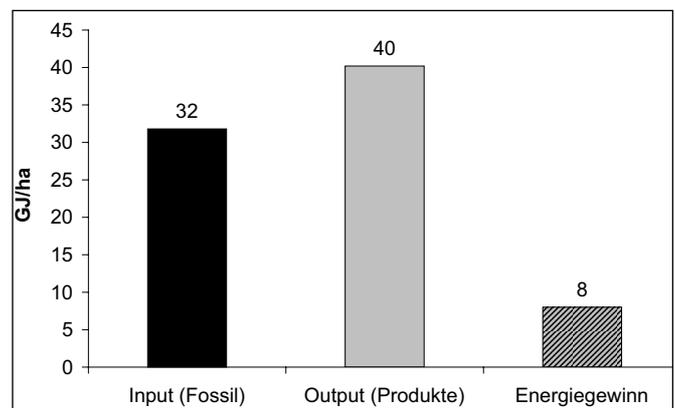


Abb. 6.1: Durchschnittliche Energiebilanz der NEB-Betriebe

	MW 01-05	Med 0105	Min 0105	Max 0105	Std. Abw.	MW BIO 80
FE-Input (GJ/ha)	32	30	16	172	20	29
E-Output (GJ/ha)	40	34	7	237	30	35
Energiegewinn (GJ/ha)	8	-5	-65	18	17	6
FE-Effizienz (%)	126%	118%	44%	272%	53%	122%
GVE/ha	1,58	1,49	0,76	5,16	0,68	1,64
Futterfläche %	78%	82%	39%	100%	16%	80%

Tab. 6.1a: Kennzahlen der Energiebilanz der NEB-Betriebe und Mittelwert Bio80

	2001	2002	2003	2004	2005	Δ 05-01%
FE-Input (GJ/ha)	31	31	32	33	32	3%
E-Output (GJ/ha)	34	41	42	42	42	25%
Energiegewinn (GJ/ha)	3	9	10	10	10	291%
FE-Effizienz (%)	108%	130%	132%	130%	131%	21%
GVE/ha	1,61	1,56	1,57	1,58	1,59	-1%
Futterfläche %	80%	78%	76%	79%	77%	-3%
FE-Soll-Saldo (GJ/ha)	>0	>0	>0	>0	>0	0%
Δ Ist-Soll-Saldo (GJ/ha)	3	9	10	10	10	291%

Tab. 6.1b: Entwicklung der Energiebilanz der NEB-Betriebe

INPUT	GJ/ha	FE%
Direkte Energie	11,8	37,0
Strom	4,5	14,1
Diesel	6,3	19,8
MBR	1,0	3,1
Dünger	5,9	18,6
Min. Dünger	5,7	18,0
Sero-Dünger	0,1	0,4
Lw. Org. Dü	0,1	0,3
Co-Fermente	0,04	0,1
Futtermittel	8,5	26,8
Krafftutter	7,8	24,5
Rauhfutter	0,6	1,9
Mineralien	0,1	0,4
Stroh	0,02	0,1
Andere BM	2,0	6,4
PSM	0,8	2,5
SMPW	0,9	2,8
Saatgut/Tiere	0,4	1,1
Investitionen	3,5	10,9
GESAMT Input	31,8	100

Tab. 6.2a: Stofffluss des Energie-Inputs

Energiegewinn von 3 auf 10 GJ/ha gestiegen und die Energieeffizienz der Betriebe hat sich während des Projektes um 23% verbessert (von 108 auf 131%). Der Viehbesatz und der Futterflächenanteil, die das Ergebnis der Bilanz maßgeblich beeinflussen, sind zwar im Zeitraum 2001-2005 leicht gesunken, aber wie im Abschnitt über die Erzeugung regenerativer Energien gezeigt wird, stellt dies nicht die einzige Ursache der Verbesserung der Energiebilanzen dar.

Die Analyse des Energieflusses im Inputbereich (Tab. 6.2a) bestätigt auch für die Betriebe des NEB-Projektes, dass importierte Futtermittel und Düngemittel zusammengenommen mehr Energieverbrauch verursachen als direkte Energie (Strom, Diesel und überbetriebliche Arbeit). Im Vergleich zum Projekt BIO 80 (vgl. Endbericht BIO 80) haben sich nur drei Zahlen in der Verteilung der Inputposten verändert: Die Düngemittel haben einerseits abgenommen, wie schon aus den Kapitel über die Nährstoffbilanzen zu entnehmen war; auf der anderen Seite haben Diesel- und Futtermittelimport zugenommen. Alle anderen Posten haben sich nur geringfügig verändert. Zum ersten Mal wurden auch importierte Co-Fermente verzeichnet, wel-

che allerdings keinen großen Einfluss auf den Input haben. Gesamt betrachtet war der Input an fossiler Energie etwas höher (3 GJ/ha) als im vorigen Projekt.

Im Outputbereich (Tab. 6.2b) stellen nach wie vor die pflanzlichen Produkte die Hauptexportquelle an Energie für den Betrieb dar. Über die Hälfte der Energie verlässt im Schnitt der Betrieb mit der Pflanzenproduktion, knapp 40% mit Milch und Fleisch. Die Bereiche organische Dünger, Biogas-Strom und -Wärme sowie die überbetriebliche Arbeit sind zwar zweitrangig, dennoch ist der Bereich Biogas derjenige mit den besseren Entwicklungsaussichten. Noch im Rahmen des BIO 80-Projektes war dieser Posten kaum vertreten, nach fünf Jahren stellt er fast 4% der Energieexporte dar. Es ist gut möglich, dass diese Zahl in der nächsten Zukunft bis 10% des Energieoutputs ausmachen wird, wenn man von den zahlreichen geplanten und sich in Bau befindenden Anlagen ausgeht.

OUTPUT	GJ/ha	FE%
Pfl. Produkte	20,7	51,5
Marktfrüchte	17,0	42,1
Raufutter	1,4	3,5
Stroh	2,4	5,9
Tiere	6,4	16,0
Rinder	4,4	10,9
Schweine	2,0	5,0
Sonst.	0,0	0,1
Milch	10,0	24,8
Org. Dünger	0,1	0,3
BG-Wärme	0,0	0,1
BG-Strom	1,5	3,8
MBR	1,4	3,4
GESAMT	40,2	100

Tab. 6.2b: Stofffluss des Energie-Outputs

Die Einteilung der Betriebe in 25% besseren, mittleren und weniger guten (Tab. 6.3a und 6.3b) macht deutlich, dass mittlerweile nur die 25% weniger guten keinen Energiegewinn erzeugen. Die mittleren Betriebe erzeugen schon 5 GJ/ha netto im Schnitt, während die besten Betriebe einen durchschnittlichen Netto-Gewinn von 29 GJ/ha aufweisen. Wie zu erwarten war, ist

Betriebe	FE-Input (GJ/ha)	GE-Output (GJ/ha)	FE-Saldo (GJ/ha)	Effizienz (%)	Soll-Saldo (GJ/ha)	Ist-Soll (GJ/ha)
Alle	32	40	8	126%	0	8
25%beste	35	64	29	183%	30	-1
mittlere	30	35	5	117%	0	5
25% weniger gute	31	21	-10	67%	-10	0

Tab. 6.3a: Durchschnittliche Energiebilanz der Betriebsgruppen nach Höhe des Energie-Saldos

Betriebe	LN Σ	FF%	DE/ha	GVE/ha
Alle	119,64	78%	1,22	1,58
25% beste	130,94	61%	1,00	1,24
Mittlere	123,03	79%	1,16	1,52
25% weniger gute	101,92	96%	1,63	2,18

Tab. 6.3b: Kennzahlen der Betriebsgruppen nach Höhe des Energie-Saldos

der Einfluss der Tierproduktion auf das Ergebnis sehr ausgeprägt, da die Tierhaltung die erzeugte Energie auf dem Betrieb aufbraucht und dadurch einen Export aus dem Betrieb verhindert. Dennoch gibt Tab. 6.3b auch Aufschluss darüber, dass die besseren Betriebe deutlich mehr Fläche zur Verfügung haben als die weniger guten. Der Unterschied zwischen diesen beiden Kategorien ist gewaltig, wenn man bedenkt, dass die besseren Betriebe fast 30 ha mehr bewirtschaften als die weniger guten. Dies liefert einen Hinweis dafür, dass die Tierhaltung besonders dann Energie verbraucht, wenn die Fläche knapp ist und die Viehbesatzdichte sehr hoch wird. Allerdings ist auch interessant festzustellen, dass die Betriebe mit der größten Fläche auch die Betriebe sind, welche den größeren Input an fossiler Energie aufweisen. Trotzdem können diese Betriebe einen höheren Input offensichtlich in einem Mehr an Output umwandeln und somit zu einem besseren Gesamtergebnis kommen.

Zusammenfassend sprechen die Ergebnisse der Energiebilanz für eine deutliche Zunahme der Energieeffizienz auf betrieblicher Ebene, da der Input an Fossilenergie mit einem stetig steigenden Output gekoppelt wird. Betriebe mit einem mittleren Viehbesatz können zurzeit Netto-Energiegewinne verbuchen. Die Biogastechnologie bietet neuerdings auch den intensiveren Betrieben die Möglichkeit, die im Betrieb vorhandene überschüssige Energie in Form von Strom und Wärme zu exportieren und dadurch Netto-Energieproduzenten zu werden: Immer mehr Betriebe machen davon Gebrauch.

3. Einflussfaktoren der Energiebilanz

3.1 Erzeugung regenerativer Energien

Die erneuerbaren Energien, welche auf den betrachteten Betrieben im Zeitraum 2001-2002 erzeugt wurden, sind im Wesentlichen Non-Food-Raps zur Herstellung von Biodiesel, und Biogas zur Herstellung von Strom und Wärme. Wie aus Abb. 6.2 ableitbar ist, hat sich die Gesamtmenge an erneuerbarer Energie aus den Betrieben stetig erhöht, wenn auch in unterschiedlichen Anteilen zwischen Raps und Biogas und mit Schwankungen zwischen den

Jahren. Die Produktion von Biogas hat um das Jahr 2003 einen Sprung nach vorne erfahren, dank der Inbetriebnahme zahlreicher Biogasanlagen. Der erzeugte Raps zur Energieverwendung dagegen zeigt in der gleichen Zeit keine eindeutige Tendenz, bleibt aber im letzten Jahr deutlich höher als im ersten Jahr der Bilanz. Als Summe der beiden Energieträger aus erneuerbaren Quellen ergibt sich aber eine klare Tendenz nach oben, welche die Relevanz dieser neuen „Produktionssparte“ Energie unterstreicht. Auch als % des Energieoutputs sind die Zahlen der erzeugten regenerativen Energie von Gewicht (Tab. 6.4): Im Schnitt der Projektjahre bestanden über 5% des Energieoutputs aus Non-Food-Raps und Biogas, mit einer Spitze von 7% im Jahr 2003. Bedenkt man, dass in den fünf Jahren des Projektes der Energieoutput sich um 8 GJ/ha verbessert hat, so kann

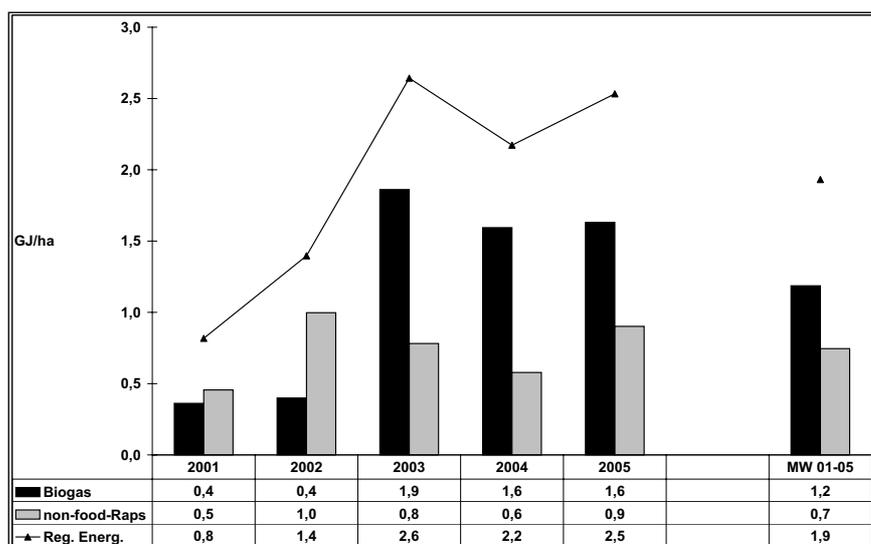


Abb. 6.2: Entwicklung der Erzeugung regenerativer Energien in GJ/ha

man sagen, dass 25% dieses Anstieges der Produktion

% v. Output	2001	2002	2003	2004	2005	MW 01-05
Biogas	1,1	1,1	5,0	4,1	4,1	3,2
Nofood-Raps	1,4	2,8	2,1	1,5	2,3	2,0
Reg. Energ. Ges.	2,5	3,9	7,0	5,6	6,4	5,2

Tab. 6.4: Erzeugung regenerativer Energien als % des Outputs (Jahre 2001-2005)

von Raps und Biogas zuzuschreiben ist. Dies macht deutlich, welches Potential in der Energieproduktion steckt, auch in Anbetracht der Tatsache, dass die Entwicklung der Viehzahlen und die Nachfrage von einheimischen Energiequellen ein Wachsen dieses Bereiches für die nächste Zukunft vermuten lässt.

3.2 Produktionsausrichtung

Bei der Betrachtung der Ergebnisse der Betriebe nach Produktionsausrichtung fällt auf (Tab. 6.5a), dass die Betriebe mit Fleischrindern bzw. mit hohem Fleischrinderanteil (FR, Mix2 und Mix3) jene Betriebe sind, welche die schlechtesten Ergebnisse in der Energiebilanz aufweisen. Dies ist entgegengesetzt zum Ergebnis der Stickstoffbilanz (siehe Kap.3, Seite 29) und der Futterautarkie (siehe Kap.7, Seite 64), bei denen die Fleischrinderbetriebe am besten abschneiden. Hohe Energiegewinne werden vor allem von den Betrieben mit Milchvieh erzeugt, sowie von den Gemischtbetrieben mit Schweinen. Letzteres erklärt sich vor allem durch zahlreiche Biogasanlagen, die auf solchen Betrieben vorhanden sind, und die für einen sehr hohen Energieoutput sorgen. Es ist nämlich auffällig, dass gerade die Gemischtbetriebe mit Schweinen jene Betriebe sind, welche den höheren Energieinput haben.

Aus Tab. 6.5b leitet sich des Weiteren ab, dass die Betriebe mit Fleischrinderhaltung die höheren Zahlen an Viehbesatz und Futterfläche haben. Dies erklärt, dass der größte Teil der Energie auf diesen Betrieben vom Vieh verzehrt wird und daher nicht aus dem Betrieb fließen kann. Am niedrigsten sind die

Betriebsgruppen	FE-Input (GJ/ha)	GE-Output (GJ/ha)	FE-Saldo (GJ/ha)
FR	27	22	-5
MiB	31	46	15
MiK	30	43	13
Mix	29	31	2
Mix1	26	34	8
Mix2	29	26	-4
Mix3	31	30	-1
S	49	68	19

Tab. 6.5a: Durchschnittliche Energiebilanzen der Betriebsgruppen nach Produktionsausrichtung

Betriebsgruppen	LN	FF%	DE/ha
FR	99	84%	1,41
MiB	108	73%	1,10
MiK	92	74%	1,00
Mix	144	84%	1,30
Mix1	154	77%	1,12
Mix2	104	92%	1,44
Mix3	187	87%	1,45
S	139	67%	1,35

Tab. 6.5b: Kennzahlen der Betriebsgruppen nach Produktionsausrichtung

Veredelungszahlen bei den Betrieben mit Milchviehproduktion (MiK und MiB), die auch zu den Gruppen gehören, die den höchsten Energiegewinn aufweisen. Für intensive Fleischrinderbetriebe würde sich eine Biogasanlage empfehlen. Meistens aber scheitert solch ein Projekt bei solchen Betrieben an der geringeren finanziellen Durchschlagkraft gegenüber Betrieben mit Milchvieh- bzw. Schweinehaltung.

3.3 Struktur der Betriebe (Viehbesatz, Futterfläche und Grünlandanteil)

Es wurde bereits schon im Bio80-Projekt festgestellt, dass die Energiebilanz eines Betriebes sehr stark vom %- Anteil der Futterfläche an der LN sowie vom Viehbesatz abhängig ist. Bei der Auswertung der NEB-Betriebe ist man einen Schritt weiter gegangen. Es wurde in diesem Zusammenhang zum ersten Mal eine multiple Korrelation zwischen Energiesaldo, Futterflächenanteil an der Betriebsfläche und Viehbesatzdichte bestimmt. Diese erstellte multiple Korrelation hat den sehr hohen statistischen Zusammenhang zwischen den genannten drei Parametern bestätigt ($r^2_{\text{multiple}} = 0,69$). Die Abb. 6.3 zeigt das fossile Energiesaldo als Funktion vom GVE Besatz für vier frei ausgewählte %-Stufen vom Futterflächenanteil. Der statistische Zusammenhang ist in folgender Gleichung festgehalten:

$$\text{FE Saldo (GJ/ha)} = 71,496 - (0,671 * \% \text{ Futterflächenanteil}) - (7,167 * \text{GVE/ha})$$

Diese Gleichung wird es in Zukunft erlauben, einen zu erreichenden Sollwert für das Energiesaldo als Funktion vom Futterflächenanteil und von der Besatzdichte für jeden Betrieb zu bestimmen.

In diesem Abschnitt wurden weiterhin die generellen Zusammenhänge zwischen Energiebilanz und der Flächenstruktur der Teilnehmerbetriebe untersucht. Bekanntlich spielt Grünland eine sehr wichtige Rolle in Luxemburg und umso wichtiger ist es, diesbezügliche Zusammenhänge zu erforschen. Die statistische Untersuchung der Struktur der NEB-

Betriebe (Kap. 2) hatte ergeben, dass Grünland im Schnitt ca. 50 % der LN ausmacht und zugleich mit Abstand der größte Teil der Futterfläche der Betriebe (ca. 75%) darstellt.. Deshalb stellt sich die Frage, wie sich der Energieverbrauch als Funktion vom Grünlandanteil eines Betriebes verhält und welchen Einfluss das Grünland auf das Resultat der Energiebilanz der Betriebe hat.

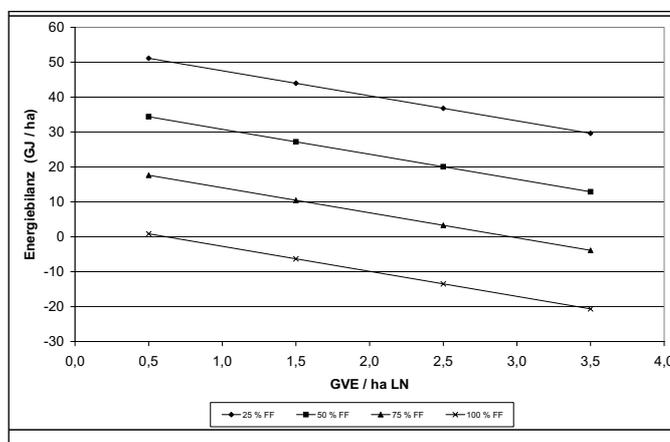


Abb. 6.3: Simulierte Darstellung vom Zusammenhang zwischen Energiebilanz und Viehbesatz bzw. Futterflächenanteil für vier verschiedene FF%-Stufen

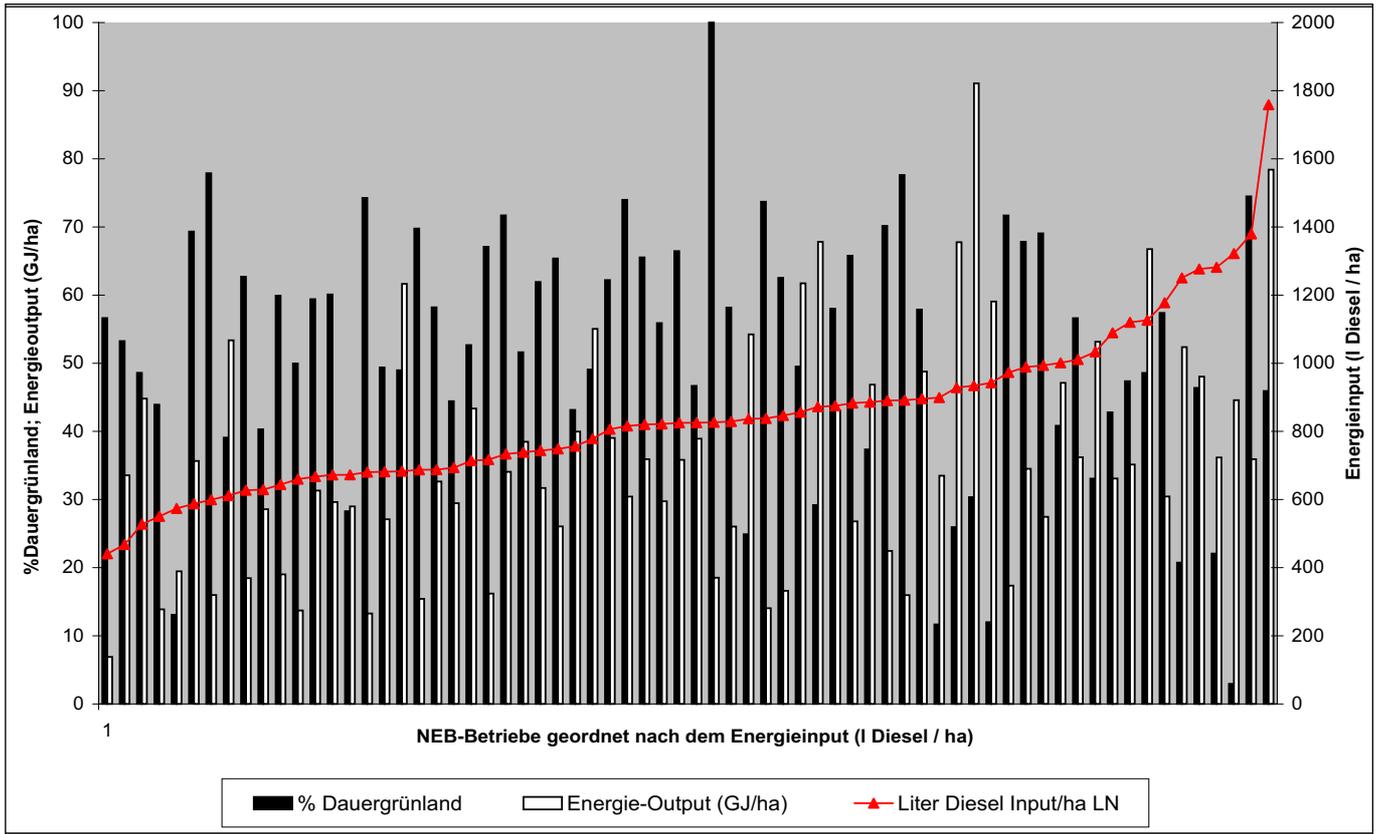


Abb. 6.4a: Dauergrünlandanteil und Energie-Output der NEB-Betriebe, geordnet nach dem Parameter Energie-Input in Liter Diesel/ha (n = 70)

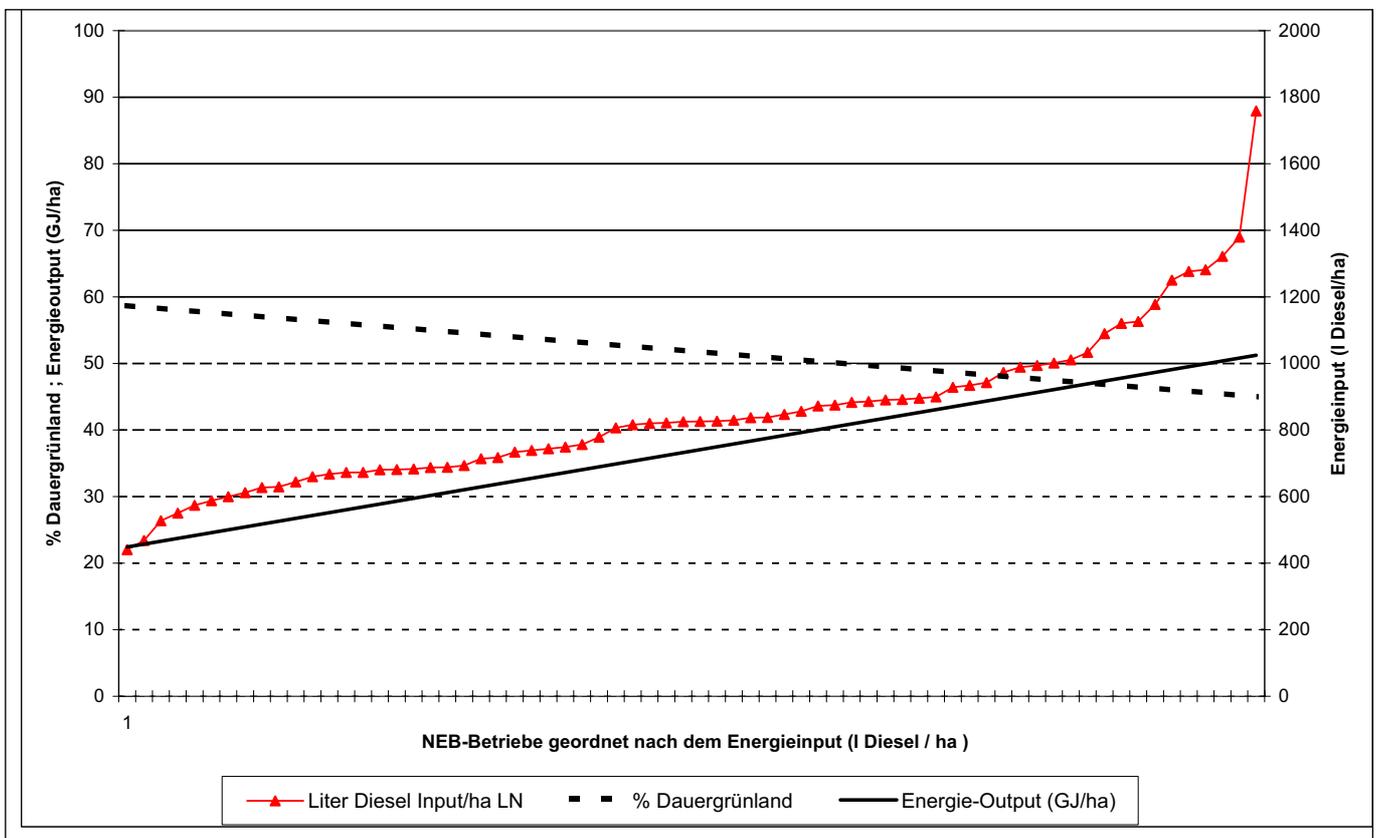


Abb. 6.4b: Trenddarstellung der Daten aus Abb. 6.4a

Im diesem Zusammenhang wurden zunächst der Energie-Input in l Diesel/ha und der Energie-Output in GJ/ha mit dem Dauergrünlandanteil zusammengeführt (Abb.6.4a und 6.4b). Dabei konnten drei klare Tendenzen ermittelt werden.

- Mit steigendem Anteil der Dauergrünlandfläche an der Betriebsfläche sinkt die Energieproduktion pro ha;
- Bei den im Mittelfeld liegenden Betrieben steigt die produzierte Energie mit dem Inputniveau in etwa linear an;
- Etwa ein Viertel der Betriebe vom Datenpool stellen eine Sondersituation dar. Bei diesen Betrieben liegt ein überproportional starke intensiver Energieinput vor.

Bei der anschließend errechneten multiplen Regression zwischen den drei Parameter (Abb. 6.5) wurde zunächst rund ein Viertel der Daten, und zwar die Extremwerte, aus dem Datenpool eliminiert um sicherzustellen, dass diese Extremwerte globale Aussagen zu diesem Thema nicht beeinflussen. In diesem Fall war diese Vorgehensweise besonders notwendig, da die eliminierten Betriebe in der Regel:

- entweder wegen sehr hoher Viehbesatzdichten Gülleverträge abgeschlossen haben, was eine künstliche Flächenbewirtschaftung bedingt;
- oder wegen Schweinehaltung einen kleineren Grünlandanteil haben, was ebenso atypisch ist.

Wichtigste Erkenntnis in diesem Zusammenhang ist, dass mit zunehmendem Dauergrünlandanteil bei gegebenem Energie-Output der Energieverbrauch/ha steigt. Im Schnitt kann man sagen, dass bei einer 10-prozentigen Zunahme vom Dauergrünlandanteil eines Betriebes im Schnitt ca. 30 Liter Diesel/ha LN mehr verbraucht werden, um den Betriebsoutput/ha auf gleichem Niveau halten zu können. Wären die Extremwerte vom Datenpool nicht eliminiert sondern mit berücksichtigt worden, hätte dieser Wert ca. 10% höher gelegen.

Abb. 6.6 zeigt die Daten von Abb. 6.5 im Rohzustand. Dabei wird das gesamte Bild deutlicher dargestellt. Mit zunehmendem Grünlandanteil bleibt der Energieverbrauch in etwa konstant, die produzierte Energie/ha

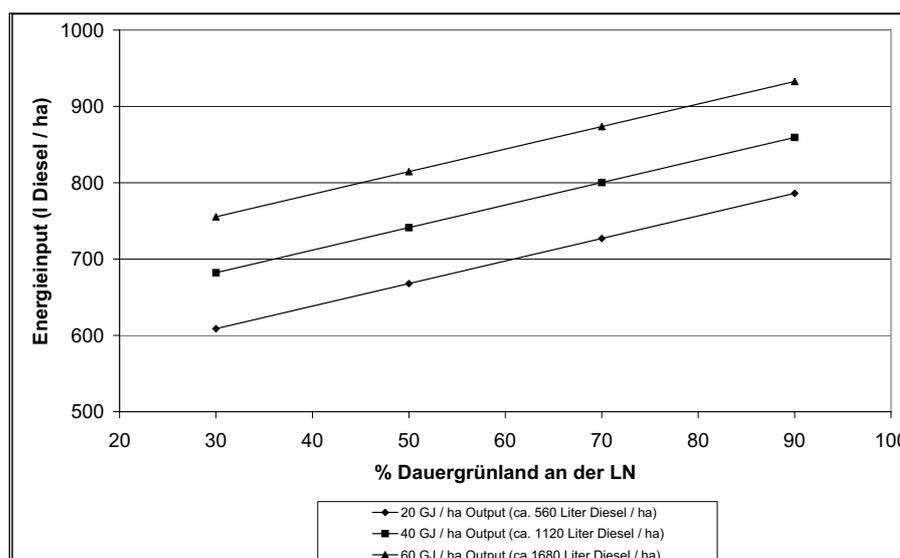


Abbildung 6.5: Simulierte Darstellung vom Energie- Input in Liter Diesel pro ha und Dauergrünlandanteil für drei ausgewählte Outputstufen. (ohne Extremwerte)

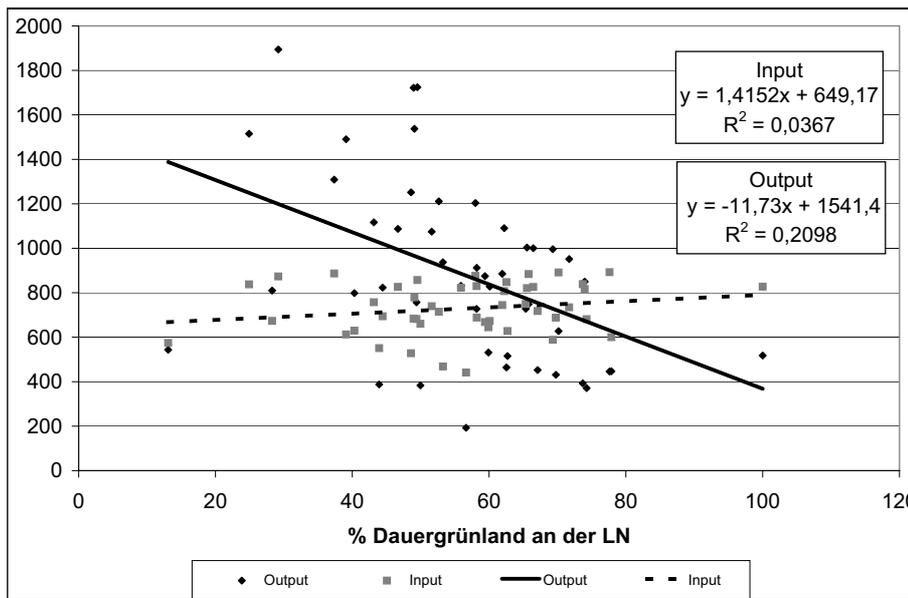


Abb. 6.6: Reelle Darstellung vom Zusammenhang zwischen Energie-Input bzw. -Output in Liter Diesel/ha und dem Dauergrünlandanteil an der Betriebsfläche (ohne Extremwerte)

sinkt aber gleichzeitig sehr deutlich. Im Schnitt bedeuten 10 % mehr Dauergrünland an der Betriebsfläche einen Rückgang beim Energiesaldo von 131 Liter Diesel pro ha. Ab 65 % Dauergrünlandanteil an der Betriebsfläche wird die Energiebilanz negativ.

Wichtig erscheint weiterhin die Erkenntnis, dass die Streuung der Inputdatenreihe viel größer ist als die der Outputdatenreihe. Dieser Sachverhalt stellt ein wichtiger Ansatzpunkt für die zukünftige

Beratung dar, weil diese Schwankungen als Verbesserungspotentiale verstanden werden können. Außerdem hat die Beratung bekanntlich bessere Einflussmöglichkeiten im Input als im Outputbereich, sowohl weil die Beratung sich schwerpunktmäßig auf den Einsatz der Betriebsmittel konzentriert, als auch weil der Output viel stärker mit der Betriebsstruktur zusammenhängt und daher weniger beeinflussbar ist.

4. Schlussfolgerungen der Energiebilanz

Der Saldo der Energiebilanz lag im Durchschnitt der Jahre 2001-2005 mit 8 GJ/ha höher als der entsprechende Saldo in den Jahren 1996-2000 (6 GJ/ha). Dieser höhere Gewinn von etwa 25% beruht auf mehreren Faktoren, von denen die wichtigsten folgende sind:

- Die Biogaserzeugung hat in Luxemburg Mitte des Jahrzehntes einen waren Boom erlebt (sowie im benachbarten belgischen und deutschen Ausland). Die Inbetriebnahme zahlreicher Biogasanlagen auch bei den NEB-Betrieben hat dazu geführt, dass der Energieoutput deutlich gestiegen ist, und das auch bei Betrieben, die aufgrund eines hohen Viehbesatzes in der Vergangenheit Energieverluste realisiert hatten.
- Die Reduzierung des Viehbesatzes hat als Konsequenz nicht nur die Erhöhung der Marktfruchtfläche gehabt sondern auch die Erhöhung des Energieoutputs infolge der gestiegenen Exporte an pflanzlichem Material.

- Der vermehrte Anbau von Raps im Allgemeinen und non-food-Raps im Speziellen hat ebenso dazu beigetragen, dass der Energieoutput größer als in der Vergangenheit war. Zusammen mit dem Biogas haben die Exporte an regenerativer Energie mehr als 5% des gesamtenergetischen Outputs betragen.
- Die Reduzierung der Importe an mineralischen N-, P- und K-Düngemitteln infolge der Beratungstätigkeit hat zur Steigerung der Düngeneffizienz aus dem organischen Dünger beigetragen. Die Tätigkeit der Düngemitteloptimierung wird sich in der Zukunft weiterhin fortsetzen und durch intensive Beratung vor allem in sensiblen Gebieten (Wasserschutzzonen) weiter zur Verbesserung der Bilanz beitragen.

Dies wird umso mehr erfolgen können, wenn die Grenzen der Betriebsmöglichkeiten im Bereich Energieeffizienz bekannt sind. Durch die beiden Projekte BIO 80 und NEB konnte ein entscheidender Schritt in diese Richtung gemacht werden. Durch eine fließende Anpassung der Sollmarke an die Gegebenheiten des Betriebes wird eine noch schlagkräftige Beratung auf den Betrieben zur Energiebilanz möglich sein.

Die Energieproduktion als landwirtschaftlicher Betriebszweig wird in der Zukunft eine Schlüsselrolle übernehmen. Es wird darum gehen, die Energieeffizienz der Betriebe zu steigern und die Produktion an Energie vom Betrieb für die Gesellschaft auf ein bisher nicht bekanntes Ausmaß zu erhöhen. Die Energiebilanz wird darüber Auskunft geben, inwieweit diese Ziele vom Landwirt erreicht werden. Zusammen mit der Humus- und der CO₂-Bilanz bleibt daher die Energiebilanz ein unverzichtbares Instrument zur Abschätzung der Nachhaltigkeit des landwirtschaftlichen Betriebes.

Es soll schließlich berücksichtigt werden, dass die Produktion nicht nur bei einem Minimum an Verbrauch nicht-regenerativer Ressourcen ausgerichtet werden soll, sondern auch so zu erfolgen hat, dass die Umweltmedien (Boden, Luft und Wasser) nicht beeinträchtigt werden. Die Energiebilanz ist ein Indikator, der beiden Anliegen Rechnung trägt.

VII Futterautarkie

1. Einleitung

Die Optimierung des Betriebsmitteleinsatzes setzt bei zwei Hauptbereichen an: Düngemittel und Futtermittel. Der Beratung steht im Bereich Düngemittel vor allem das Instrument der Düngeplanung zur Verfügung, um dem Landwirt einen optimalen mineralischen und organischen Düngemiteleinsatz zu ermöglichen. Dabei geht es darum, das Maximum an Kapital aus dem organischen Dünger zu schlagen, damit der mineralische Düngemiteleinsatz so niedrig wie möglich bzw. so hoch wie nötig gehalten wird.

In der Futterautarkie (Selbstversorgungsgrad mit Eigenfuttermittel des Betriebes) ist der Ansatz ähnlich: Man versucht abzuschätzen, inwieweit das eigene Futtermittel in der Lage ist, den Bedarf an Trockensubstanz, Eiweiß und Energie der auf dem Betrieb gehaltenen Tiere zu decken. Dies ermöglicht zu beurteilen, ob das importierte Mischfutter bedarfsgerecht eingesetzt wurde, oder umgekehrt ob zu viel (seltener aber auch zu wenig) davon verwendet wurde. Ist der Import an Fremdfuttermittel zu hoch, so können Maßnahmen getroffen werden, die eine bessere Verwertung des betriebseigenen Futtermittels ermöglichen.

Sehr viele Sachverhalte, nicht nur technischer sondern auch ökonomischer Natur sind mit der Futterautarkie des Betriebes verbunden:

- Die Steigerung der Grundfutterleistung ermöglicht eine billigere Milchproduktion.
- Die Reduzierung des Kraftfuttermittelimportes entlastet die N-Bilanz.
- Der Kraftfuttermittelimport hat auch eine volkswirtschaftliche Relevanz, da vor allem Eiweiß vom Ausland, speziell vom Übersee, importiert werden muss.
- Last but not least: Die Berechnung der Futterautarkie ermöglicht es zu beurteilen, wie hoch die Erträge auf der Futterfläche des Betriebes sind.

Gerade der letzte Punkt war eines der Hauptanliegen zu Berechnung des Futterautarkiegrades seitens des CONVIS-Beraterteams. Nur eine hinreichend genaue Kenntnis über die Ertragslage auf den Futterflächen ermöglicht nämlich eine korrekte Einschätzung nicht nur des Kraftfutters, dass es zu importieren gilt, sondern auch des Düngebedarfs von Grünland, Silomais und Futtergetreide.

2. Ergebnisse

Die durchschnittliche Autarkie der NEB-Betriebe im Bereich Trockensubstanz betrug im Untersuchungszeitraum 86% (Tab. 7.1a), im Bereich Energie 77% (Tab. 7.1b) und im Bereich Eiweiß 55% (Tab. 7.1c). Die Zahlen der Futterautarkie aller Bereiche (Tab. 7.2a, b und c) zeigen für die Zeit zwischen 2001 und 2005 nur geringfügige Schwankungen. Zwar sind die Zahlen des letzten Jahres der Erhebung immer höher als im ersten Jahr, dennoch kann man den Autarkiegrad aller drei betrachteten Parameter als konstant betrachten. Die Zukäufe sind niedrig im Bereich Trockensubstanz und Energie, dagegen beträchtlich für das Eiweiß. Es wird schon aus diesem ersten Blick deutlich, dass die Parameter TS und Energie anders betrachtet werden sollen, als das Eiweiß. Weiter fällt auf, dass die Eigenproduktion an XP und

a	Bedarf dt/ha	Zukauf dt/ha	Eigenproduktion dt/ha	% TS-Autarkiegrad
MW	87	13	75	86%
MEDIAN	88	10	73	87%
MAX	130	67	107	99%
MIN	43	1	36	47%
STABW	17	9	14	8%

b	Bedarf kVEM/ha	Zukauf kVEM/ha	Eigenproduktion kVEM/ha	% VEM-Autarkiegrad
MW	6234	1457	4777	77%
MEDIAN	6209	1289	4656	78%
MAX	11471	4425	7228	95%
MIN	3719	253	2636	57%
STABW	1409	756	973	8%

c	Bedarf kg XP/ha	Zukauf kg XP/ha	Eigenproduktion kg XP/ha	% XP-Autarkiegrad
MW	772	349	423	55%
MEDIAN	751	318	433	59%
MAX	1356	761	756	85%
MIN	408	66	153	24%
STABW	183	156	114	14%

Tab. 7.1a-c: Durchschnitt und Statistik der Futterautarkie der NEB-Betriebe für die Parameter TS, Energie und Eiweiß

a	Bedarf dt/ha	Zukauf dt/ha	Eigenproduktion dt/ha	% TS-Autarkiegrad
2001	89	13	76	85%
2002	88	13	75	85%
2003	87	12	74	86%
2004	86	13	73	85%
2005	88	12	76	86%

b	Bedarf kVEM/ha	Zukauf kVEM/ha	Eigenproduktion kVEM/ha	% VEM-Autarkiegrad
2001	6016	1449	4568	76%
2002	6293	1447	4846	77%
2003	5985	1424	4561	76%
2004	6430	1490	4940	77%
2005	6457	1479	4978	77%

c	Bedarf kg XP/ha	Zukauf kg XP/ha	Eigenproduktion kg XP/ha	% XP-Autarkiegrad
2001	741	335	406	55%
2002	778	355	423	54%
2003	741	346	394	53%
2004	799	357	442	55%
2005	802	354	449	56%

Tab. 7.2a-c: Entwicklung der Futterautarkie der NEB-Betriebe für die Parameter TS, Energie und Eiweiß

kVEM 2003 am niedrigsten ist. Dies erklärt sich durch die extreme Trockenheit in diesem Jahr, welche die XP- und kVEM-Produktivität der Futterflächen beeinträchtigt hat. Dies ist auf jeden Fall eine Bestätigung dafür, dass die Berechnung der Futterautarkie die Wirklichkeit auf den Futterflächen des Betriebes korrekt darstellen kann.

Um diese Ergebnisse besser einordnen zu können, ist es hilfreich, sich die theoretischen Erträge an Trockensubstanz auf den Futterflächen eines durchschnittlichen NEB-Betriebes mit einem Anteil an der Futterfläche von 9% Futtergetreide, 16% Silomais und 75% Dauergrünland inkl. Feldfutter (Tab. 7.3) anzusehen. Die theoretischen Erträge gehen von einer Ernte in Höhe von 60 dt TS/ha Getreide, 130 dt TS/ha Silomais und 70 dt TS/ha Grünland bzw.

Ertrag	Realisiert (1)	Theoretisch (2)	(1) als % von (2)
dt TS/ha	75	71	105
kVEM/ha	4.777	6.765	71
kg XP/ha	423	909	47

Tab. 7.3: Vergleich zwischen theoretisch berechnetem und realisiertem Ertrag an TS, Energie und Eiweiß der NEB-Betriebe

Feldfutter aus. Für VEM und XP wurden Durchschnittswerte im Korn bzw. im Schnittertrag angesetzt. Des Weiteren wurde von einem TS-Verlust in Höhe von 10% bei der Konservierung ausgegangen. Aus der Betrachtung von Tab. 7.3 geht hervor, dass der laut Berechnung der Futterautarkie realisierte TS-Ertrag um 5% höher liegt als der theoretische Wert, und dass im Fall von Energie und Eiweiß der realisierte Ertrag niedriger liegt. Ein Vergleich mit den Maxima aus der Tab. 7.1b und 7.1c ergibt, dass im Bereich Energie der theoretische Ertrag von einigen Betrieben noch realisiert wird, dagegen der vom Eiweiß immer unterhalb des theoretischen Ertrages fällt. Offensichtlich ist das Verlustniveau an Stickstoff in den Betrieben zu hoch, so dass überproportional viel Eiweiß über das Eiweißkonzentrat ersetzt werden muss.

Die Gliederung der Betriebe in 25% beste, mittlere und 25% weniger gute ergibt für die Trockensubstanz folgendes Bild (Tab. 7.4a und 7.5a): Die besseren Betriebe erzeugen 96% der für die Tiere benötigte TS. Die Quote für die schlechteren liegt immerhin bei 77%. Wichtig dabei ist, dass die besten Betriebe auch diejenigen Betriebe sind, welche den größten Viehbesatz auf der Futterfläche aufweisen, gefolgt von den schlechteren und den mittleren. Im Bereich Energie (Tab. 7.4b und 7.5b) erzeugen die besten Betriebe 10% mehr kVEM/ha als die mittleren und 20% mehr als die weniger guten. Hier allerdings verschlechtert sich das Ergebnis mit dem Anstieg des Viehbesatzes, wenn auch die Unterschiede in der Viehdichte nicht sehr

a	Bedarf dt/ha	Zukauf dt/ha	Eigenproduktion dt/ha	% TS-Autarkiegrad
Alle	87	13	75	86%
25% beste	85	5	80	94%
mittlere	82	11	71	86%
25% weniger gute	94	22	72	77%

b	Bedarf kVEM/ha	Zukauf kVEM/ha	Eigenproduktion kVEM/ha	% VEM-Autarkiegrad
Alle	6234	1457	4777	77%
25% beste	5653	702	4951	88%
mittlere	6099	1349	4750	78%
25% weniger gute	6909	2232	4678	68%

c	Bedarf kg XP/ha	Zukauf kg XP/ha	Eigenproduktion kg XP/ha	% XP-Autarkiegrad
Alle	772	349	423	55%
25% beste	668	182	486	73%
mittlere	763	323	441	58%
25% weniger gute	864	517	347	40%

Tab. 7.4a-c: Durchschnittliche Futterautarkiezahlen der Betriebsgruppen nach Höhe der Selbstversorgung mit TS, Energie und Eiweiß

a	DG%	FF%	DE/FF	GVE/FF
Alle	50	78	1,55	2,02
25% beste	56	85	1,89	2,54
mittlere	50	77	1,45	1,82
25% weniger gute	44	74	1,45	1,93

b	DG%	FF%	DE/FF	GVE/FF
Alle	50	78	1,55	2,02
25% beste	59	87	1,45	1,94
mittlere	52	78	1,57	2,02
25% weniger gute	42	72	1,59	2,08

c	DG%	FF%	DE/FF	GVE/FF
Alle	50	78	1,55	2,02
25% beste	60	87	1,48	2,01
mittlere	51	80	1,53	1,95
25% weniger gute	43	72	1,63	2,14

Tab. 7.5a-c: Kennzahlen der Betriebsgruppen nach Höhe der Selbstversorgung mit TS, Energie und Eiweiß

ausgeprägt sind. Schließlich im Bereich Eiweiß (Tab. 7.4c und 7.5c) schaffen es die besseren Betriebe bis 73% des benötigten Eiweißes auf der eigenen Futterfläche zu erzeugen, die schlechteren dagegen nur 40%. Hier ist der Unterschied im Viehbesatz auf der Futterfläche zwischen den Betriebsgruppen noch ausgeprägter als im Bereich Energie. Wichtig ist auch, dass sich das Ergebnis entsprechend dem sich Erhöhen des Futterflächenanteils bzw. des Grünlandanteils verbessert.

3. Einflussfaktoren der Futterautarkie

3.1 Die Produktionsausrichtung

Die Ausrichtung der Tierproduktion hat einen Einfluss auf die Futterautarkie. Wie aus Abb 7.1 und Tab. 7.6 ersichtlich, schneiden die Betriebe mit Mutterkuhhaltung besser ab als die anderen Betriebe vor allem in den Bereichen Energie und Eiweiß. An zweiter Stelle trifft man auf die Gemischtbetriebe mit Fleischrindern und Milchviehhaltung. Es sind besonders die Mutterkühe, welche den Bedarf nach unten Drücken, da diese Rinder im Vergleich zu den Milchkühen ziemlich anspruchslos sind: Dies gilt besonders für den Bereich Rohprotein (Tab. 7.7c). Man sieht auch, dass die Betriebe mit Fleischrindern den niedrigsten Zukauf haben (Tab. 7.7b und 7.7c), verglichen mit den anderen Produktionsausrichtungen.

An zweiter Stelle im Bedarf befinden sich die Betriebe mit reiner Milchkuhhaltung und die Gemischtbetriebe mit Schweinen. Das erste erklärt sich dadurch, dass der Viehbesatz dieser Betriebe geringer ist als der von Mutterkuhbetrieben, so dass die Unterschiede zu diesen weniger ausgeprägt sind. Bei den Gemischtbetrieben mit Schweinehaltung ist der Anteil der Schweine am Viehbesatz mit wenigen Ausnahmen nicht sehr hoch, so dass in diesen Betrieben der Anteil an Fleischrindern die Ergebnisse mit beeinflussen. Unter den Gemischtbetrieben sind Unterschiede weniger deutlich, do dass hier auf eine weitere Aufteilung dieser Betriebe verzichtet wird.

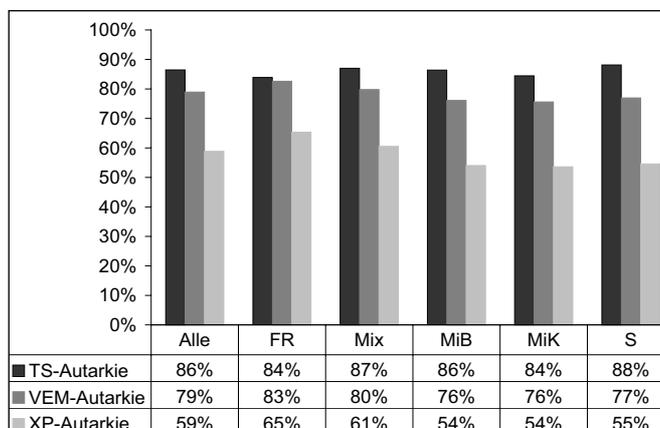


Abb. 7.1: Durchschnittliche Futterautarkie der Betriebe nach Produktionsausrichtung

Betriebsgruppen	TS-Autarkie relativ zu alle	VEM-Autarkie relativ zu alle	XP-Autarkie relativ zu alle
Alle	100%	100%	100%
FR	98%	105%	111%
Mix	101%	101%	103%
MiB	100%	96%	92%
MiK	98%	96%	91%
S	102%	97%	93%

Tab. 7.6: Futterautarkie der Betriebe nach Produktionsausrichtung relativ zum Durchschnitt aller Betriebe

a	Bedarf dt/ha	Zukauf dt/ha	Eigenproduktion dt/ha	b	Bedarf kVEM/ha	Zukauf kVEM/ha	Eigenproduktion kVEM/ha	c	Bedarf kg XP/ha	Zukauf kg XP/ha	Eigenproduktion kg XP/ha
Alle	90	12	78	Alle	6253	1318	4935	Alle	759	313	447
FR	88	14	74	FR	5862	1020	4842	FR	655	227	428
Mix	92	12	80	Mix	6334	1281	5052	Mix	765	302	463
MiB	92	12	79	MiB	6929	1656	5273	MiB	872	401	471
MiK	80	12	68	MiK	5713	1394	4319	MiK	733	340	393
S	84	10	74	S	5893	1358	4534	S	725	329	396

Tab. 7.7a-c: Bedarf, Zukauf und Eigenerzeugung an Futter der Betriebe nach Produktionsausrichtung

Im Bereich Trockensubstanz (Tab. 7.7a) sind die Unterschiede zwischen den Produktionssparten nicht sehr deutlich, wobei auffallend ist, dass die reinen Milchviehbetriebe die geringste Eigenerzeugung an Trockensubstanz aufweisen. Hier sind die verhältnismäßig hohen Importe an Kraftfutter dafür verantwortlich, dass für diese Betriebe der Eigenenertrag an TS rechnerisch gering ausfällt. Diesbezüglich spielt auch der geringere Viehbesatz der reinen Milchviehbetriebe eine Rolle.

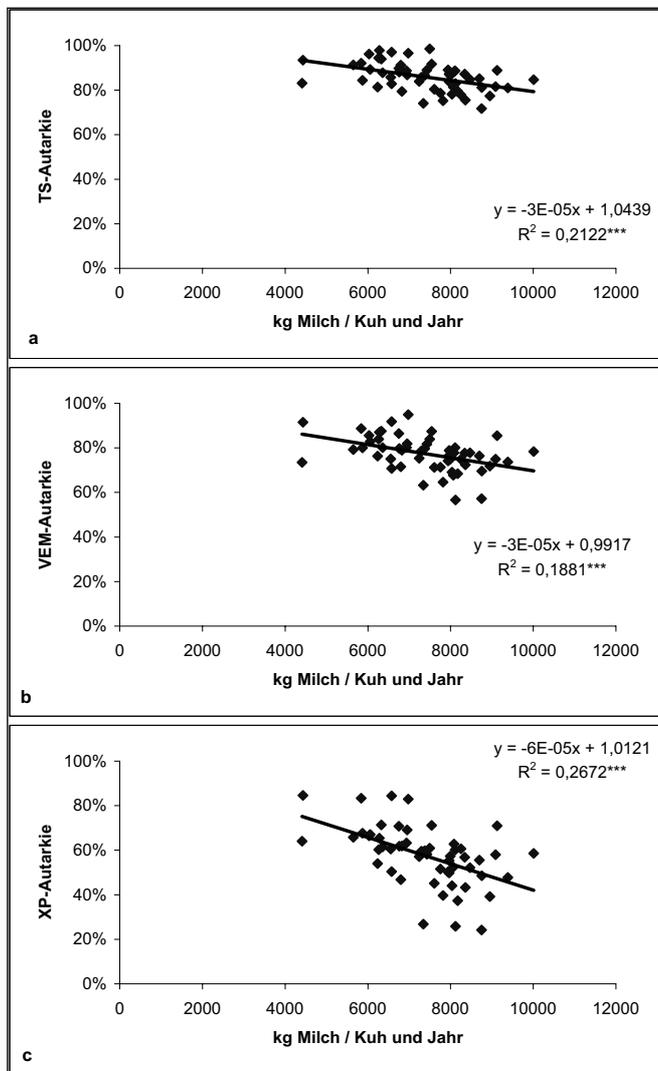


Abb. 7.2a-c: Zusammenhang zwischen Autarkie an TS, Energie bzw. Eiweiß und Milchleistung pro Kuh und Jahr

die Streuung zwischen den Betrieben in den Abb. 7.2a, 7.2b und 7.2c gerade so groß ist. Denn dies bedeutet, dass trotz der festgestellten Tendenz Betriebe mit hoher durchschnittlicher Milchleistung autarker sind als Betriebe mit niedriger Leistung. Es wird dementsprechend in der Praxis auf der einen Seite darum gehen, den größeren Fehlern auf den Betrieben mit niedriger Leistung entgegenzuwirken, und andererseits sich der schwierigeren Aufgabe der Optimierung des Futtermitelesatzes auf Hochleistungsbetrieben zu stellen.

3.2 Milchleistung pro Kuh und Jahr

Anknüpfend an die letzte Bemerkung bezüglich der hohen Importe an Kraftfutter bei Milchkühen kann die Feststellung dargelegt werden, dass die Höhe der Milchleistung den Autarkiegrad an TS, Energie und Eiweiß beeinflusst. Zwischen Autarkie einerseits und Milchleistung pro Kuh besteht nämlich ein signifikanter negativer Zusammenhang, der am stärksten beim Rohprotein und am niedrigsten bei der Energie ist (Abb. 7.2a, 7.2b und 7.2c). Dieser Zusammenhang begründet sich dadurch, dass mit zunehmender Leistung überproportional viel Kraftfutter in den Betrieb importiert werden muss, so dass es zunehmend schwierig wird für den Landwirt, eine adäquate Leistung aus dem Grundfutter zu erzielen. Vor allem im Bereich Rohprotein wird deutlich, dass die Autarkie mit der Milchleistung abnimmt. Dies ist aber sehr problematisch, weil dies mit Stickstoffverlusten verbunden ist (siehe auch den Zusammenhang zwischen Autarkie und N-Saldo im Kap. Stickstoffbilanz). Für den Berater ist allerdings von großer Wichtigkeit, dass

3.3 Betriebsstruktur

In diesem Abschnitt werden strukturbezogene Zusammenhänge für die drei Bereiche der Futterautarkie untersucht. Neben dem Anteil von Grünland und Silomais an der Futterfläche sind die verfütterten Kraftfuttermengen, die Viehbesatzdichte und die produzierte Milch pro GVE in Relation zu den vier relevanten Parametern der Futterautarkie, nämlich Bedarf, Zukauf, Eigenproduktion und dem Autarkiegrad, gesetzt (alle erwähnten Parameter sind auf die Futterfläche bezogen). Das Ziel hierbei bestand darin, die Zusammenhänge für die drei untersuchten Parameter möglichst standardisiert graphisch darzustellen, um ein Gesamtbild der Einflüsse der Betriebsstruktur auf die Futterautarkie zu ermöglichen: Dies wurde mittels des Verfahrens der multiplen Regression realisiert. Die bei der Simulation festgelegten drei Parameterstufen wurden stets so ausgewählt, dass sie Min-, Max-, sowie Durchschnittswerten vom Datenpool entsprachen, und somit die Extremitäten vom Datenpool mit erfasst haben.

Die Futterzukaufe im Bereich XP (Abb. 7.3b) schwanken stärker als die im Bereich TS (Abb. 7.4b) und VEM (Abb. 7.5b). Dies erkennt man an der Distanz zwischen den Zukaufgeraden, die wesentlich kleiner beim XP als bei der TS oder VEM ist. Dieser Sachverhalt ist dadurch zu erklären, dass die XP-Über-

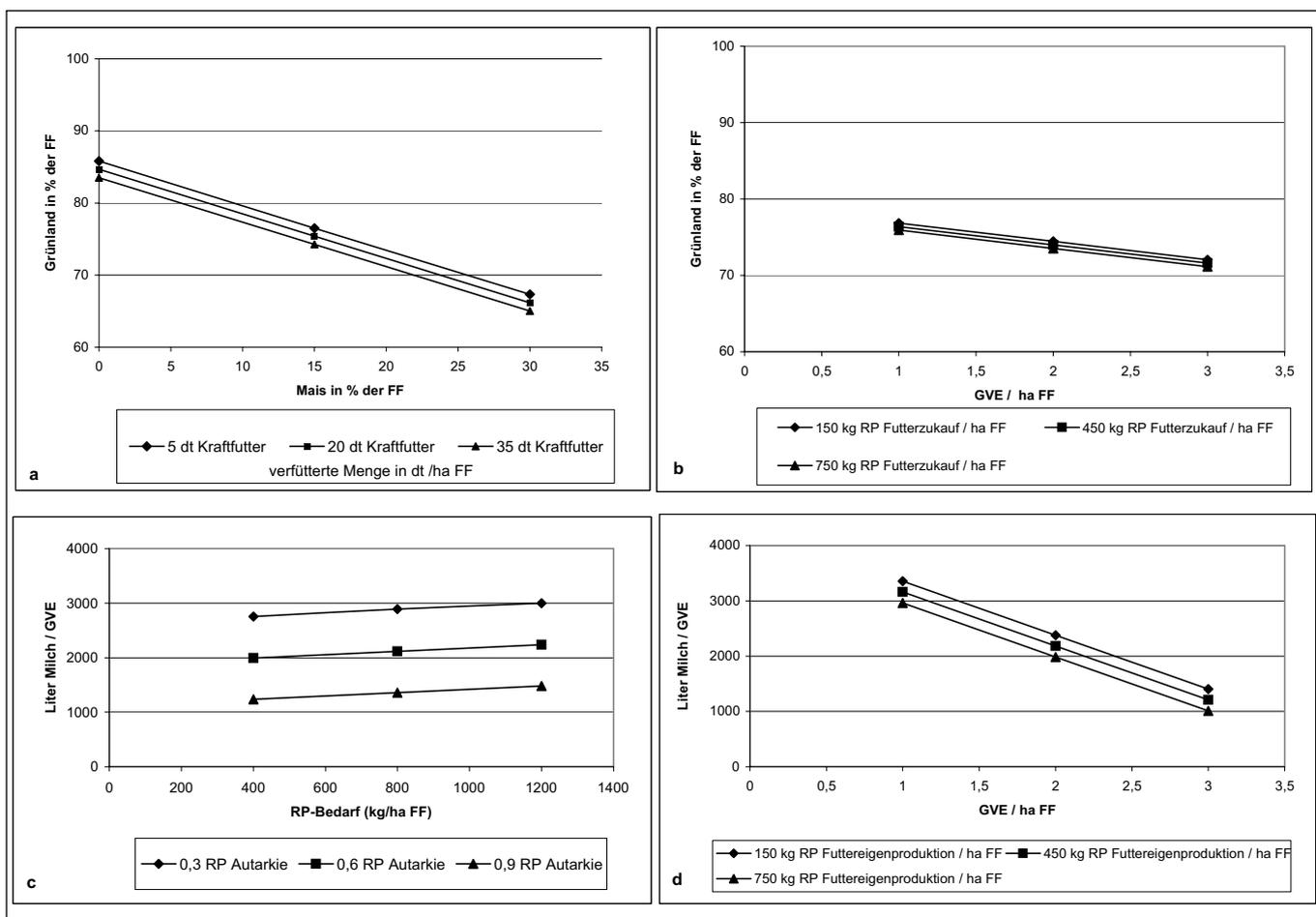


Abb. 7.3a-d Graphische Darstellung der Zusammenhänge zwischen strukturellen Betriebskennzahlen und den vier relevanten Futterautarkieparametern für den Bereich Rohprotein

schüsse in der Ration der Tiere nicht verwertet, sondern ausgeschieden werden. Diese Überschüsse können in jedem Betrieb (intensiv, extensiv, vieharm, viehstark) aufkommen, wenn die Qualität des eigenen Grundfutters nicht ausreichend gut ist. Dann können auch Betriebe mit viel Grünland oder wenig Vieh gezwungen werden, viel XP zu importieren. Dies stimmt mit den Beobachtungen des Kap.3, Abschnitts 3.1 (Abb.3.3b), überein. Eine weitere mögliche Erklärung liegt darin, dass mit proportional abnehmendem Grünlandanteil an der Betriebsfläche der Silomaisanteil in der Regel zunimmt (Abb.7.4a). Bekanntlich liefert Silomais im Vergleich zum Grünland überproportional höhere TS- und VEM-Erträge pro ha und dies bedeutet schließlich, dass mit zunehmendem Maisanteil an der Futterfläche mehr TS und VEM pro ha produziert werden, das erzeugte Rohprotein aber nur geringfügig abnimmt. Abgesehen von der Eiweissgüte liefert ein ha Mais mit 14 t TS Ertrag mit 7 % XP genauso viel Rohprotein wie ein ha Gras mit 7 t TS Ertrag mit 14 % XP. Auch beschert oft ein hoher Grünlandanteil keine Einsparung im XP-Zukauf, bedingt aber höhere Importe an VEM und TS.

Auch für den Parameter Futterautarkie konnte ein grundlegend anderer Zusammenhang mit der Milchintensität und dem Bedarf im Bereich XP als in den Bereichen TS und VEM festgestellt werden

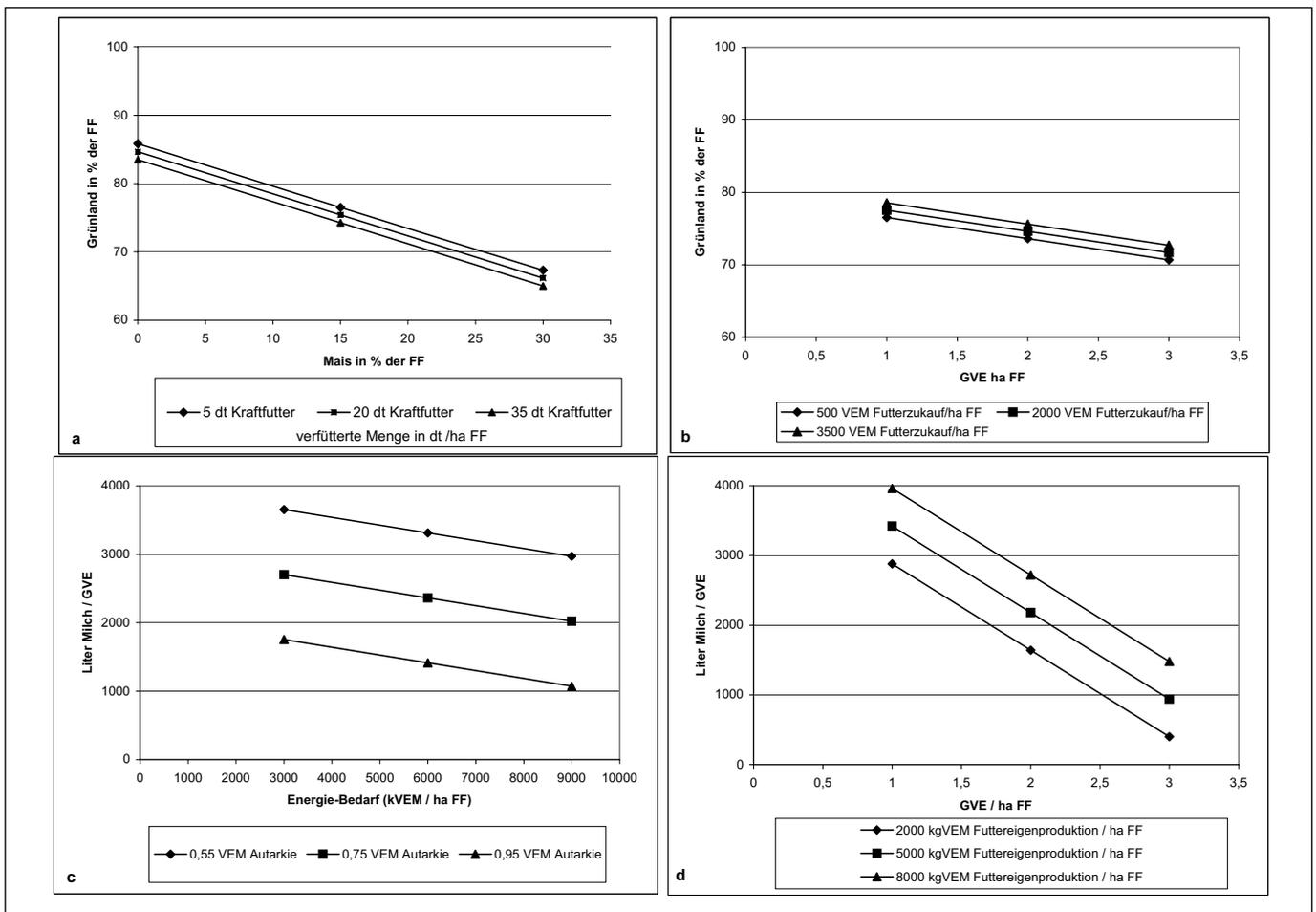


Abb. 7.4a-d Graphische Darstellung der Zusammenhänge zwischen strukturellen Betriebskennzahlen und den vier relevanten Futterautarkieparametern für den Bereich Energie

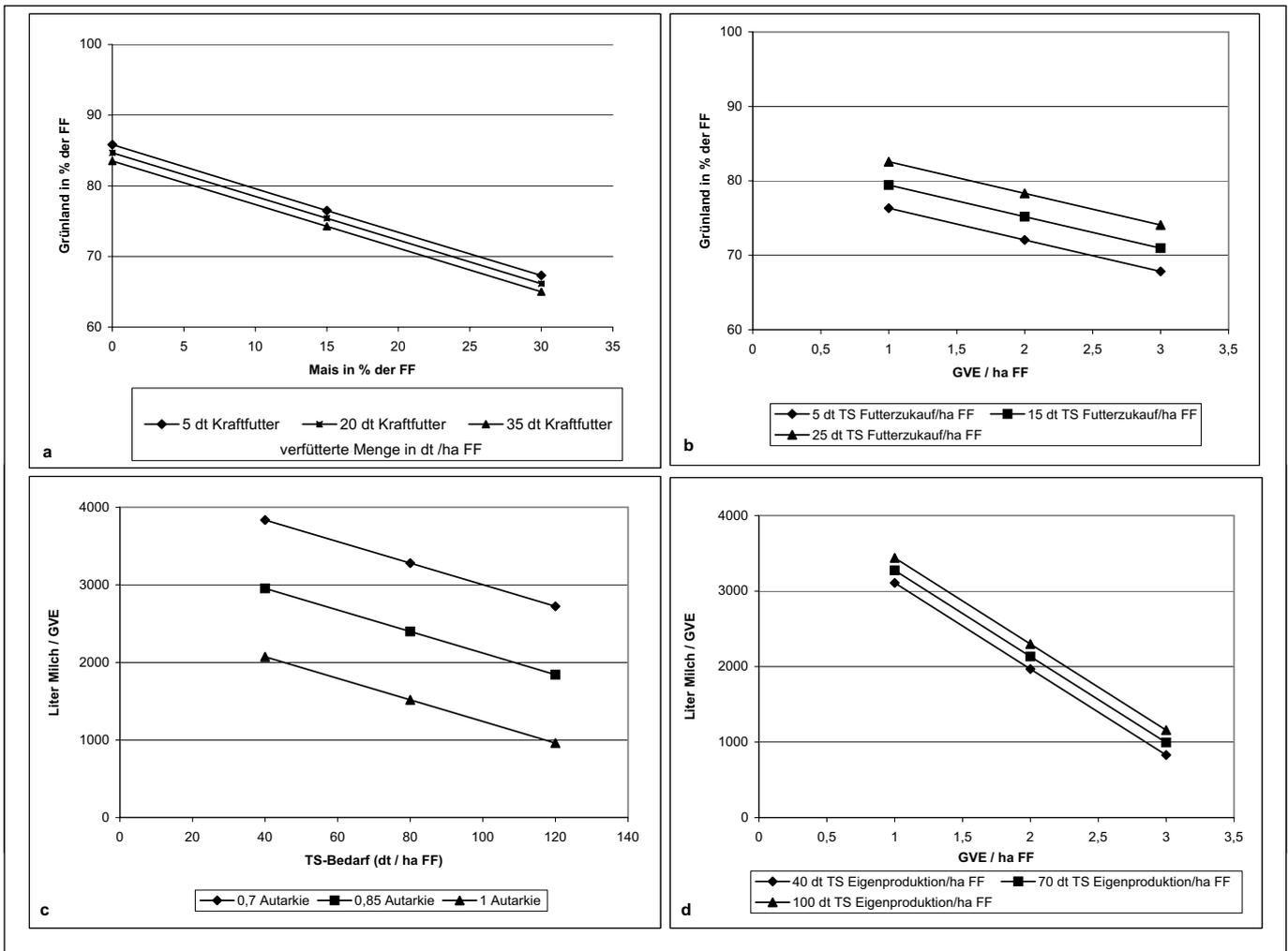


Abb. 7.5a-d Graphische Darstellung der Zusammenhänge zwischen strukturellen Betriebskennzahlen und den vier relevanten Futterautarkieparametern für den Bereich Trockensubstanz

(Abb. 7.3c, 7.4c und 7.5c). Mit Zunahme vom Bedarf bei gleich bleibender Milchintensität verbessert sich die Autarkiesituation vom XP, für TS und VEM gilt das Gegenteil. Die Erklärung besteht darin, dass mit steigendem Bedarf bei gleich bleibender Milchintensität der Fleischviehanteil der Betriebe höher ist und dass in einer solchen Situation der Bedarf an VEM und TS überproportional stärker ansteigt gegenüber dem vom XP. Dieser letzte Punkt macht deutlich, dass Sollwerte für den entwickelten Parameter Futterautarkie nur auf Basis von einer Reihe von Parameter (mehr als zwei) in der Zukunft festgelegt werden können.

Das Verhalten der Eigenproduktion in Funktion von der Milch- und Viehintensität (Abb. 7.3d, 7.4d, t.5d) zeigt im Gegensatz zur Vorigen Situation keine grundlegenden Unterschiede zwischen den drei Bereichen der Futterautarkie (XP, TS, VEM).

3.4. Ökonomische Zusammenhänge

Das Ziel einer möglichst hohen Futterautarkie wird auch durch ökonomische Gegebenheiten erschwert. In einer Spezialauswertung, bei welcher die Parameter Zukauf und Autarkiegrad als Funktion vom DB pro ha LN aufgetragen wurden, konnte festgestellt werden, dass der Futterzukauf und der hiermit verbundene schlechtere Autarkiegrad sich in der Regel (zunehmend in der Reihenfolge TS, RP und VEM) finanziell

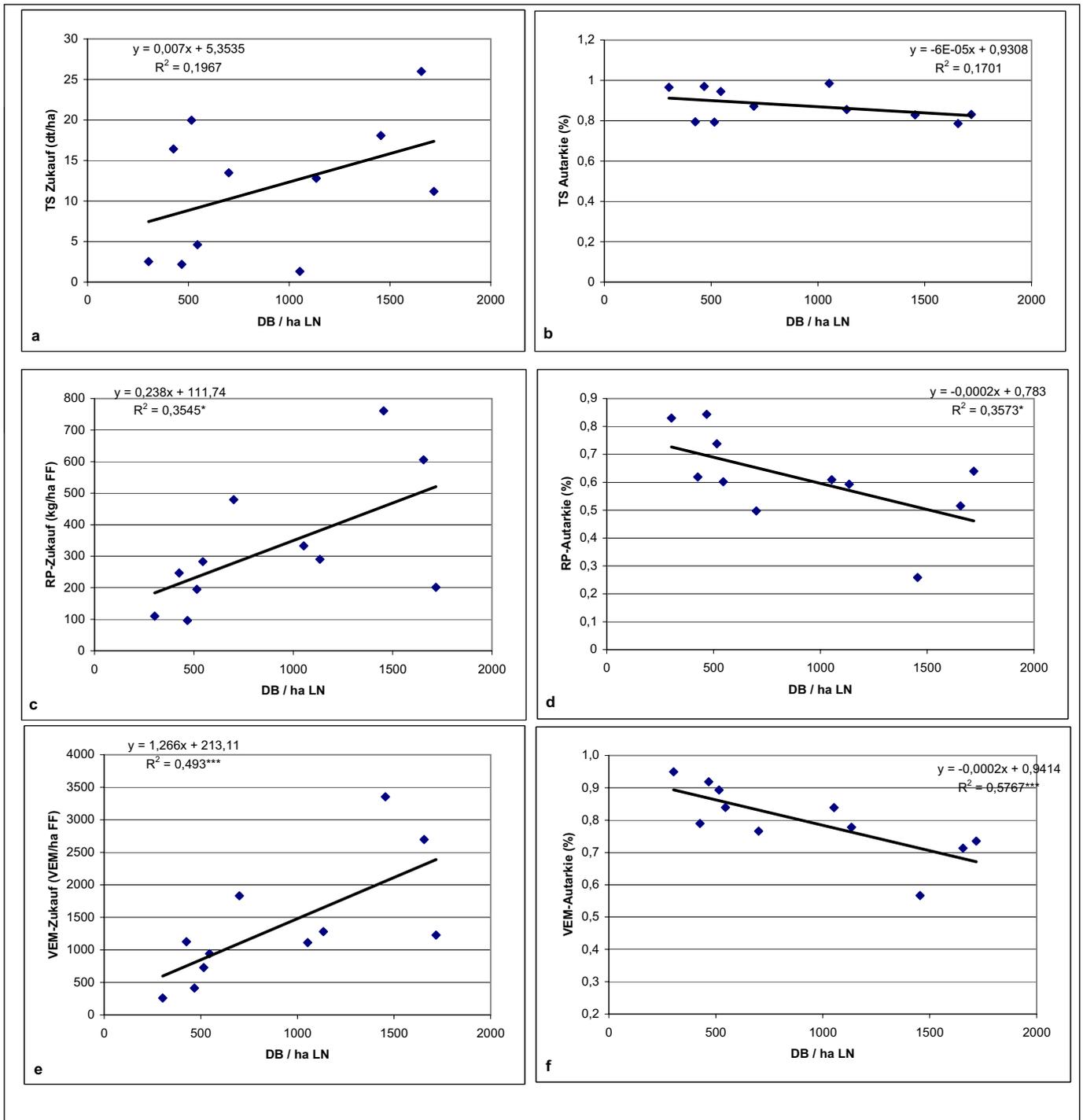


Abb. 7.6a-f: Zusammenhang zwischen Zukauf bzw. Autarkie an TS, Energie und Eiweiß und Deckungsbeitrag in EUR/ha (n = 11)

lohen (Abb. 7.6 a, b, c, d, e, f). Die elf Betriebe dieser Auswertung wurden nach dem Kriterium Futterfläche ausgewählt. Diese Betriebe bewirtschaften mindestens 94 % der Betriebsfläche als Futterfläche und die restliche LN als Stillelegung: Somit konnte einen Einfluß der Marktfruchtproduktion gänzlich ausgeschlossen werden. Es wird daher klar, dass das Ziel einer Erhöhung der Betrieblichen Autarkie mit großer Wahrscheinlichkeit mit Einkommenseinbußen verbunden ist. Möchte man z. B. der Futterautarkiegrad im Bereich Rohprotein um 5% erhöhen wollen, müsste man mit einem Rückgang des Deckungsbeitrages pro ha in Höhe von bis zu 150,- EUR rechnen. Dies macht deutlich, dass das Erreichen von hohen Umweltzielen mit Kosten verbunden ist, welche nur von der Kollektivität getragen werden können. In den Schlussfolgerungen des Projektes (Kap. 12, Globale Zusammenhänge) wird auf dieses Thema nochmals ausführlicher eingegangen.

Region	dt TS/ha	GVE/ha	DE/ha
Mosel	71,9	1,51	1,15
Minette	66,8	1,55	1,13
Sandstein	74,2	1,66	1,23
Mitte-Nord	81,8	1,89	1,39
Nord	84,8	1,66	1,29

Tab. 7.8: Erzeugte Trockensubstanz und Viehbesatz der Betriebe nach Region

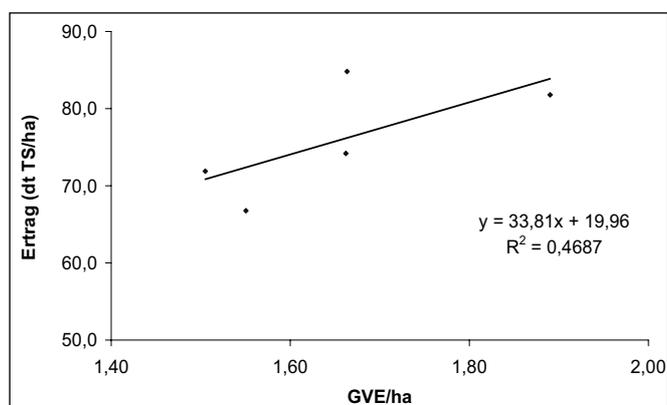


Abb. 7.7: Zusammenhang zwischen regionalem Ertrag an TS/ha und Viehbesatz

berechnet (Tab. 7.1a). Betrachtet man die Erträge nach der Region, so ergibt sich, dass der Süd-Osten und der Süd-Westen Luxemburgs die niedrigsten Ertragszahlen aufweisen, die Region im Norden und Mitte-Nord des Landes haben die höchsten Zahlen, die Mitte liegt nicht nur geografisch zwischen den Extremen (Tab. 7.8). Dabei fällt auf, dass die Mittelwerte nach Region mit dem entsprechenden durchschnittlichen Viehbesatz steigen (Abb. 7.7), auch wenn dieser Zusammenhang statistisch nicht absicherbar ist. Das liefert einen Hinweis, dass zumindest in der Tendenz mit Zunehmen der Viehdichte die Futterfläche intensiver genutzt wird.

3.5 Beurteilung der Belastbarkeit der durch die Futterautarkie berechneten TS-Erträge

Eines der Hauptziele der Berechnung der Futterautarkie auf betrieblicher Ebene war die Berechnung der Höhe der Eigenproduktion. Gibt nämlich die Erzeugung von Rohprotein und Energie Aufschluss auf die Qualität der Erzeugnisse, so liefert die berechnete Erzeugung an Trockensubstanz einen wertvollen Hinweis zur Quantität der erzeugten Trockensubstanz auf der Betriebsfutterfläche. Das ist insofern wichtig, weil dadurch Defizite in der Nutzung der Futterfläche aufgespürt und Gegenmaßnahmen getroffen werden können.

Im Schnitt aller betrachteten Betriebe und der fünf Projektjahre wurde ein Ertrag an Trockensubstanz von 75 dt/ha im Durchschnitt aller Futterflächen

Um nicht nur das Gesamtniveau des Ertrages auf der Futterfläche zu quantifizieren sondern auch Aufschluss darüber zu bekommen, wie hoch die Erträge auf den zwei großen Bereichen Silomais und Dauergrünland (inkl. Feldfutter) sind, hat man im Laufe des Projektes eine Reihe von Messungen unternommen. Auf 24 Betrieben wurden die Erträge an Silomais für zwei Jahre berechnet, mit dem Ziel, aus der Differenz mit dem Gesamtertrag den Grünlandertrag rechnerisch ermitteln zu können. Auf sechs dieser Betriebe hat man fünf Jahre lang nicht nur die Maiserträge ermittelt, sondern auch die Grünlanderträge (Schnittflächen), die somit Rückschluss auf die rechnerisch ermittelten Ertragswerte ermöglichen.

Im ersten Fall (Tab. 7.9) konnte im Schnitt der 24 Betriebe in zwei Jahren einen Ertrag von 110 dt TS/ha bei Silomais ermittelt werden. Aus der Differenz zwischen Gesamtertrag (74 dt TS/ha) und dem Ertrag an Silomais (110 dt TS/ha) sowie Futtergetreide (52 dt TS/ha, dieser Wert ergibt sich aus den Daten der Buchführung) rechnet sich ein Ertrag von 69 dt TS/ha bei den Grünlandflächen dieser Betriebe aus. Es handelt sich um einen Durchschnitt, der den Gegebenheiten im Land durchaus Rechnung trägt.

n=24	Gesamt	Futtergetreide	Silomais	Grünland
Eigenerzeugung	74	52	110	69
% der Futterfläche	100%	16%	8%	76%

Tab. 7.9: Durchschnittliche berechnete Trockensubstanzerträge von Dauergrünland in dt/ha nach Futterbilanz und Messung des Maissilage-Ertrages (n=24)

Im zweiten Fall (Tab. 7.10) konnte für sechs Betriebe, die in den Jahren 2001 bis 2005 verfolgt wurden, der berechnete Grünlandertrag mit dem auf den Schnittflächen gemessenen verglichen werden. Wie aus der Tab. 7.10 hervorgeht, in fünf Fällen sind die Unterschiede zwischen der Modellberechnung und der Messung gering bzw. sehr gering. Nur in einem Fall konnte eine beträchtliche Abweichung festgestellt werden (Diesbezüglich laufen zurzeit Kontrollberechnungen).

Betrieb	Berechnet(1)	Gemessen(2)	Diff.%(2)-(1)
1	53,7	65,7	-22,3
2	56,4	62,9	-11,5
3	62,6	64,5	-3,0
4	62,5	68,0	-8,8
5	45,5	46,5	-2,2
6	84,0	80,4	4,3

Tab. 7.10: Vergleich zwischen berechneten und gemessenen Grünlanderträgen in dt TS/ha auf sechs Betrieben (Durchschnitt der Jahre 2001-2005)

Aus diesen Betrachtungen kann gefolgert werden, dass die Erträge an TS berechnet anhand der Futterautarkie ausreichend belastbar sind. Die so ermittelten Erträge besagen nicht nur wie intensiv der jeweilige Betrieb die Futterfläche bewirtschaftet, sondern geben auch wertvolle Informationen über die Höhe von Erträgen einzelner Futterflächen, wenn zusätzlich mindest einer der Bereiche Silomais bzw. Grünland gemessen wird. Dies kann auch helfen, die Ertragsgrundlage von den Grünlandflächen besser einzuschätzen, und dadurch mehr Sicherheit bei der Dünge- und bei der Rationsplanung zu bekommen.

3.6 Die Autarkie an Eiweiß und Energie für die gesamte luxemburgische Landwirtschaft

Nachdem der Autarkiegrad für die Rinderhaltung der NEB-Betriebe ermittelt wurde, hat man sich auch der Frage gewidmet, inwieweit der nationale Autarkiegrad für die Rinderbestände sich mit dem berechneten Wert deckt oder von diesem abweicht. Die Zahlen der nationalen Autarkie im Vergleich zu den NEB-Betrieben leiten sich aus Tab. 7.11 ab. Daraus ist zu ersehen, dass im nationalen Schnitt der Selbstversorgungsgrad mit Energie und mit Eiweiß deutlich höher ist als der für die Rinderherden der NEB-Betriebe berechnete Wert. Für die Tatsache, dass der Autarkiegrad im Rinderbereich auf nationaler Ebene höher ist, spricht die Tatsache, dass der Anteil an Milchkühen im Rinderbestand der NEB-Betriebe erheblich höher ist als Luxemburg weit. Die NEB-Betriebe haben die Milchproduktion als Produktionsschwerpunkt, während im ganzen Land das Gewicht der Milchproduktion durch andere Haltungsformen abgemildert wird. Dies erhöht den Gesamtbedarf an Energie und Eiweiß erheblich und führt bei den NEB-Betrieben zu zwangsläufig höheren Futterimporten.

Autarkie	VEM	XP
Luxemburg ges.	89%	74%
NEB-Betriebe	77%	55%

Tab. 7.11: Durchschnittliche landesweite Autarkie an Energie und Eiweiß für Luxemburg, nach Daten vom SER

Hinsichtlich der Einstufung der Datenqualität der Berechnung auf nationaler Ebene sind einige Erklärungen notwendig. Der zur Berechnung der Autarkie auf nationaler Ebene verwendete Ansatz ist durchaus vergleichbar mit der Berechnung der Autarkie auf betrieblicher Ebene: Erst wurde der Bedarf an Energie und Eiweiß aller Rinder Luxemburgs ermittelt, dann der Beitrag der Importfuttermittel. Der Unterschied zueinander ist der Beitrag der nationalen Produktion am Gesamtbedarf (autonome Produktion). Als Datengrundlage für den Bedarf der Rinderherden wurde der gesamte Rinderbestand Luxemburgs des Jahres 2006 nach den Daten der STATEC verwendet. Sowohl der Erhaltungs- als auch der Leistungsbedarf sind im Hinblick auf die Datenqualität als durchaus realistisch einzustufen. Deutlich problematischer ist die Datenqualität der importierten Futtermittel, für die keine STATEC-Daten vorhanden sind, und dies in dreierlei Hinsicht:

- Erstens, weil es nicht möglich war, alle Futtermittelimporte über die Produzenten zu erfassen (Daten werden nur grob geliefert, Rückschlüsse auf Importe einzelner Komponenten sind nicht möglich und die Gesamtimporte müssen zurückgerechnet werden).
- Zweitens, weil eine genaue Aufteilung der Importe nach Art der Tierhaltung (Rind, Schwein, Geflügel) nicht möglich ist und daher Annahmen getroffen werden mussten.
- Drittens, weil keine Angaben gemacht wurden über die Höhe der Rohproteingehalte im Importfutter, so dass nach CONVIS-interner Abwägung ein XP-Gehalt im Importfutter von 30% angesetzt wurde.

Aus diesen Gründen kann man an dieser Stelle nicht ausschließen, dass der tatsächliche nationale Autarkiegrad für die Rinderhaltung von dem hier dargestellten abweichend ist. Das Thema wird von der CONVIS-Beraterabteilung weiter verfolgt, und beim Vorhandensein belastbarer Daten betreffend den Futtermittelimport nochmals angegangen.

3.7 Schlussfolgerungen in der Futterautarkie

Die Futterautarkie des Betriebes betreffend die Bereiche Trockensubstanz, Energie und Eiweiß ist ein wertvolles Instrument zur Beurteilung der Effizienz der Nutzung der betriebseigenen Futterfläche. Durch dieses Instrument ist es durchaus möglich, Defizite in der Qualität und Quantität der Futtererzeugung im Betrieb aufzuspüren. Außerdem ermöglicht dieses Instrument zusammen mit anderen Erhebungen die Beurteilung der Erträge der Futterbereiche Grünland und Silomais. Die über Messungen der Erträge an Silomais ausgewählter Betriebe in Zusammenhang mit der im Rahmen der Futterautarkie berechneten Erträge der Grünlandflächen sind in ihrer Güte über Kontrollmessungen bestätigt worden.

Die NEB-Betriebe waren im Projektzeitraum verhältnismäßig autark in der Erzeugung von Trockensubstanz und Energie, dennoch stark defizitär im Bereich Eiweiß. Die Eiweiß-Lücke ist besonders hoch bei Milchviehbetrieben, wo die hohen Milchleistungen nach viel Energie in Form von Silomais verlangen, was aber dann bewirkt, dass der dadurch entstehende Rohproteinmangel über Soja oder Eiweißkonzentrat behoben werden muss. In der Zukunft sollte daher vermehrt darauf Acht gegeben werden, das Verhältnis zwischen Gras und Mais in der Ration der Milchkühe zugunsten vom Gras zu verschieben und den Energiemangel über Ausgleichsfutter bzw. Eigengetreide zu kompensieren, zum Beispiel durch gleichzeitige Fütterung von LKS und hochwertiger Grassilage: Dies könnte zu einer Reduzierung vom Import an Fremdeiweiß führen. Parallel, auf extensiven Betrieben sollen die Bemühungen verstärkt werden, der Anteil der Weidefütterung im Sommer zu erhöhen.

Die Erhöhung des Autarkiegrades auf betrieblicher Ebene wird auch eine Verbesserung der Selbstversorgung vor allem mit Eiweiß auf nationaler Ebene bewirken. Diese Zahl liegt zwar Luxemburg weit höher als bei den NEB-Betrieben auf Grund eines höheren Fleischrinderanteils im Vergleich zu den Milchkühen, dennoch verursachen hohe Importe an eiweißhaltigem Futter auch Kosten für die gesamte Volkswirtschaft. Es wurde dennoch gezeigt, dass die Steigerung der Futterautarkie mit Kosten verbunden sein kann, die vom Landwirt nicht alleine getragen werden können. Um das Ziel eines möglichst hohen Selbstversorgungsgrades zu erreichen, sind daher klare politische Entscheidungen gefragt.

VIII Treibhausgase und „carbon credits“

1. Einleitung

Die Emission von treibhauswirksamen Gasen aus der Landwirtschaft rückt immer mehr ins Zentrum der Betrachtung von Experten und der Gesellschaft. Eine besonders auf Tierhaltung basierende Landwirtschaft ist mit einem verhältnismäßig hohen Niveau an Emissionen verbunden. Dennoch bieten die Biogas-Technologie sowie die Speicherung von Kohlenstoff im Grünland- und (im Fall einer positiven Humusbilanz oder von reduzierter Bodenbearbeitung) im Ackerboden besonders in viehhaltenden Betrieben Möglichkeiten an, Kohlenstoffsinken zu realisieren und dem Treibhausgaseffekt entgegenzuwirken.

Vor diesem Hintergrund, dass mit der Erfüllung des Kiotoprotokolls zur Reduzierung der Emissionen an Treibhausgasen eng verbunden ist, wurden im NEB-Projekt bei der Berechnung von Treibhausgasemissionen und „carbon credits“ aus der Landwirtschaft folgende Ziele verfolgt:

- Erstellung einer exhaustiven Inventur an Emissionen der drei wichtigsten Treibhausgasen (CO₂, CH₄ und N₂O) aus den erfassten Betrieben.
- Berechnung der potentiellen Kohlenstoffsinken („carbon credits“) für die Betriebe unter Berücksichtigung der regenerativen Energien und der Speicherung von Kohlenstoff im Boden.
- Herausfinden der wichtigsten Bestimmungsfaktoren der Treibhausgasemissionen in der Landwirtschaft.
- Quantifizierung der Kosten bzw. Einkommenseinbußen, die mit einer Reduzierung der Emissionen verbunden sind.

2. Ergebnisse

Die über einen Zeitraum von vier Jahren ausgewerteten Betriebe (n=68) haben im Schnitt jedes Jahr 7,8 to CO₂-Äquivalente/ha ausgestoßen (Tab. 8.1). Die drei Module, in denen die Emissionen eingeteilt sind, tragen zu 31% (Betriebsmittel), 45% (Tierproduktion) und 25% (Pflanzenproduktion) zum Gesamtausstoß an Treibhausgasen bei.

Emissionsposten	kg CO ₂ /ha	kg CH ₄ /ha	kg N ₂ O/ha	kg CO ₂ -Äq./ha	% Ges. Emiss.	%Modul
Import Düngemittel	316,1	0,1	1,1	664,5	8,5	27,7
Import Futtermittel	572,6	4,3	0,8	922,3	11,8	38,4
Import Strom+Diesel+MBR	720,2	0,6	0,1	751,5	9,6	31,3
Import andere Betriebsmittel	63,9	0,0	0,0	65,0	0,8	2,7
Modul Betriebsmittel ges.	1.672,7	5,1	2,0	2.403,3	30,8	100
Magen Fermentation/Stallbereich	-	104,5	0,3	2.296,0	29,4	65,9
Lagerung Gülle+Mist	-	10,2	0,2	263,1	3,4	7,6
Ausbringung organische Dünger	-	0,0	1,3	399,4	5,1	11,5
Weidegang	-	0,1	1,7	526,3	6,7	15,1
Modul Tierproduktion ges.	0,0	114,8	3,5	3.484,8	44,6	100
Hintergrund Boden	-	-	2,4	738,4	9,5	38,4
Mineralische N-Düngung	-	-	2,3	707,3	9,1	36,8
Grünlandumbruch	317,4	-	0,1	353,2	4,5	18,4
N ₂ -fix, EWR, Neg Humusbilanz	88,9	-	0,1	121,6	1,6	6,3
Modul Pflanzenproduktion ges.	406,3	0,0	4,9	1.920,5	24,6	100
Treibhausgasemissionen ges.	2.079,0	119,9	10,4	7.808,7	100	-
Treibhausgaswirksamkeit (CO₂-Äq.)	2.079,0	2518,1	3211,5	7.808,7		
Treibhausgaswirksamkeit (%)	27%	32%	41%	100%		

Tab. 8.1: Durchschnittliche Emissionen der ausgewerteten Betriebe mit ENB und DP (Mittel der Jahre 2002-2005, n = 68)

Als mit Abstand wichtigster Posten für die Emissionen ist die Pansenfermentation zu verzeichnen: Der Pansen der Rinder ist verantwortlich für mehr als 29% der Gesamtemissionen. Dem folgt an zweiter Stelle der Import an Futtermitteln (12% ca.) sowie in der Reihe der Import an direkter Energie (Strom, Diesel, MBR), die bodenbürtigen Emissionen und die mineralische N-Düngung mit Anteilen zwischen 9 und 10%. Mengenmäßig konnte ein Ausstoß von ca. 2 to CO₂/ha, 120 kg CH₄/ha und 10,4 kg N₂O/ha festgestellt werden.

Umgerechnet in CO₂-Äquivalente stellen die einzelnen Treibhausgase 27% (CO₂), 32% (CH₄) und 41% (N₂O) der Gesamtemissionen dar. Interessanterweise sind es gerade die Spurengase Methan und Lachgas, welche mengenmäßig am geringsten ausgestoßen werden, die den größeren Treibhausgaseffekt aufweisen.

	kg CO ₂ /ha	kg CH ₄ /ha	kg N ₂ O/ha	kg CO ₂ -Äq./ha
MW	2079,0	119,9	10,4	7808,7
Median	1928,1	126,4	10,4	7939,9
Max	6164,4	210,6	14,3	13708,5
Min	1037,8	54,3	7,7	5325,1
Max : Min	5,9	3,9	1,9	2,6
StAbw	987,4	34,9	1,5	1647,2

Tab. 8.2: Statistik der Treibhausgasemissionen der ausgewerteten Betriebe (n = 68)

Betrachtet man die Schwankungen der Betriebe bei den Emissionen der einzelnen Gase (Tab. 8.2), so fällt auf, dass der Betrieb mit dem höchsten Ausstoß sechsmal mehr CO₂, viermal mehr CH₄ und zweimal mehr N₂O ausstößt, als der Betrieb mit der niedrigen Emissionszahl. Im Laufe der Jahre haben sich die

Emissionsposten	kg CO ₂ -Äq./ha				% der Gesamtemissionen			
	2002	2003	2004	2005	2002	2003	2004	2005
Import Düngemittel	644,3	699,0	692,4	623,0	8,5	8,8	8,6	8,1
Import Futtermittel	916,5	932,9	928,2	923,0	12,1	11,7	11,5	12,0
Import Strom+Diesel+MBR	758,2	758,2	754,5	765,0	10,0	9,5	9,4	9,9
Import andere Betriebsmittel	104,6	47,2	60,3	48,4	1,4	0,6	0,7	0,6
Modul Betriebsmittel ges.	2.423,6	2.437,2	2.435,4	2.359,4	31,9	30,6	30,3	30,6
Magen Fermentation/Stallbereich	2.304,7	2.273,0	2.334,1	2.281,9	30,4	28,6	29,0	29,6
Lagerung Gülle+Mist	267,3	265,2	259,5	258,8	3,5	3,3	3,2	3,4
Ausbringung organische Dünger	388,5	421,3	398,7	386,1	5,1	5,3	5,0	5,0
Weidegang	498,1	488,4	561,2	568,8	6,6	6,1	7,0	7,4
Modul Tierproduktion ges.	3.458,5	3.447,9	3.553,5	3.495,7	45,6	43,3	44,2	45,3
Hintergrund Boden	733,7	734,2	739,2	746,6	9,7	9,2	9,2	9,7
Mineralische N-Düngung	679,2	741,7	744,3	664,1	8,9	9,3	9,3	8,6
Grünlandumbruch	164,6	497,6	444,3	319,0	2,2	6,3	5,5	4,1
N ₂ -fix, EWR, Neg Humusbilanz	129,2	97,0	124,9	134,2	1,7	1,2	1,6	1,7
Modul Pflanzenproduktion ges.	1.706,8	2.070,5	2.052,6	1.863,8	22,5	26,0	25,5	24,1
Treibhausgasemissionen ges.	7.588,9	7.955,6	8.041,5	7.718,9	100	100	100	100

Tab. 8.3: Entwicklung der Treihausgasemissionen der ausgewerteten Betriebe (n = 68)

a Treibhausgas		kg CO ₂ /ha			
Jahr		2002	2003	2004	2005
Modul Betriebsmittel ges.		1.698,4	1.684,4	1.687,3	1.656,8
Modul Tierproduktion ges.		-	-	-	-
Modul Pflanzenproduktion ges.		249,0	516,2	484,9	386,4
Treibhausgasemissionen ges.		1.947,4	2.200,6	2.172,2	2.043,2
Treibhausgasäquivalente		1.947,4	2.200,6	2.172,2	2.043,2

b Treibhausgas		kg CH ₄ /ha			
Jahr		2002	2003	2004	2005
Modul Betriebsmittel ges.		5,3	4,9	5,0	5,1
Modul Tierproduktion ges.		115,3	113,8	116,5	114,1
Modul Pflanzenproduktion ges.		-	-	-	-
Treibhausgasemissionen ges.		120,6	118,7	121,6	119,3
Treibhausgasäquivalente		2.532,0	2.493,6	2.553,2	2.504,5

c Treibhausgas		kg N ₂ O/ha			
Jahr		2002	2003	2004	2005
Modul Betriebsmittel ges.		2,0	2,1	2,1	1,9
Modul Tierproduktion ges.		3,3	3,4	3,6	3,5
Modul Pflanzenproduktion ges.		4,7	5,0	5,1	4,8
Treibhausgasemissionen ges.		10,0	10,5	10,7	10,2
Treibhausgasäquivalente		3.109,5	3.261,4	3.316,1	3.171,2

Tab. 8.4a-c: Entwicklung der Emissionen von einzelnen Gasen der ausgewerteten Betriebe (n = 68)

Zahlen der Emissionen der Module Betriebsmittel und Tierproduktion sehr wenig geändert (Tab. 8.3), während das Modul Pflanzenproduktion größeren Schwankungen unterlegen war. Dies ist vor allem mit dem Umbruch von Grünlandflächen verbunden, der im Laufe der Jahre nicht konstant ist. Auch die Emission der einzelnen Treibhausgase schwankt wenig im Laufe der Zeit (Tab. 8.4a ,b, c), und das liefert einen ersten Hinweis dafür, dass die Höhe der Emissionen strukturbedingt ist, was wiederum bedeutet, dass der Ausstoß an Treibhausgasen vorwiegend über eine Änderung der Betriebsstruktur reduziert werden kann.

Im Bereich der Akkumulation von potentiellen „credits“ durch Speicherung von Kohlenstoff im Boden bzw. Erzeugung regenerativer Energien zeichnet sich ein positives Bild ab (Tab. 8.5). Die „carbon credits“ der betrachteten Betriebe haben nämlich in der Beobachtungszeit vor allem durch die erhöhte Biogasproduktion und durch das Zunehmen der reduzierten Bodenbearbeitung zugenommen. Zwar haben sich die Nettoemissionen im Laufe der vier Jahre nicht stark verändert, dennoch zeigt die Verringerung des Verhältnisses zwischen Emissionen und „credits“ dass die Zunahme der „credits“ schneller voran geht als die der Emissionen (Tab. 8.6). Da der Beitrag zahlreicher Biogasanlagen zur Erzeugung von „carbon credits“ noch nicht erfasst wurde, ist davon auszugehen, dass in der Zukunft das Verhältnis zwischen Emissionen und Krediten sich weiterhin verringern wird.

Carbon credits (kg CO₂/ha)	2002	2003	2004	2005	MW 02-05
Biodiesel aus non-food-Raps	13	15	12	17	15
Strom und Wärme aus Biogas	29	86	118	104	85
Grünland-Neuansaat	24	94	63	71	63
Positive Humusbilanz	215	236	242	222	229
Mulchsaat	271	282	336	348	309
Summe credits	551	713	772	763	701

Tab. 8.5: Durchschnittliche „carbon credits“ der ausgewerteten Betriebe mit ENP und DP (Mittel der Jahre 2002-2005, n = 68)

Jahr	2002	2003	2004	2005	MW 02-05
Summe Emissionen	7.589	7.956	8.041	7.719	7.809
Summe credits	551	713	772	763	701
CO₂-Bilanz (Netto-Emissionen)	7.038	7.242	7.270	6.956	7.108
Emissionen-Credits-Verhältnis	13,8	11,2	10,4	10,1	11,1

Tab. 8.6: Entwicklung der „carbon credits“ der ausgewerteten Betriebe (n = 68)

Werden die Betriebe nach dem Ausstoß von CO₂-Äquivalenten in 25% bessere, mittlere und 25% weniger gute eingeteilt (Tab. 8.7a), so ist feststellbar, dass die besseren 25% rund 40% weniger Treibhausgase ausstoßen als die schlechteren. Ein Blick auf die Strukturzahlen der Betriebe (Tab. 8.7b) macht deutlich, dass die besten Betriebe nicht nur den niedrigeren Viehbesatz und die besten Umweltzahlen (N-Saldo und Energiegewinn) aufweisen, sondern auch eine deutlich größere Fläche pro Betrieb bewirtschaften.

Betriebe	kg CO ₂ /ha	kg CH ₄ /ha	kg N ₂ O/ha	kg CO ₂ -Äq./ha
25% beste	1.753,8	90,1	8,9	6.405,6
mittlere	1.967,5	125,7	10,6	7.880,2
25% weniger gute	3.089,2	161,7	12,3	10.302,7

Tab. 8.7a: Treibhausgasemissionen der Betriebsgruppen nach Höhe des Ausstoßes

Betriebe	Ø LN	DE/ha	GVE/ha	N-Saldo (kg/ha)	FE-Saldo (GJ/ha)
25% beste	153,75	0,88	1,12	97	17
mittlere	111,69	1,23	1,58	122	6
25% weniger gute	81,45	1,55	2,03	139	-2

Tab. 8.7b: Kennzahlen der Betriebsgruppen nach Höhe des Ausstoßes

	kg CO ₂ /ha	kg CH ₄ /ha	kg N ₂ O/ha	kg CO ₂ -Äq./ha
Mosel	2.371,4	115,0	10,2	7.956,4
Minette	1.868,5	104,1	9,5	6.996,6
Sandstein	1.862,5	124,5	10,3	7.675,9
Mitte-Nord	2.056,3	124,2	10,7	7.995,2
Ösling	2.963,9	135,0	11,5	9.368,7

Tab. 8.8a: Treibhausgasemissionen der Betriebe nach Region

	Ø LN	DE/ha	GVE/ha	N-Saldo (kg/ha)	FE-Saldo (GJ/ha)
Mosel	122,82	1,12	1,43	125	8
Minette	114,04	1,05	1,31	98	9
Sandstein	138,03	1,19	1,57	119	8
Mitte-Nord	72,25	1,19	1,44	113	7
Ösling	84,20	1,35	1,75	123	10

Tab. 8.8b: Kennzahl der Betriebsgruppen mit Treibhausgasemissionen nach Region

In der Tendenz werden diese Feststellungen bei einer Betrachtung der Betriebe nach Region bestätigt (Tab. 8.8a und 8.8b). Die Betriebe im Norden Luxemburgs (Ösling) stoßen deutlich mehr Treibhausgase als die Betriebe im Süd-Westen (Minette) aus. Ersterer haben einen um 30% niedrigeren Viehbesatz, bewirtschaften rund 30 ha weniger Fläche und haben einen um 25 kg/ha höheren N-Saldo als ihre süd-westlichen Kollegen. Dagegen sind die Unterschiede im Energiegewinn zwischen den Regionen nicht sehr stark ausgeprägt.

Zusammenfassend kann behauptet werden, dass der Ausstoß an Treibhausgasen der CONVIS-Betriebe mit Energie- und Nährstoffbilanzen sowie mit Düngeplan zum Teil beträchtliche

Ausmaße erreicht, dass aber im gleichen Betrachtungsraum die Speicherung an Kohlenstoff im Boden bzw. die Erzeugung regenerativer Energien deutlich zugenommen hat. Die Ergebnisse sind über die Jahre meistens stabil, so dass sie durchaus mit der Struktur der Betriebe und nicht mit vom Markt verursachten Schwankungen in Verbindung gebracht werden müssen. Eine Betrachtung nach Betrieben gegliedert nach Ergebnis bzw. nach Region liefert erste Hinweise, dass Viehbesatz, Fläche pro Betrieb und Höhe der N- und Energiebilanz einen prägenden Einfluss auf die Höhe der Emissionen im Betrieb haben.

3. Bestimmungsfaktoren der Treibhausgasemissionen

3.1 Betriebsstruktur (Viehbesatz und Betriebsgröße in ha LN)

Die Korrelationen zwischen Viehbesatz und Ausstoß an Treibhausgasen sind in Abb. 8.1a, b, c und d wiedergegeben. Mit Ausnahme von den CO₂-Emissionen, sind alle Korrelationen hoch signifikant. Schaut man zurück auf Tab. 8.1, so wird deutlich, dass fast alle CH₄-Emissionen mit dem Modul Tierproduktion verbunden sind, während beim Ausstoß an Lachgas das Modul Tierproduktion an zweiter Stelle nach der Pflanzenproduktion ist. Ist bei einem verbesserten Management der organischen Dünger eine gewisse Reduktion an N₂O-Emissionen denkbar, wird dagegen eine Reduzierung des CH₄-Ausstoßes in größerem

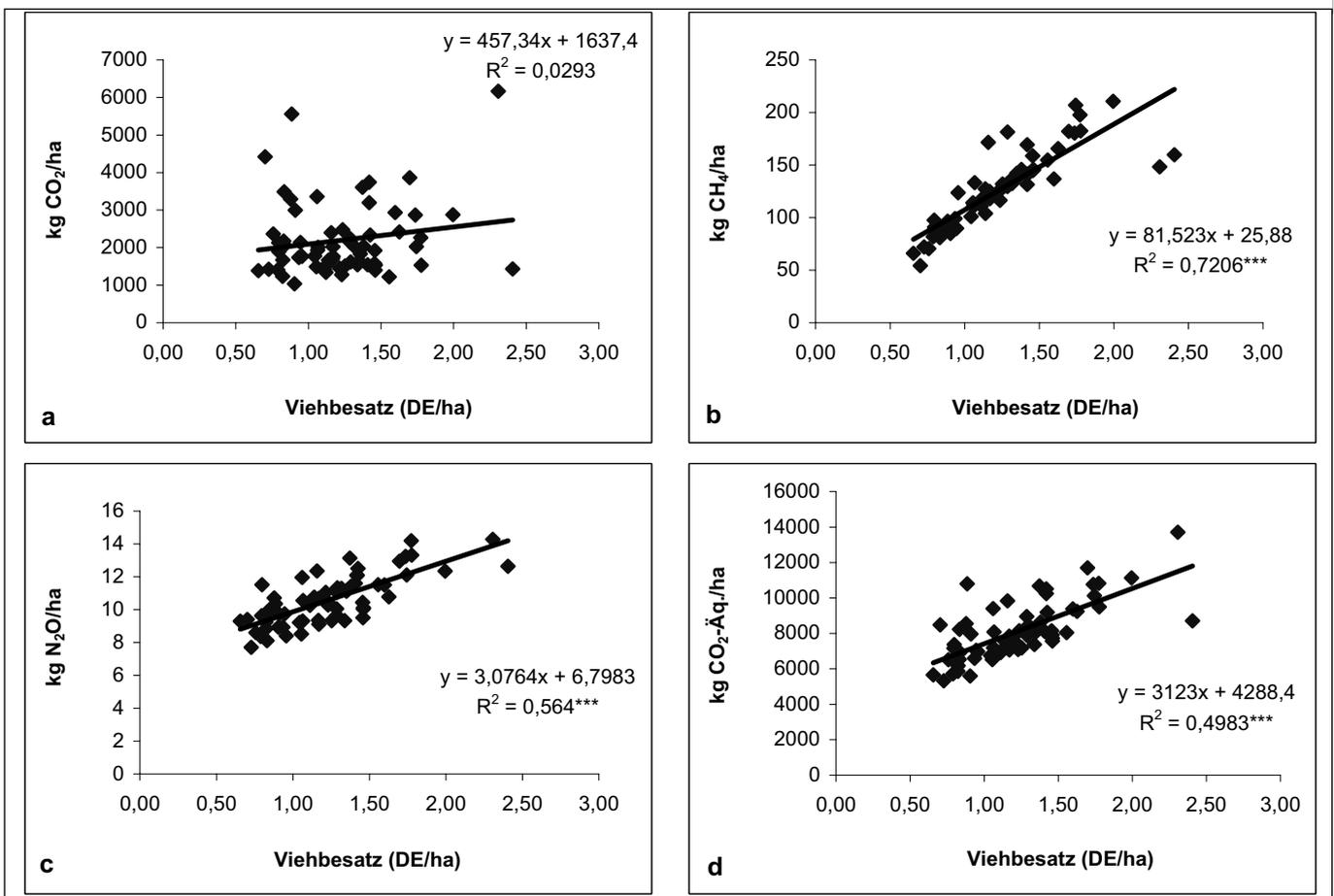


Abb. 8.1a-d: Zusammenhang zwischen Treibhausgasemissionen und Viehbesatz

Umfang nur über eine Reduzierung des Viehbesatzes möglich sein. Zum Teil ist dieser Sachverhalt auch Realität, da die Steigerung der Milchleistung pro Kuh bei gleich bleibender nationaler Quote zwangsläufig mit einem Rückgang der Milchviehzahlen einhergeht. Auch die Tatsache dass die Milchkühe mit steigender Leistung zunehmend mit Kraftfutter gefüttert werden, ist unter dem Gesichtspunkt des Methanausstoßes von Vorteil, da die Produktion von CH₄ im Pansen vor allem mit der Grundfutteraufnahme zusammenhängt. Dennoch der Kern des Problems bleibt dadurch unberührt. In unserer Betrachtung (Abb. 8.1d) würde die Reduzierung des Viehbesatzes um 0,1 DE/ha eine Verminderung des Ausstoßes an CO₂-Äquivalenten um mehr als 300 kg/ha bewirken.

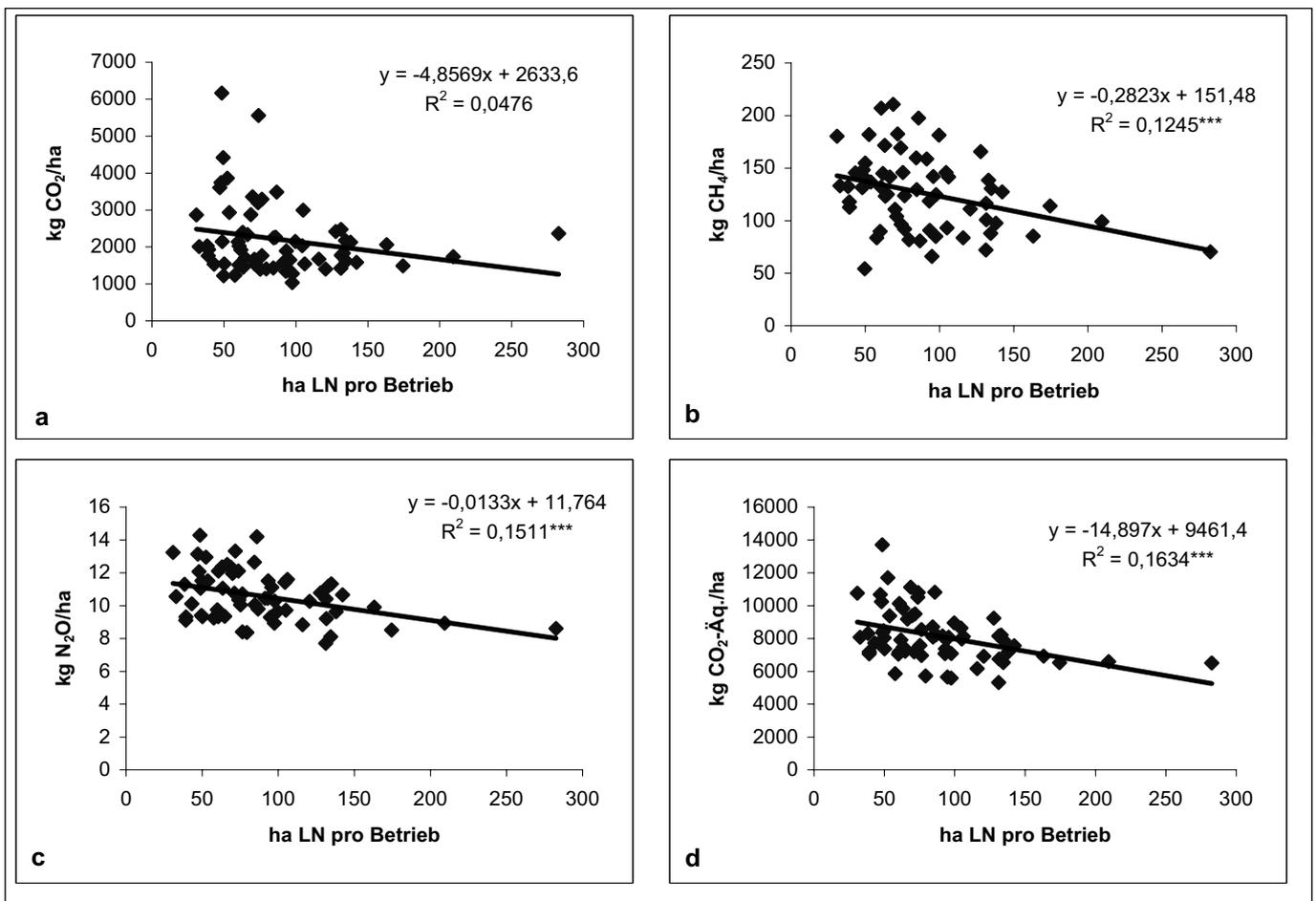


Abb. 8.2a-d: Zusammenhang zwischen Treibhausgasemissionen und Betriebsgröße in ha

Neben dem Viehbesatz ist auch die Größe der Betriebe gemessen an den ha LN wichtig für den Ausstoß an Treibhausgasen. Die Abb. 8.2a, b, c und d zeigen nämlich in drei von vier Fällen signifikante negative Zusammenhänge zwischen Höhe der Emissionen und Höhe der LN pro Betrieb. Dies erklärt sich vor allem dadurch, dass besonders flächenarme Betriebe versuchen, die Viehproduktion zu intensivieren um durch einen höheren Viehbesatz die Wettbewerbsnachteile einer geringeren Flächenausstattung wettzumachen. Das Ergebnis mündet in höhere Emissionen pro ha LN. Den Beratern muss daher bewusst werden, dass die Minderung der Treibhausgase auf diesen Betrieben gleichzeitig am dringendsten und am schwierigsten ist. Oft ist auf diesen Betrieben der Bau einer Biogasanlage die einzige Möglichkeit, die negative CO₂-Bilanz zu verbessern.

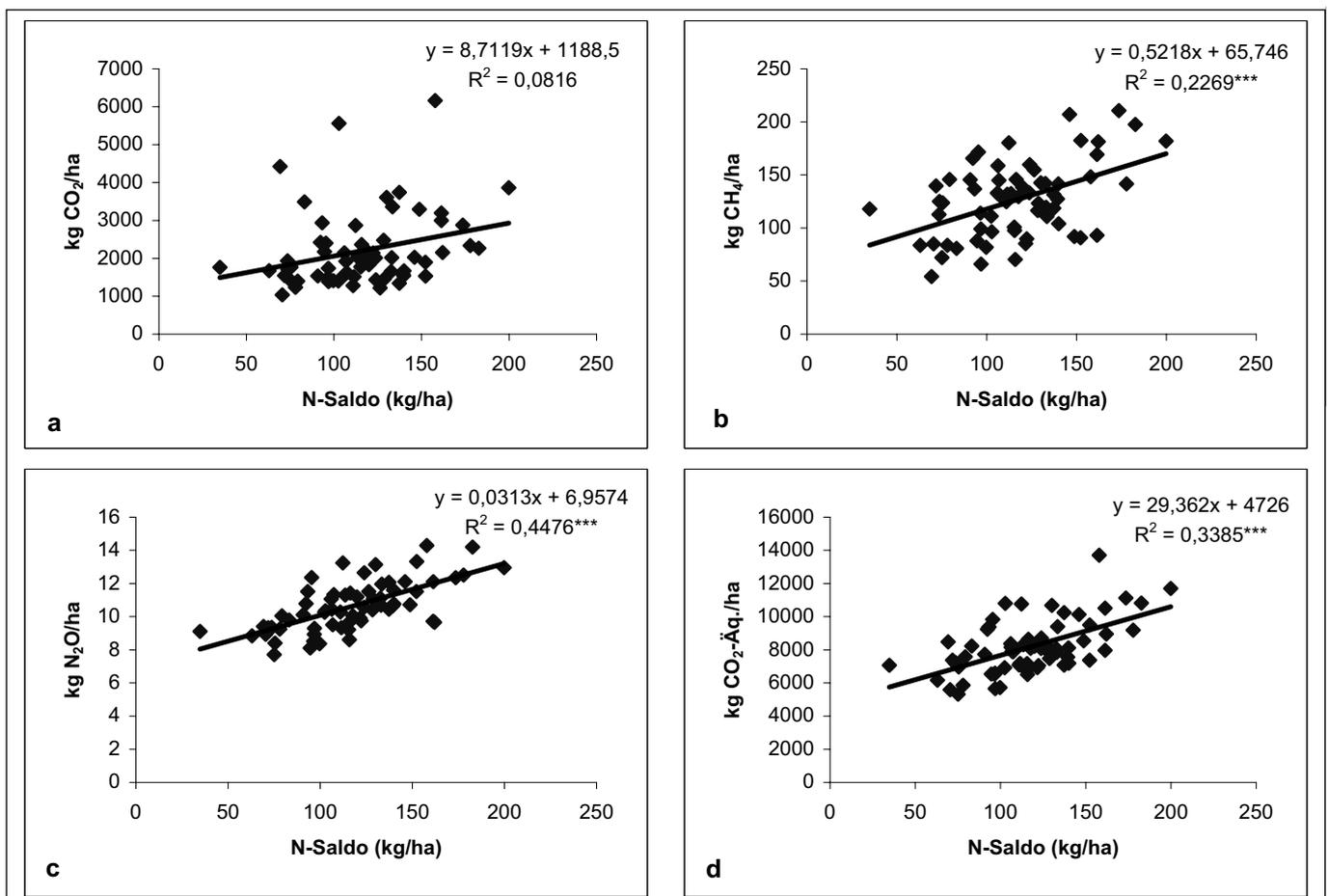


Abb. 8.3a-d: Zusammenhang zwischen Treibhausgasemissionene und N-Saldo

3.2 N-Saldo und Energiegewinn

Die Zahlen der Treibhausgasemissionen korrelieren signifikant sowohl positiv mit der Höhe der Stickstoffbilanz (Abb. 8.3 a, b, c, d) als auch negativ mit der Höhe des Energiegewinns (Abb. 8.4 a, b, c, d). Dies liefert einen eindeutigen Hinweis dafür, dass die Umweltleistungen im Bereich der Stickstoff- und Energiebilanz auch einen Nachklang auf dem Gebiet der Treibhausgase haben. Dabei fällt auf, dass ein Zusammenhang mit den CO₂-Emissionen (Abb. 8.3a und 8.4a) in beiden Fällen nicht gegeben ist. Bei den Methanemissionen ist der Zusammenhang mit dem Rückgang des Energiegewinns viel stärker als mit der Steigerung des N-Saldos (Abb. 8.3b und 8.4b). Das Verhältnis kippt dagegen beim Lachgas, dessen Emissionen viel stärker mit der Höhe der N-Bilanz als mit dem Rückgang des Energiegewinns korrelieren.

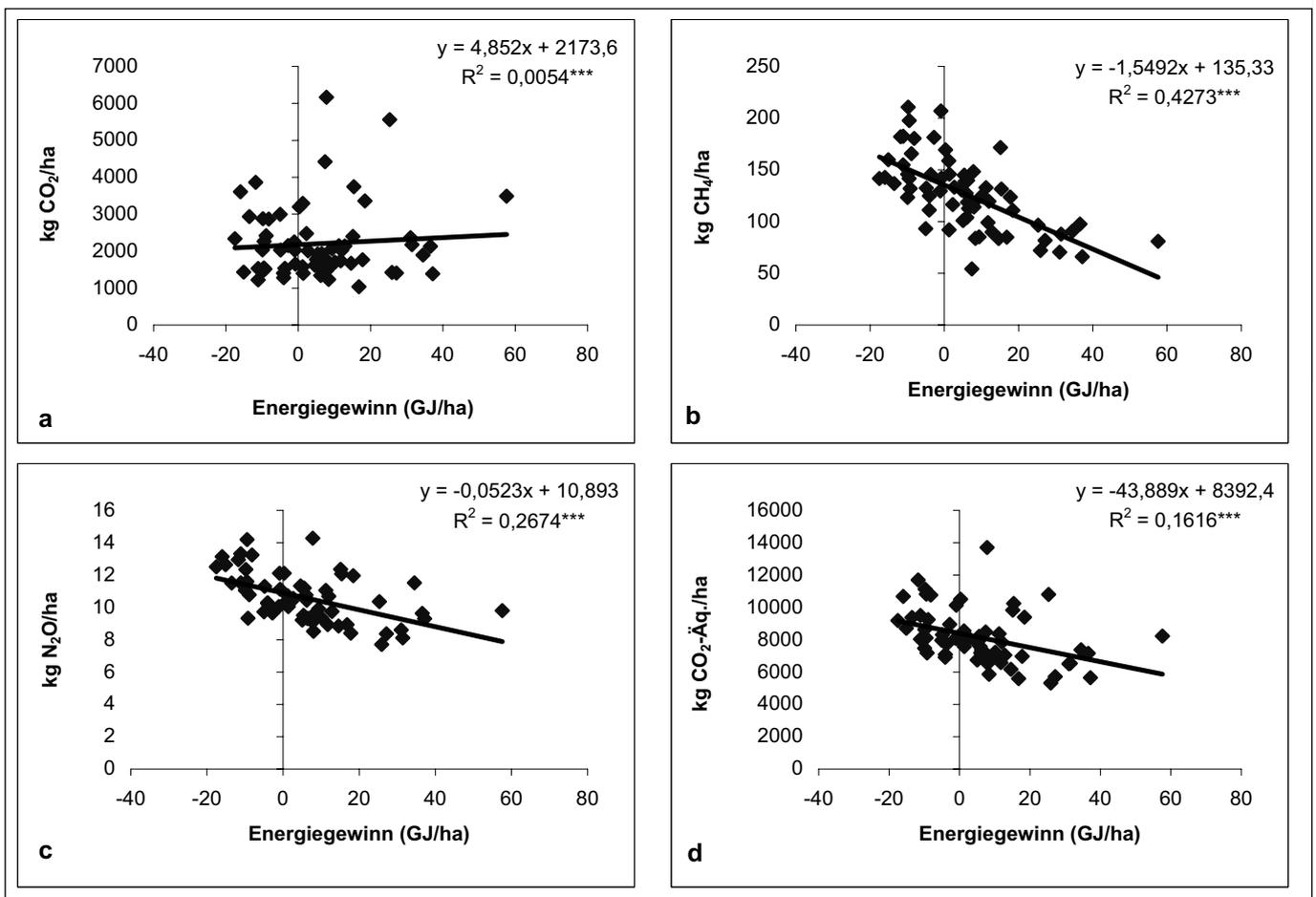


Abb. 8.4a-d: Zusammenhang zwischen Treibhausgasemissionen und Energiegewinn

Letztere Ergebnisse erklären sich dadurch, dass der Methanausstoß mit dem Viehbesatz gekoppelt ist, und dieser hat, wie im Kap.6 beschrieben, auch einen negativen Einfluss auf das Ergebnis der Energiebilanz. Dagegen ist der Ausstoß an Lachgas sehr stark mit der Stickstoffwirtschaft (organisch wie mineralisch) verbunden, so dass mit dem Steigen des N-Saldos zwangsläufig auch die N₂O-Verluste (Emissionen) steigen. Die höhere Treibhausgaswirksamkeit vom Lachgas gegenüber dem Methan erklärt schließlich weshalb der Gesamtzusammenhang zwischen Treibhausgasemissionen und N-Saldo (Abb. 8.3d) stärker ist als der zum Energiegewinn (Abb. 8.4d). Wichtig für die Berater ist die Feststellung, dass durch die N-Düngeoptimierung sie durchaus Einfluss auf die Höhe der Emissionen haben. Dies auch weil die Dünger sowohl beim Import als auch bei der tatsächlichen Anwendung in der Berechnung der Emissionen zum Tragen kommen.

3.3 Ökonomische Zusammenhänge

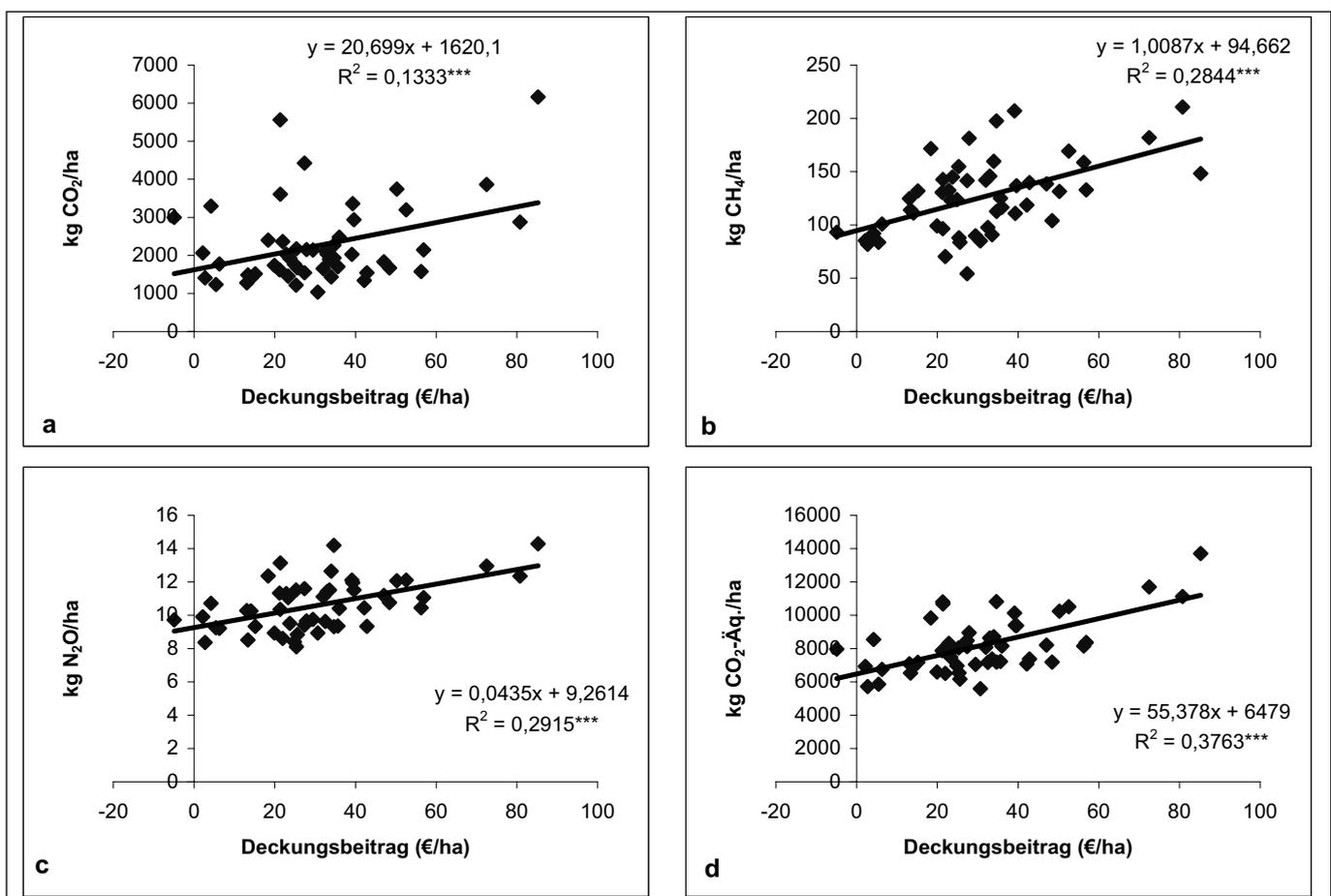


Abb. 8.5a-d: Zusammenhang zwischen Treibhausgasemissionen und Deckungsbeitrag

Von ausschlaggebender Bedeutung ist die Tatsache, dass zwischen Höhe der Emissionen an CO₂, CH₄ und N₂O und Höhe des Deckungsbeitrages pro ha ein statistisch signifikanter Zusammenhang gefunden werden konnte (Abb. 8.5a, b, c, d). Dies ist nicht nur in Übereinstimmung mit der Beobachtung, dass 80% des Einkommens des luxemburgischen Landwirts aus der Tierhaltung stammt, sondern auch mit der Tatsache, dass hohe Viehdichten zwar Umweltprobleme verursachen aber ökonomisch durchaus rentabel sind (siehe auch ökonomische Zusammenhänge in den Kapiteln über N-Bilanz und Futterautarkie). Aus der vorgefundenen Korrelation (Abb. 8.5d) lässt sich ableiten, dass eine Reduzierung der Emissionen in Höhe von 0,55 t CO₂-Äq./ha einen Rückgang des Deckungsbeitrages von 10 EUR/ha als Folge hätte. Um die beiden Größen besser in Bezug zueinander zu setzen kann man sagen, dass 0,55 t CO₂-Äq./ha ca. 6% der Gesamtemissionen darstellen, während 10 EUR/ha 12% des maximalen beobachteten Deckungsbeitrages ausmachen

Ökonomie und Ökologie sind auch hier gegenläufig. Um sie aussöhnen zu können, wären gemeinsame Anstrengungen von Landwirten, Berater, Politik und Verbraucher notwendig. Nur so wäre es möglich, die unverhältnismäßig hohen Kosten zur Senkung von Treibhausgasemissionen gerecht (sprich: nicht nur auf die Landwirte) zu verteilen. So lange die Beeinträchtigung der Umwelt sich ökonomisch lohnt, werden Erfolge auf dem direkten Wege der Senkung vom Ausstoß mühsam und die Reduzierung des Ungleichgewichtes in der CO₂-Bilanz nur über die Erzeugung regenerativer Energien bzw. über die Speicherung von Kohlenstoff im Boden möglich sein.

4. Schlussfolgerungen der CO₂-Bilanz

Die Berechnung der Treibhausgasemissionen der CONVIS-Betriebe mit Energie- und Nährstoffbilanzierung sowie mit Düngeplanung hat zum ersten Mal einen tief reichenden Einblick in das Klimawirkungsgefüge luxemburger landwirtschaftlicher Betriebe ermöglicht. Die daraus resultierenden Erkenntnisse machen deutlich, dass die betrachteten Betriebe ein deutliches Ungleichgewicht in der CO₂-Bilanz aufweisen, da erheblich mehr CO₂-Äquivalente emittiert als gebunden werden.

Positiv dabei ist die Erkenntnis, dass die Zahlen der „Credits“ (die durch erneuerbaren Energien bzw. Humusspeicherung erreichte C-Bindung) mittlerweile steigend sind und dass das Emissionen-Credits-Verhältnis in den letzten Jahren sich stetig reduziert hat. Dies verdankt sich allerdings auch einer langsamen aber lang andauernden Tendenz des Rückgangs des Besatzes an Milchkühen, welche wegen der Steigerung der Leistung pro Kopf und der Konstanz der nationalen Milchquote seit Jahren eingesetzt hat.

Die Zusammenhänge haben deutlich gemacht, dass Struktur und Umweltleistung der Betriebe einen entscheidenden Einfluss auf das Niveau des Ausstoßes von Treibhausgasen haben. Einige Faktoren wie die N-Düngung können von einer unabhängigen Beratung durchaus beeinflusst werden. Andere, wie der Viehbesatz oder die Höhe der landwirtschaftlichen Nutzfläche pro Betrieb, nicht.

Aufgrund der Einkommenstruktur der erfassten Betriebe, die maßgeblich von der Tierhaltung bestimmt wird, ist die Reduzierung der Emissionen an klimawirksamen Gasen mit einem Rückgang des Deckungsbeitrages pro ha verbunden. Daher sind Änderungen auf diesem Gebiet schwierig und nur über eine konzertierte Anstrengung zu erreichen, welche nicht nur die Landwirte mit involviert. Diese Änderungen können ohnehin nur langfristig eintreten.

Für die zunächst bevorstehende Zeit ist der eingeschlagene Weg der Produktion regenerativer Energien von großer Bedeutung und verspricht auch die größten Erfolge, um der Klimaschädigung durch Treibhausgase aus der Landwirtschaft entgegenzuwirken. Die mittlerweile vom CONVIS-Beraterteam gesammelten Erfahrungen sowohl auf dem Gebiet der Treibhausgasemissionen als auch auf dem Gebiet der Energiebilanzen liefert eine gute Garantie für eine erfolgreiche Begleitung der Landwirte auf diesem schwierigen Weg.

IX Biodiversität

1. Einleitung

Im Jahr 1992 wurde beim so genannten „Erdgipfel“ von Rio de Janeiro (Brasilien) ein völkerrechtlich verbindliches Übereinkommen, die Biodiversitätskonvention, unterschrieben. Auch Luxemburg zählt zu den 187 Staaten, die das Abkommen unterzeichnet haben. Die Konvention verfolgt drei Hauptziele:

- A) Den Erhalt der Vielfalt von Tier- und Pflanzenarten, Lebensräumen und genetischer Diversität. Unter diese Rubrik fällt auch, ein weltweit repräsentatives Schutzgebietsnetz zu vervollständigen und zu finanzieren.
- B) Die nachhaltige Nutzung natürlicher Ressourcen. Darunter versteht man, natürliche Güter, wie die Bestände von Tier- und Pflanzenarten oder die Qualität ganzer Lebensräume, so zu nutzen, dass sie in ihrem Wert und Umfang nicht abnehmen und somit zukünftigen Generationen erhalten bleiben.
- C) Die gerechte Aufteilung der sich aus der Nutzung natürlicher Ressourcen ergebenden Gewinne und Vorteile. Dieses Ziel zeigt die Bedeutung der Konvention für die Entwicklungspolitik.

Auch die Landwirtschaft ist dabei aufgerufen, dazu beizutragen, dass die Biodiversität in all ihren Varianten (Artenvielfalt, genetische Diversität, Biotopvielfalt) auf einem angemessenen Niveau erhalten bleibt bzw. gefördert wird. Dabei mangelt es auch in der Luxemburger Landwirtschaft nicht an Gefahren: Der Anstieg des Silomaisanbaus sowie die Reduzierung der Fruchtfolgen auf nur wenige Kulturen bzw. Sorten führen zu beträchtlichen Problemen nicht nur im Bereich der Bodenerosion und der Bodenfruchtbarkeit, sondern bewirken auch eine Erosion der biotischen und genetischen Ressourcen. Ebenso problematisch ist die immer größer werdende rote Liste von Pflanzen, die auf Acker wie auf Grünland vom Aussterben bedroht sind. Schließlich ist noch der Bereich der Tiernutzung zu nennen, wo vor allem im Milchviehbereich die Inzucht ein beträchtliches Ausmaß angenommen hat, da immer mehr Milchkühe von immer weniger Bullen stammen, mit allen Nachteilen die damit verbunden sind.

Es stellte sich somit auch für die CONVIS-Berater die Frage, ob und welcher Beitrag auf diesem nicht einfachen Gebiet geleistet werden kann, unter Berücksichtigung der Tatsache dass in Luxemburg schon andere Organisationen im Bereich Artenvielfalt bzw. Biotopschutz tätig sind. Somit fiel die Wahl auf zwei Hauptgebiete, die Anbauvielfalt der Ackerflächen und die Artenvielfalt von landwirtschaftlich genutzten Grünlandparzellen, die auch näher der Praxis der CONVIS-Betriebe und des CONVIS-Beraterteams lie-

gen. Eine Ausdehnung der Tätigkeit auf die Gebiete „genetische Diversität“ sowie „Biotopvielfalt“ war geplant, musste aber wegen Ressourcenmangels auf einen späteren Zeitpunkt bzw. auf ein nachfolgendes Projekt verlegt werden.

2. Anbauvielfalt der Ackerflächen

Im Ackerbereich zielte die Analyse auf die Beurteilung des Diversitätsniveaus der angebauten Kulturen. Mit Hilfe geeigneter Indikatoren (Diversitätsindizes) sollte der Ist-Zustand der Anbauvielfalt auf den luxemburgischen Ackerflächen erfasst werden. Die Basis der Beurteilung bildete die Buchführung der Betriebe mit der Anbaustatistik von 70 NEB-Betrieben. Die Analyse betraf ca. 5.300 ha (ca. 9% der Ackerfläche Luxemburgs), welche über einen Zeitraum von fünf Jahren (2001 bis 2005) bewertet wurden.

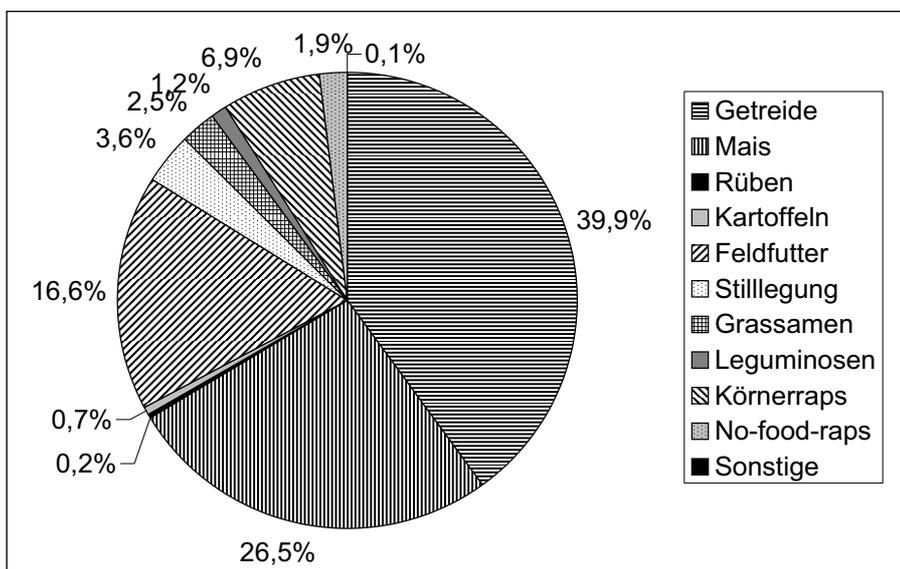


Abb. 9.1: Anbauverhältnis auf der Ackerfläche der NEB-Betriebe

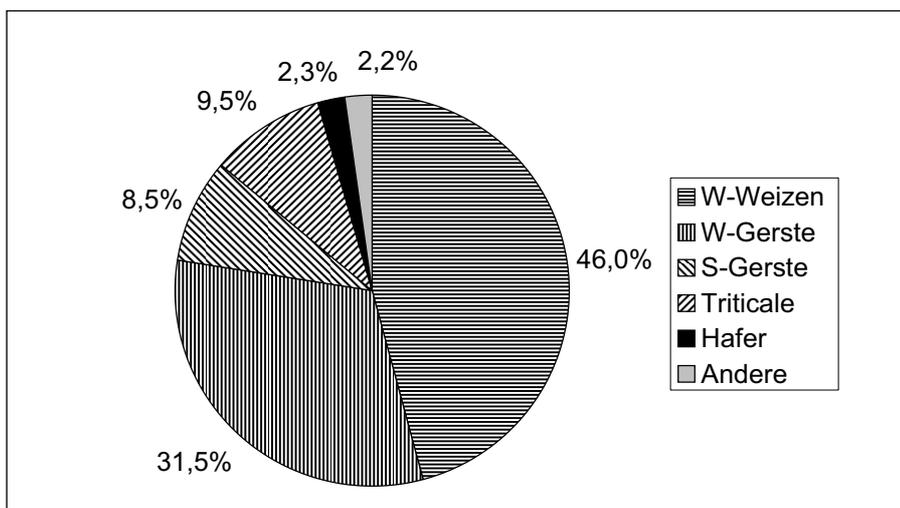


Abb. 9.2: Anbauverhältnis der Getreidearten der NEB-Betriebe

Die vier größten Kulturgruppen (Getreide, Silomais, Feldfutter und Körnerraps, siehe Abb. 9.1) machen fast 90% der gesamten Ackerfläche der NEB-Betriebe aus. Rüben und Kartoffeln zusammen kommen auf knapp 1% der Ackerfläche. Die Flächenstilllegung hat einen Anteil von immerhin 3,6% an den Ackerflächen, wird aber in den kommenden Jahren an Bedeutung verlieren. Sehr niedrig ist auch der Anteil der Körnerleguminosen (1,2%), die trotz des Anstiegs des Preises vom mineralischen Stickstoff sowie von Importfuttermitteln in Luxemburg nie richtig Fuß gefasst haben.

Beim Getreide (Abb. 9.2) decken Winterweizen, Sommer- und Wintergerste sowie Triticale über 95% der Anbaufläche, Hafer, Körnermais, Sommerweizen, Dinkel und Buchweizen werden dagegen nur in geringem Umfang angebaut.

Für die Beschreibung der Artenvielfalt der Ackerflächen wurden folgende Indizes verwendet:

- Anzahl Ackerarten/Betrieb (A): Einfacher Indikator, der eine erste Information über die Vielfalt der Fruchtfolge gibt.
- Fruchtartendiversität: Wertet die Anzahl der angebauten Arten gemessen an einer ideellen Fruchtfolge mit sechs Gliedern (d.h.: $A/6$)
- Getreide- und Maisintensität: Geben die Anteile des Getreides (alle Getreidearten außer Mais zusammengefasst) und des Maises an der Ackerfläche wieder
- Shannon-Weaver-Index ($D = -\sum p_i \ln p_i$, wo p_i die Proportion der jeweiligen Art an der Ackerfläche ist): Dieser Index beschreibt die Gleichmäßigkeit der Verteilung der Arten. Für Fruchtfolgen bis sechs Glieder schwankt dieser Index zwischen 0,6 und 1,8. Der höchste Wert wird erreicht, wenn die Arten gleichmäßig verteilt werden.
- Evenness ($E = D/\ln A$, wo A die Anzahl der Arten ist): Beschreibt die Dominanz einer Art. Der Wert

schwankt zwischen 0 und 1 und ist niedrig, wenn eine Art deutlich über die anderen dominiert, und hoch, wenn keine Art besonders herausragt.

Indikator	2001	2002	2003	2004	2005
Anzahl Ackerarten/Betrieb (Median)	5,01	5,00	5,02	4,99	5,32
Fruchtartendiversität (Median)	0,84	0,83	0,84	0,83	0,89
Getreideintensität	37%	42%	41%	40%	43%
Maisintensität	27%	25%	24%	28%	31%
Shannon-Weaver-Index (Median)	1,41	1,38	1,40	1,36	1,47
Evenness (Median)	0,88	0,86	0,87	0,85	0,88

Tab. 9.1a: Statistik der Anbaudiversität auf den Ackerflächen der NEB-Betriebe

Indikator	MW	Median	Min	Max	StAbw
Anzahl Ackerarten/Betrieb	-	5,01	2,09	10,99	172%
Fruchtartendiversität	-	0,84	0,35	1,83	171%
Getreideintensität	39,6%	41,2%	0%	84%	17%
Maisintensität	26,3%	26,6%	0%	70%	16%
Shannon-Weaver-Index	-	1,40	0,39	2,40	38%
Evenness	-	0,87	0,53	1,00	9%

Tab. 9.1b: Entwicklung der Diversitätsindizes während der Projektjahre

ren Bereich der möglichen Werte, so dass die Verteilung der Arten nicht zu ungleichmäßig und die Dominanz einzelner Arten nicht zu extrem ist. Betrachtet man die Entwicklung der Indizes im Laufe der fünf Jahre (Tab. 9.1b), so fällt auf, dass alle Indikatoren in den ersten vier Jahren relativ konstant geblieben sind, sich aber im letzten Jahr deutlich verändert haben, und zwar in die Richtung einer Erhöhung der Anbauvielfalt. Woran dieser Effekt liegt ist nicht eindeutig erkennbar, es liegt dennoch die Vermutung nah,

dass die Einführung der Bestimmungen der Cross-Compliance betreffend den Erhalt eines adäquaten Niveaus an organischer Substanz im Boden eine gewisse Rolle gespielt haben müssen. Diese Bestimmungen sehen nämlich den Anbau von mindestens drei verschiedenen Kulturen auf den Ackerflächen mit einem Anteil von nicht weniger als 15% vor.

Als **Fazit** der Ergebnisse der Anbauvielfalt bleibt die Tatsache, dass die Fruchtfolgen der NEB-Betriebe stellvertretend für die von ganz Luxemburg ausreichend vielfältig scheinen, auch wenn in der Zukunft der Anbau von Energiepflanzen unter diesem Gesichtspunkt genau beobachtet werden soll. Es bleibt auch festzuhalten, dass zu einer relativ hohen Anbauvielfalt auch die Tierhaltung beiträgt, da dadurch nicht nur rentable Marktfrüchte sondern auch für die Tiere notwendige Futterpflanzen angebaut werden. Die Fruchtfolgen von reinen Ackerbaubetrieben sind in der Regel enger und weniger differenziert als bei einem Gemischtbetrieb mit Ackerbau und Tierhaltung. Dies hebt nochmals hervor, dass eine pauschale Abwertung der Tierhaltung als Verursacher von Überschüssen und Emissionen nicht sachgerecht ist: Es müssen nämlich alle Umweltleistungen und Beeinträchtigungen mit berücksichtigt werden, bevor ein Urteil getroffen werden soll.

3. Biodiversität von Grünlandparzellen

Ist die Erfassung der Biodiversität der Ackerflächen (Anbauvielfalt) über geeignete Indizes möglich, welche auf die Statistik der Ackerflächen beruhen, so kann eine Analyse der Biodiversität von Grünlandflächen nur über direkte Erhebungen „in situ“ erfolgen. Dies macht das Erfassen der Biodiversität auf Grünland erheblich aufwendiger als beim Acker, zumal die Erhebungen auf Parzellenebene durchgeführt werden müssen. So stellte sich für die CONVIS-Berater die Frage nach einer geeigneten Methode, die mit einem vertretbaren Aufwand genug Aufschluss auf die Floravielfalt von Weiden und Wiesen versprechen kann. Nach umfangreichen Literaturrecherchen wurde die Anwendung der Erhebungsmethode nach Bertke (2005) gewählt. Diese wurde auf 45 Parzellen von 15 verschiedenen Betrieben verteilt durch ganz Luxemburg (jeweils drei Betriebe pro Bodenregion) angewendet. Pro Betrieb wurden für die Grünlandnutzung möglichst repräsentative Parzellen ausgesucht, in fast allen Fällen eine Weide, eine Mähweide und eine Wiese. Man wollte somit sicherstellen, dass die Erfassung der Floravielfalt auf Flächen erfolgte, die unter gewöhnlicher landwirtschaftlicher Nutzung standen. Die

Erhebung wurde zweimal durchgeführt: Im Sommer 2005 und im Frühjahr 2006, um saisonale Effekte erfassen zu können.

3.1 Methodik der Erhebung

Die gewählte Methode ist von einfacher Anwendung (Abb. 9.3). Auf der zu erhebenden Grünlandparzelle bewegt man sich auf der Hauptachse, und auf dieser Achse werden je nach Größe der Parzelle zwischen drei und sieben Erhebungsflächen festgelegt, jeweils mit einem Radius von 2 m. In diesen Flächen zeichnet man die Anwesenheit der unterschiedlichen Arten von Leguminosen und Kräutern (ohne Gräser)

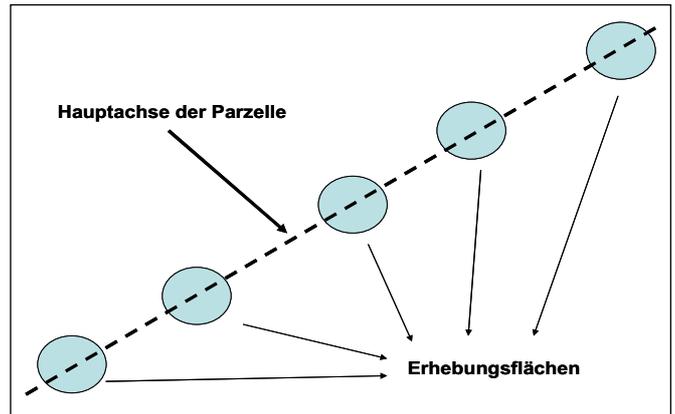


Abb. 9.3: Schematische Darstellung der Biodiversitätserhebung auf Grünlandparzellen

auf und trägt die Präsenz der Pflanzen in ein Erhebungsformular ein (Abb. 9.4). Die Erhebung betrifft nur die reine Anwesenheit einer Art und nicht die Häufigkeit. Die Methode ist mit der Absicht entwickelt worden, auch einem nicht Spezialisten zu ermöglichen, die Biodiversität einer Grünlandparzelle zu beurteilen. Man muss also nur die unterschiedlichen Arten von Pflanzen zählen, die in der Erhebungsfläche vorhanden sind, was keine besonders großen botanischen Kenntnisse voraussetzt.

Bei der Entwicklung der Methode wurde festgestellt, dass die **Zahl von acht (8) verschiedenen Kräutern und Leguminosen als Durchschnitt aller Parzellenerhebungen** sich als Mindestniveau für die Biodiversität einer Grünlandparzelle eignet. Daher wird in der Methode nach Bertke diese Zahl auch als Mindestmaß zur Honorierung der Artenvielfalt im Grünlandbereich vorgeschlagen. Im Fall der Abb. 9.4 weist die Parzelle lediglich 5,75 Arten im Schnitt der Erhebungen, was unter dem erwünschten Niveau liegt.

Zur Durchführung der Analyse sind zwischen einer und zwei Stunden pro Parzelle notwendig. Betrachtet man einen durchschnittlichen NEB-Betrieb mit gewöhnlicher Größe und Anzahl von Grünlandparzellen, so wäre mindestens ein Tag notwendig, um diese Erhebung für den gesamten Betrieb durchführen zu können. Trotzdem, ist die Methode für einzelne Parzellen durchaus geeignet, um ein schnelles und zuverlässiges Ergebnis im Bereich Artenvielfalt auf Grünland zu erzielen.

Pflanzenbestandsaufnahme		Biodiversität			
Betrieb:					
Parzelle:					
Datum:					
Leguminosen	I	II	III	IV	
Weissklee	x	x	x	x	
Rotklee					
Wiesenrotklee					
Hornschotenklee					
Hopfenklee					
Kräuter	I	II	III	IV	
Ackerdistel					
Ackerwinde					
Ampfer krauser					
Ampfer Sauer-					
Ampfer stumpfbl.			x		
Bärenklau					
Breitwegerich	x		x	x	
Brennessel					
Brunelle					
Distel					
Ehrenpreis serb					
Ferkelskraut					
Fingerkraut					
Gänseblümchen	x		x	x	
Gänsedistel					
grosse Wiesenklette					
Hahnenfuss kriechend					
Hahnenfuss scharfer					
Herbstlöwenzahn	x				
Hiertentäschel		x	x	x	
Hornkraut					
Jakobskraut					
Kamille					
Klette					
Knöterich					
Kümmel					
Labkraut					
Löwenzahn	x	x	x	x	
Möhre					
Pippau					
Primule					
Schafgarbe					
Spitzwegerich					
Storchschnabel					
Sumpfkackerdistel					
Vogelmire					
Weisser Gänsefuss	x	x	x	x	
Wiesenkerbel					
Wiesenkümmel					
Wiesenschaumkraut					

Abb. 9.4: Aufnahmeformular für die Biodiversitätserhebung auf Grünlandparzellen

3.2 Ergebnisse der Erhebung

Die mittleren Artenzahlen im Durchschnitt aller Parzellen (Tab. 9.2) waren in beiden Jahren mit 5,5 und 5,3 deutlich niedriger als die erforderliche Zahl von acht Arten im Schnitt aller Erhebungen. Dies bedeutet, dass unter gewöhnlichen Bewirtschaftungsbedingungen nur sehr schwierig ist, eine adäquate Anzahl an Arten auf dem Grünland aufrechtzuerhalten. Betrachtet man nicht die mittlere sondern die einfache Artenzahl der Parzellen (die Summe aller auf der Parzelle festgestellten Arten), so käme man auf Werte

Jahr	Mittlere Artenzahl	Einfache Artenzahl
2005	5,5	9,0
2006	5,3	8,4
MW 05-06	5,4	8,7

Tab. 9.2: Mittlere und einfache Artenzahlen der analysierten Grünlandparzellen

Region	Mittlere Artenzahl	Einfache Artenzahl
Mosel	5,3	8,4
Minette	5,4	9,2
Sandstein	4,3	6,8
Mitte-Nord	5,3	9,0
Ösling	6,7	10,1

Tab. 9.3: Mittlere und einfache Artenzahlen der Grünlandparzellen nach Region

von 8,4 bis 9,0 Arten pro Parzelle, je nach Jahr. Besonders der Vergleich der Werte der mittleren Artenzahlen macht deutlich, dass die Unterschiede zwischen den Jahren gering waren, so dass der Zeitpunkt der Erhebung für das Endergebnis eher zweitrangig zu sein scheint. Betrachtet nach Region (Tab. 9.3) fällt auf, dass zwei Gebiete vom Durchschnitt aller Parzellen abweichen und zwar die Mitte (Sandsteingebiet), welche unterdurchschnittlich abscheidet, und der Nord (Ösling, Schiefergebiet), der im Gegenteil besser dasteht als die anderen Regionen. Aber selbst im Norden wird die mittlere Artenzahl von acht im Schnitt aller Parzellen nicht erreicht.

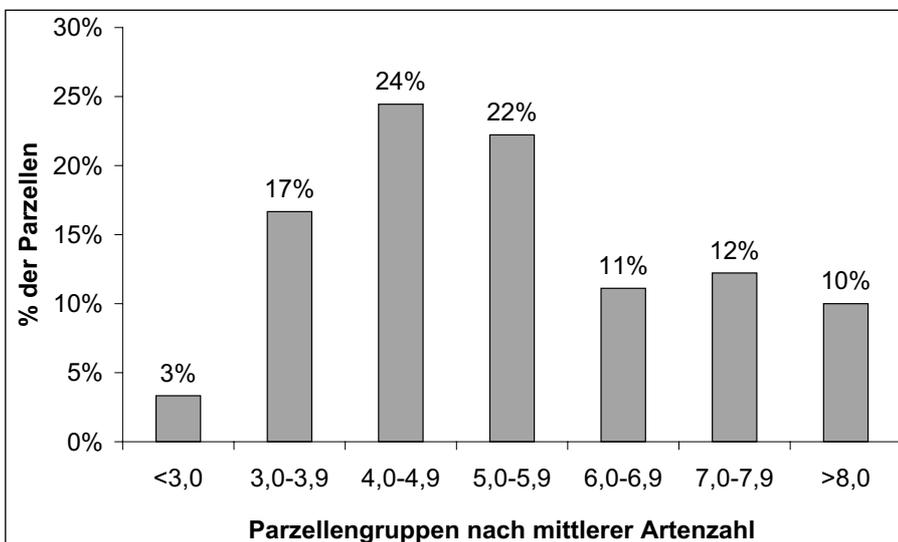


Abb. 9.5: Verteilung der Parzellen nach mittlerer vorgefundener Artenzahl

Die Verteilung der Parzellen nach mittlerer Artenzahl (Abb. 9.5) besagt ihrerseits, dass nur 10% aller analysierten Parzellen das Mindestmaß von im Durchschnitt acht Arten erreicht, was allerdings bestätigt, dass die Zahl acht bestimmt nicht zu tief gegriffen ist. Rund 70% der Parzellen weist weniger als sechs Arten auf, 3% schließlich kommt nicht über die spärliche Zahl von drei Arten hinaus.

Diese Zahlen sind ein weiterer Beweis dafür, dass eine auf Leistung ausgerichtete Tierhaltung nur schwer mit dem Erhalt eines adäquaten Niveaus von Biodiversität zu vereinbaren ist.

Es wurde ein Versuch unternommen, Korrelationen zwischen dem mittleren Artenaufkommen der Betriebe einerseits und der durchschnittlichen Düngung (organisch und mineralisch) sowie Ausscheidung auf der Weide der Betriebe andererseits zu erstellen. Das wurde unter der Annahme, dass der betriebliche

Durchschnitt der drei analysierten Grünlandparzellen für den gesamten Betrieb repräsentativ ist, getan. Zwischen der Höhe der mineralischen bzw. organischen Düngung und Artenzahlen konnte kein statistischer signifikanter Zusammenhang gefunden werden (Abb. 9.6a, b, c, d), auch wenn eine negative Tendenz bei der organischen Düngung vorhanden ist. Dagegen war der Weidegang eher förderlich für die Biodiversität, wie aus den Abb. 9.6e und 9.6f zu entnehmen ist. Dieser Sachverhalt relativiert etwas die mangelnde Korrelation zwischen Biodiversität und Düngung, da die Ausscheidung auf der Weide negativ mit der mineralischen und organischen Düngung korreliert (Abb. 9.7a und 9.7b). Das bedeutet, dass dort wo beweidet wird, das Niveau der mineralischen und organischen Düngung geringer ist. Aber das sind auch die Flächen, wo mehr Arten vorkommen.

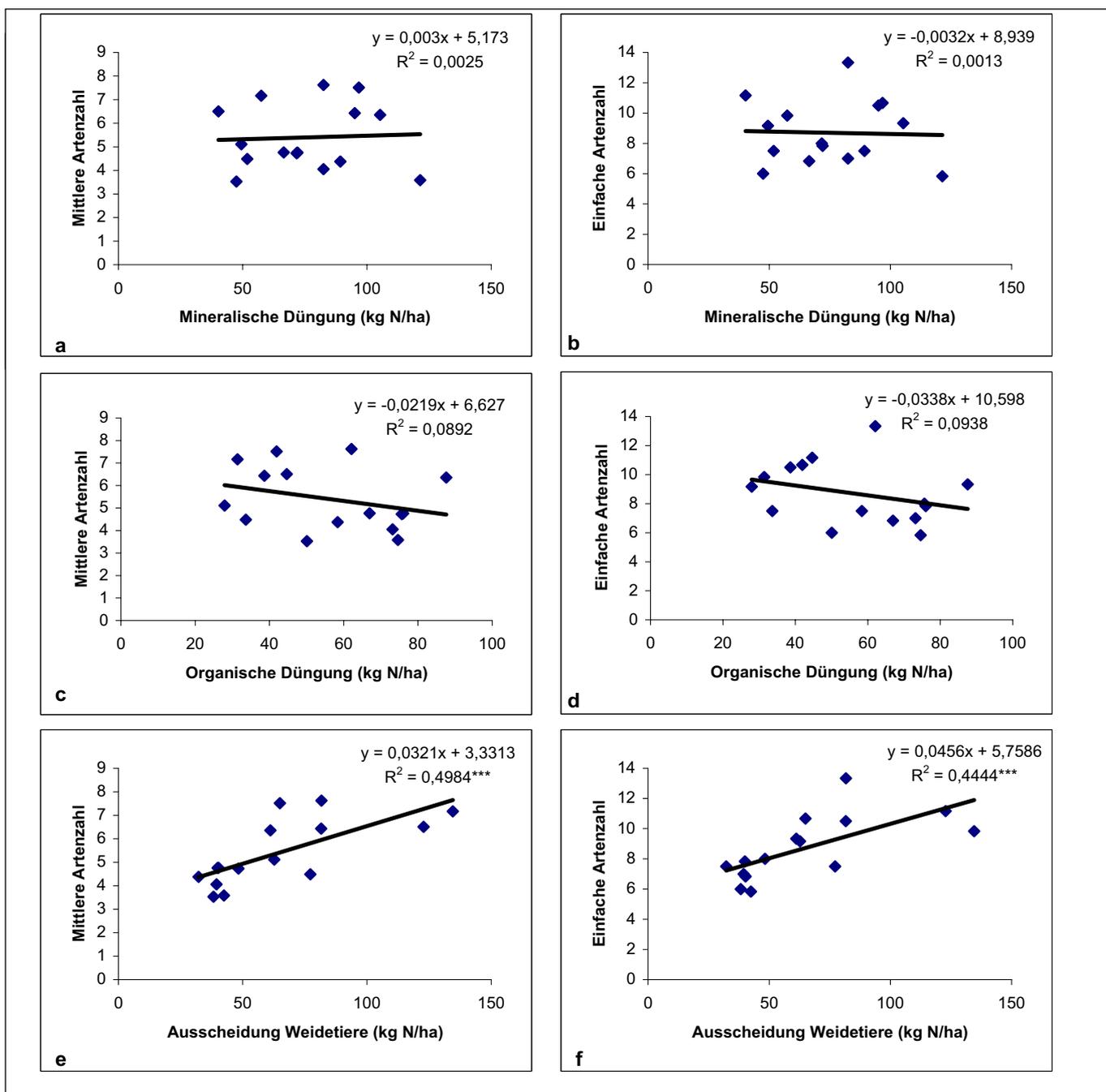


Abb. 9.6a-f: Zusammenhang zwischen mittlerer zw. einfacher Artenzahl der Betriebe und mineralischer Düngung, organischer Düngung sowie N-Ausscheidung der Weidetiere

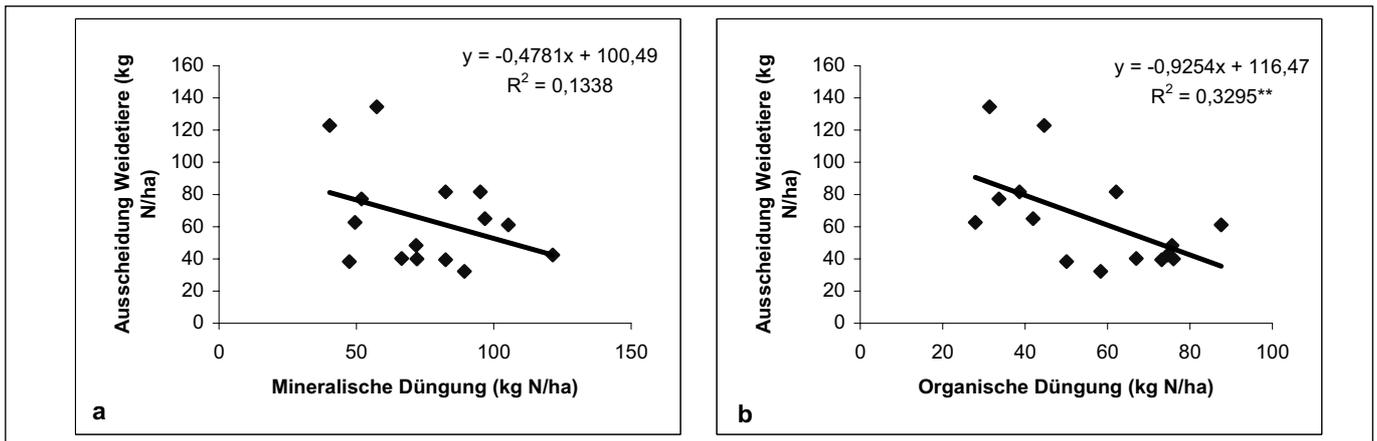


Abb. 9.7a-b: Zusammenhang zwischen N-Ausscheidung der Weidetiere und mineralischer bzw. organischer Düngung der Betriebe

3.3 Schlussfolgerungen zu den Biodiversitätserhebungen auf Grünland

Die wesentlichsten Erkenntnisse aus den Erhebungen der Grünlandparzellen lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Die angewendete Methode nach Bertke ist zur Durchführung einer Analyse der Biodiversität des Grünlandes auf Parzellenebene durchaus geeignet. Sowohl der Zeitaufwand (ein bis zwei Stunden) als auch die notwendigen Vorkenntnisse (die Methode kann auch von nicht spezialisiertem Personal angewendet werden) stellen keine Hindernisse zur breitflächigen Anwendung dieser Methode im Grünlandbereich mit dem Ziel, den „Status Quo“ der Artenvielfalt im Grünlandbereich und somit die Tauglichkeit der Parzelle als artenreiches Biotop festzustellen. Dies kann als Basis für eine Honorierung der Parzelle im Bereich Artenvielfalt dienen.
- Die Mindestzahl von acht Arten pro Parzelle als Mindestniveau zur Honorierbarkeit der Parzelle erscheint nach den zwei Jahren Erhebungen durchaus als belastbar. Nur 10% aller analysierten Parzellen wiesen ein Artenaufkommen gleich oder höher als acht auf. Dies macht allerdings auch deutlich, dass unter gewöhnlichen Praxisbedingungen (2-3 Schnitte oder 2-3 Weidegänge pro Parzelle und Jahr mit entsprechender mineralischer und/oder organischer Düngung) der Erhalt eines adäquaten Niveaus an Artenvielfalt im Grünland unwahrscheinlich ist.
- Aus diesem letzten Grund wäre unseres Erachtens besser, wenn die Landwirte dazu aufgefordert würden, ein Mindestmaß an extensiv geführten Parzellen (1. Schnitt bzw. 1. Beweidung möglichst erst ab dem 1. Juli) zu pflegen, anstatt zu versuchen, die Artenvielfalt auf Produktionsparzellen zu fördern. Dies verspricht eine erfolgreichere Strategie zum Erhalt bzw. zur Förderung der Biodiversität im Grünlandbereich zu sein.

- Die hier präsentierten Ergebnisse stellen lediglich eine quantitative Analyse dar. Daher verstehen sich die Resultate dieser Erhebung als **Ergänzung** zu anderen Betrachtungen bzw. Verfahren (wie z.B. jene der biologischen Station SICONA) zum Schutz der Artenvielfalt auf Parzellenebene im Grünland, die auf den Erhalt einzelner Arten abzielen. Vonseiten der CONVIS-Beratung ist diesbezüglich nur anzufügen, dass aus den Erhebungen der artenreichsten Parzellen aufgefallen ist, dass die Vielfalt der Leguminosen besonders hoch war. Dies könnte ein Hinweis dafür sein, dass als Indikator für die Schutzwürdigkeit von Grünlandparzellen auch die Anzahl von Leguminosenarten dienlich sein könnte.

4. Schlussbemerkungen

Eine Biodiversitätsanalyse landwirtschaftlicher Betriebe kann auf verschiedenen Ebenen durchgeführt werden. Die hier präsentierten Ergebnisse und verfolgten Ansätze zur Erfassung der Artenvielfalt in der Landwirtschaft erfolgten in Ergänzung zu anderen Vorgehensweisen wie zum Beispiel jene der SICONA (u.a. Schutz bedrohter Arten) oder der Administration des Eaux et des Forêts (u.a. Vertragsnaturschutz).

Zwei Aspekte sollten dabei noch angesprochen werden. Zum einen die Tatsache, dass die Methode nach Bertke auch als Kontrollinstrument zur Verifizierung von Umweltleistungen auf dem Gebiet der Erhaltung der Artenvielfalt verwendet werden kann. Diesbezüglich hatte die Unité de Contrôle (ASTA) ihr Interesse an der hier präsentierten Methode zur Erfassung der Artenvielfalt auf Grünlandparzellen signalisiert.

Zum anderen ist es sehr wichtig, wenn man von Leistungen spricht, dass auch die Zielwerte genau definiert sind, damit feststellbar ist, ob das erreichte Niveau im Bereich Biodiversität auch ausreichend ist. Dies scheint zurzeit die größte Schwierigkeit zu sein. Sich zu einigen, dass die Artenvielfalt erhöht werden soll ist einfach, viel schwieriger ist es festzulegen, wie hoch soll das Endniveau sein. Eine Patentlösung gibt es auf diesem Gebiet sicherlich nicht. Neben den notwendigen Literaturrecherchen und Seminarteilnahmen wäre aus unserer Sicht notwendig, wenn alle interessierte Akteure sich mal zusammentreffen würden, um Strategie und Zielwerte zu diskutieren und zu definieren.

Als Organisation die auf dem „Terrain“ aktiv ist und Einfluss auf die Gestaltung der landwirtschaftlichen Praxis hat, steht das CONVIS-Beraterteam allen an der Erhaltung bzw. Erhöhung der biologischen Diversität interessierten Institutionen als Ansprechpartner zur Verfügung.

X Ökonomie

1. Einleitung

Eines der Projektziele war es, das Spannungsfeld zwischen Ökonomie und Ökologie darzustellen und den Zusammenhang zwischen wirtschaft- und umweltbezogenen Parametern zu beleuchten. Die Erfahrungen aus dem BIO80-Projekt hatten dazu angeregt, die Intensität der landwirtschaftlichen Produktion in Relation zum finanziellen Ertrag zu setzen. Wichtig waren vor allem die Bestrebungen, für alle in der Praxis vorliegenden Intensitätsstufen ein globales Bewertungssystem zu finden, das schließlich auf den ganzen Agrarsektor angewendet werden könne. Die Entwicklung von diesem Bewertungssystem und die daraus resultierenden Erkenntnisse bilden das Objekt des vorliegenden Kapitels.

2. Die Datengrundlage zur ökonomischen Bewertung

Bei den ökonomischen Auswertungen wurden nur Betriebe berücksichtigt, bei denen die Buchführungsergebnisse der letzten fünf Jahre komplett vorlagen. Es konnte bei 51 NEB-Betrieben eine absolute Datengarantie gewährt werden: Diese Betriebe bilden somit die wichtigste Datengrundlage der hier präsentierten Auswertungen. Zwecks der Auswertung wurde allerdings dieser Datenpool mit dem gesamten CONVIS-Datenpool verglichen. Es handelt sich hier um alle CONVIS-Betriebe (n = 95), für die eine einwandfreie ökonomische Datenqualität vorlag.

Sämtliche ökonomischen Daten sind der Kontenschreibung vom betriebswirtschaftlichen Buchführungsabschluss entnommen worden. Kapitalerhöhungen sowie Bestandserhöhungen oder Abnahmen (Daten aus der Gewinn und Verlustrechnung) fanden in der monetären Bewertungen keine Berücksichtigung. Trotz der Tatsache, dass die Datenstruktur aufgrund der Agrarreform über die Jahre nicht komplett identisch geblieben ist und dass im Fall von Großinvestitionen (u.a. wegen der Mehrwertsteuer) extreme Unterschiede zwischen den Betrieben nicht zu vermeiden sind, ist der zur Auswertung verwendete Datensatz stabil genug, um verlässliche Aussagen auf dem Gebiet der Betriebsökonomie ermöglichen zu können.

2. Parameter zur Bewertung der Intensität in der landwirtschaftlichen Produktion

Die Intensität der Landwirtschaft hängt, wie bekannt, mit verschiedenen Produktionsfaktoren zusammen. Hauptindikatoren sind jedoch der Stickstoff und die fossile Energie. Generell kann man den Energie-Input als geeigneten Maßstab ansehen, um die Intensität eines Betriebes zu bewerten, weil fast alle Produktionsfaktoren auch energetisch bewertbar sind. Für die Praxis bleibt unter den gegebenen Produktionsbedingungen jedoch Stickstoff (N) der wichtigste Maßstab, weil N der wichtigste Faktor zur Ertragbildung bzw. Ertragsförderung ist. Außerdem spielt N eine vergleichbar wichtige Rolle sowohl in der Pflanzen- als auch in der Tierproduktion und kommt somit so gut wie ausnahmslos in allen wichtigen Produktionssparten eines landwirtschaftlichen Betriebes zum Einsatz. Da Düngemittel und Futtermittel rund 95% der N-Einträge in den Betrieb ausmachen (Kap.2) und da diese beiden Betriebsmittelgruppen für fast die Hälfte der energetischen Einträge verantwortlich sind (Kap.6), wurde im Folgenden die Intensität der Betriebe an den Stickstoffeinträgen über Futter- und Düngemittel festgemacht.

3. Die Fragestellung zur Optimierung der Intensität

Bei der finanziellen Bewertung von Intensitätsvariablen müssen zumindest zwei Fragestellungen berücksichtigt werden, und zwar:

- 1) wo liegt das finanzielle Optimum der Produktion, d.h. ab wann lohnt sich der Faktoreinsatz nicht mehr;
- 2) wie der finanzielle Ertragszuwachs pro Faktoreinheit ist bzw. wie hoch sind die monetären Verluste infolge der Reduzierung eines Ertragsfaktors.

Nach der Theorie ist bei der Herstellung eines landwirtschaftlichen Produktes zu erwarten, dass mit steigender Aufwandsmenge an Produktionsmitteln die Menge des erzeugten Produktes nicht im selben Verhältnis steigt. Man bezeichnet diesen Sachverhalt als das Gesetz vom abnehmenden Ertragszuwachs.

In der Praxis bewegt man sich natürlich stets in einem komplexen Umfeld. Die landwirtschaftliche Produktion kann nie monofaktoriell dargestellt werden, da es nicht möglich ist, ein einziger Faktor zu verfolgen und gleichzeitig alle anderen konstant zu halten. Außerdem haben die landwirtschaftlichen Betriebe in Luxemburg in der großen Mehrheit verschiedene Produktionssparten und daher ist es sehr schwierig, die relevanten Betriebsmittel wie z. B. Dünger, Futtermittel, Strom und Diesel einer Produktionseinheit zuzuordnen.

4. Die Vorgehensweise

Dieser Sachverhalt wurde bereits im dritten NEB-Jahresbericht dargestellt, und in dieser Phase vom Projekt wurde klar, dass eine andere als die bis dato angewandte Methode gefunden werden musste, um das angestrebte Ziel einer intensitätsabhängigen finanziellen Bewertung der Landwirtschaft zu erreichen.

Das größte Problem bestand darin, dafür geeignete Variablen zu finden.

Diesbezüglich haben sich die Kosten pro N-Einheit aus Düngemitteln und Futtermitteln als geeignet erwiesen. Eine Analyse dieser Kosten brachte folgende Erkenntnisse (Abb. 10.1):

- Je höher der Futteranteil am gesamten N-Input ist, umso höher sind die Kosten pro N-Input-Einheit.
- Etwa 50 % der Betriebe befindet sich in der Inputklasse von 150 bis 200 kg N/ha.
- Nur sehr wenige Betriebe importieren mehr als 50 % vom N pro ha aus Futter und liegen deshalb auf einem überproportional hohen Kostenniveau. Es handelt sich hierbei fast ausschließlich um Betriebe mit einem sehr hohen Viehbesatz oder mit Schweinehaltung, welche in der Regel Gülleabgabeverträgen abschließen müssen.

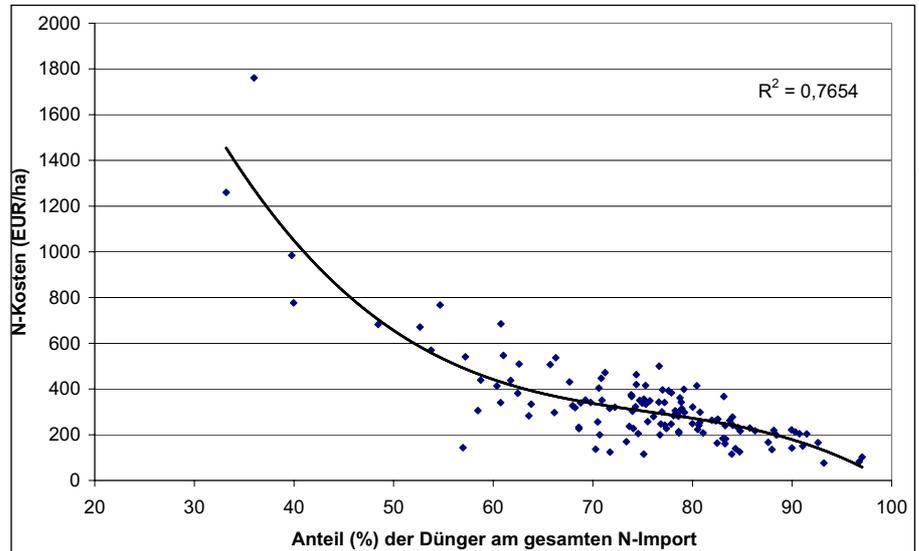


Abb. 10.1: N-Kosten pro ha als Funktion vom %-Anteil N-Input aus Dünger. (n = 95)

5. Die Bestimmung der Produktionsfunktionen

Ein weiterer Schritt war es, die Kosten für den N-Input aus Düngemitteln und Futtermitteln in kg N/ha mit dem Ertrag in EUR/ha in Relation zu setzen. Zu diesem Zweck wurden von sämtlichen Einnahmen der Betriebe alle Kosten bis auf Futtermittel und Dünger abgezogen, mit dem Ziel, eine **Erlösgerade** zu bestimmen. Bei den Futtermitteln wurden die tatsächlich anfallenden Kosten für Futtermittel eingesetzt, bei den Düngemitteln wurden die N-Mengen aus allen Düngerarten zunächst summiert und schließlich die N-Düngekosten über den durchschnittlichen N-Preis des Kalkammonsalpeters (KAS) ermittelt. Neben der Erlösgerade wurde auch eine **Kostenfunktion** für die Summe der genannten Produktionsfaktoren

(Futtermittel und N-Dünger) berechnet und dargestellt. Graphik 1 der Abb. 10.2 zeigt diese Kurven sowohl für die NEB-Betriebe als auch für alle CONVIS-Betriebe.

Daraus konnten folgende Erkenntnisse gewonnen werden: Die Kostenkurve verändert sich unbedeutend im Vergleich zwischen CONVIS- und NEB-Datenpool, die Erlösgerade für die NEB-Betriebe steigt jedoch stärker an als die vom CONVIS-Datenpool.

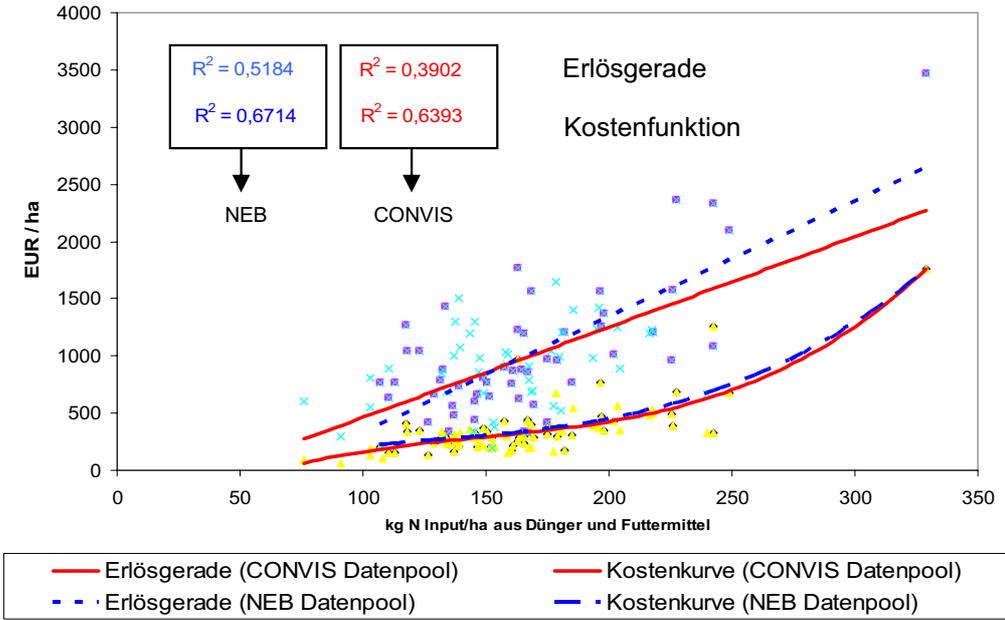
Graphik 2 der Abb. 10.2 zeigt weiter die **Grenzkostenkurve** der Produktionsfunktion für die 51 Betriebe vom NEB-Datenpool. Die Grenzkosten stellen jenen Kostenzuwachs dar, der bei der Steigerung des Gewinns (EUR/ha) durch die Erhöhung des N-Inputs (kg/ha) entsteht. Das Minimum dieser Kurve ist der Punkt, an dem die Produktionsfunktion die höchste Steigung erfährt: An dieser Stelle liefert die zusätzlich eingesetzte N-Inputeinheit den größten finanziellen Mehrertrag pro ha.

Ab diesem Punkt nimmt der finanzielle Mehrertrag pro eingesetzter N-Einheit ab, allerdings steigt der Gewinn pro ha weiter bis zum Maximum der Produktionsfunktion an (Graphik 3 der Abb. 10.2 zeigt die abgeleiteten, modellhaften Produktionsfunktionen als Differenz zwischen Erlösgerade und Kostenkurve). Die Produktion sollte also idealerweise zwischen dem Minimum der Grenzertragskurve und dem Maximum der Produktionsfunktion stattfinden. Man kann die unterschiedliche Steigung der Erlösgeraden der zwei Betriebsgruppen hier sehr gut erkennen. NEB-Betriebe sind offensichtlich in der Lage, ein etwas höheres N-Input-Niveau in finanzielle Vorteile umzuwandeln.

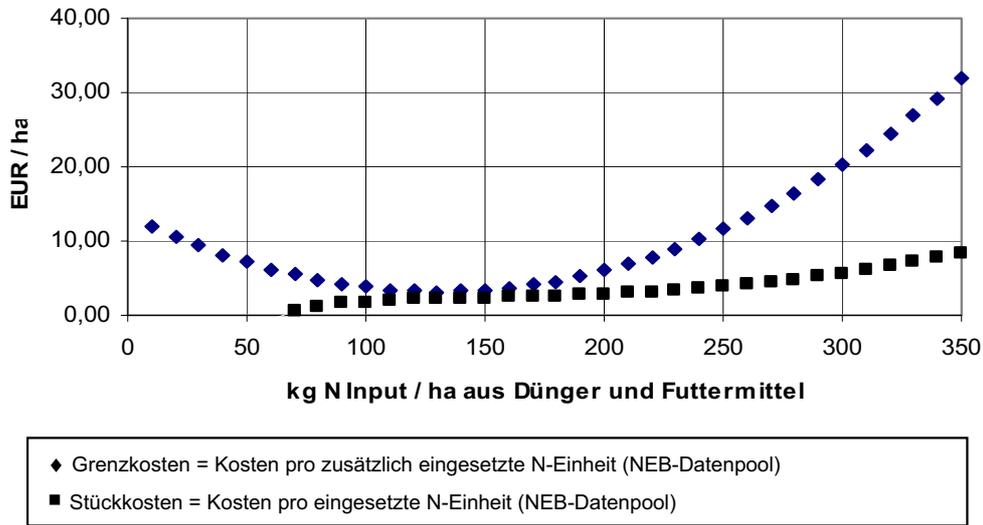
Folgende Gegebenheiten liefern die Erklärungen, die zu diesem Resultat führen:

- Im NEB-Datensatz befinden sich verhältnismäßig mehr intensive Milchviehbetriebe, die in der Regel auch einen höheren N-Input haben müssen, um ihr Produktionspotential erfüllen zu können. Der CONVIS-Datensatz enthält im Vergleich zu den reinen NEB-Betrieben 10 % mehr Fleischbetriebe, die etwas N-extensiver sind.
- NEB-Betriebe weisen in der Regel einen viel konsequenteren und optimierteren Einsatz von hochprozentigen Eiweißfuttermitteln auf.

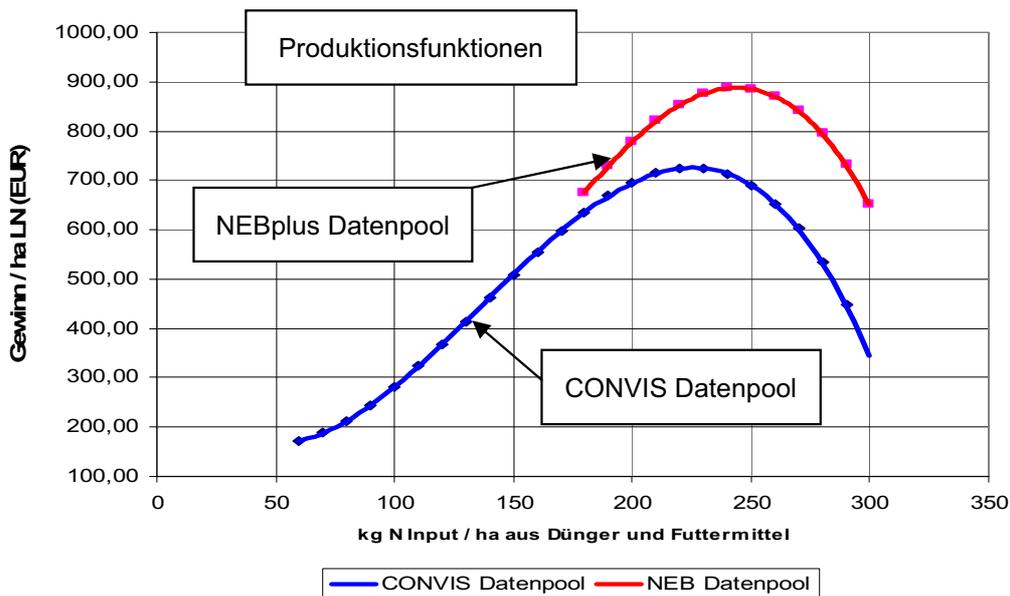
Die vorgeschlagene Methode scheint also geeignet, den finanziellen Einfluss vom Intensitätsniveau der landwirtschaftlichen Produktion zu messen. Die zwei Fragestellungen: 1) wo liegt das finanzielle Optimum und 2) wie hoch ist der zu erwartende Ertragszuwachs und bei welchem Niveau konnten somit beantwortet werden.



Graphik 1



Graphik 2



Graphik 3

Abb. 10.2: Herleitung von Produktionsfunktionen zur finanziellen Bewertung von unterschiedlichen Intensitätsstufen beim N-Input.

Die Abb. 10.3 zeigt schließlich zu Demonstrationszwecken den Gewinn pro ha in direkter Relation zu der ausgewählten N-Inputvariable im einfachen XY Diagramm. Es muss jedoch bemerkt werden, dass die statistische Signifikanz dieser Funktion dahin wäre, falls man die drei Extremwerte (Gewinn über 1.400 EUR/ha LN) vom Datensatz entfernen würde. Die Korrelation würde unter 1% fallen.

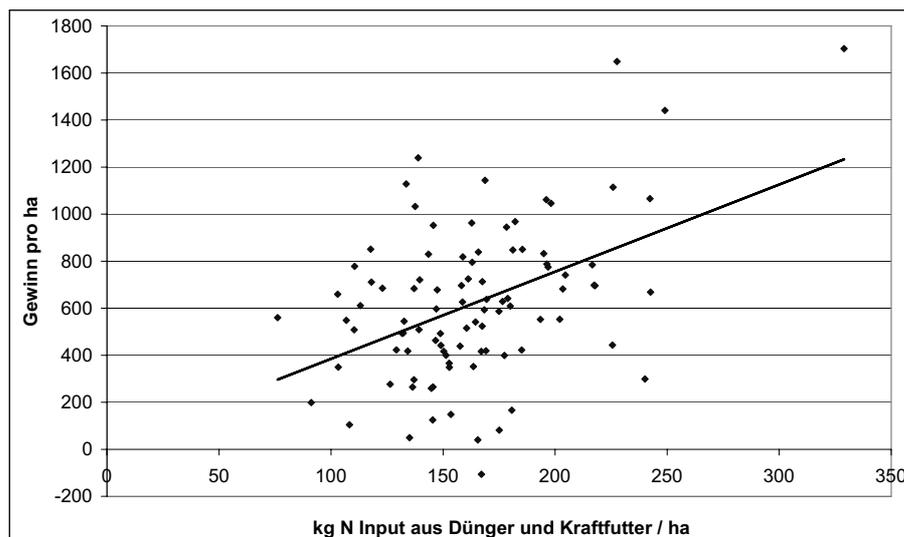
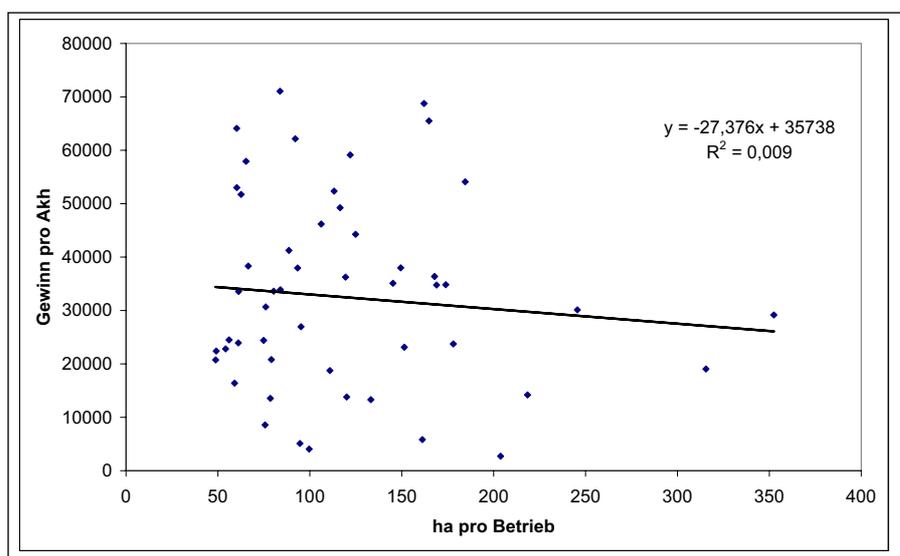


Abb. 10.3: Gewinn pro ha als Funktion vom N-Input (n = 95; $r^2 = 0,19^{***}$)

6. Ökonomische Erkenntnisse im Zusammenhang mit strukturellen Betriebsgrößen der NEB-Betriebe

Im dritten NEB-Zwischenbericht wurde auf die Notwendigkeit, die geleisteten Arbeitszeiten der Betriebe zu berücksichtigen, aufmerksam gemacht. So wurden erstmals Untersuchungen zum Akh-Besatz der Betriebe gemacht. Wichtigste Erkenntnis war zunächst, dass es in der Tat zwischen dem Gewinn pro Akh und der eigentlichen Betriebsgröße keinen Zusammenhang gibt (Abb. 10.4). Andere Faktoren wie Management, Produktionsarten und Viehbesatz sind in dieser Hinsicht von viel größerer Bedeutung.



Des Weiteren konnte bestätigt werden, dass kein Zusammenhang zwischen der Größe Gewinn pro Akh bzw. pro ha und dem N-Saldo besteht. Die aufgeführten

Abb. 10.4: Gewinn pro Akh und ha der NEBplus-Betriebe (n = 51; $r^2 = 0,009$)

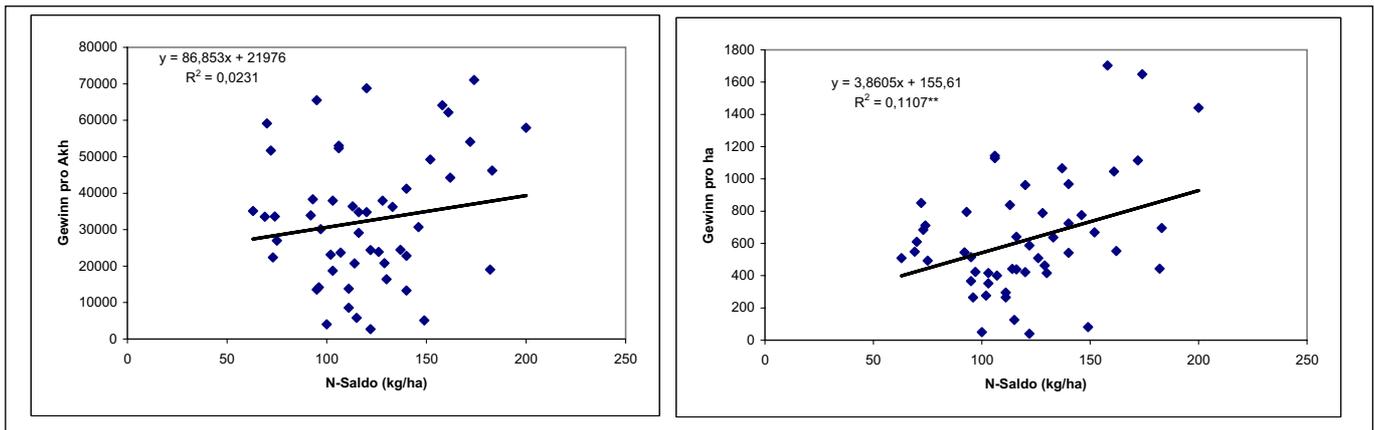


Abb. 10.5: Gewinn pro Akh als Funktion vom N-Saldo;
Abb. 10.6.: Gewinn pro ha als Funktion vom N-Saldo/ha (n=51)

Graphiken (Abb. 10.5 und 10.6) zeigen eindeutig, dass noch lange nicht alle Betriebe in der Lage sind, die jeweilige Intensitätsstufe in das zu erwartende Ertragsniveau umzusetzen. Weiterhin besagen diese Graphiken, dass Betriebe mit gutem ökonomischen Ergebnis nicht zwangsläufig Umweltsünder sind.

Eine neue Beratungsphilosophie könnte so z. B. darin liegen, den Betrieben zunächst vorzurechnen, wie hoch überhaupt der N-Output/ha bei gegebener Betriebssituation sein müsste oder sein könnte. Spätestens mit den wegfallenden Quoten in der Milchproduktion werden sich diese Fragen in aller Dringlichkeit stellen.

Es bleibt hier noch festzuhalten, dass die Strukturgröße „Viehbesatzdichte“ einen sehr entscheidenden Einfluss auf den Gewinn pro ha und Akh hat (Abb.10.7). Beim eingesetzten GVE-Schlüssel hat die multiple Korrelation der drei Faktoren gezeigt, das eine Verdoppelung des Viehbesatzes bei den ausgewerteten Betrieben ca. 25 % mehr Gewinn pro ha, respektiv ca. 40% mehr Gewinn pro Akh bedeuten kann. Das ist ein weiterer Beweis dafür, dass trotz auftretender Umweltprobleme die Viehhaltung entscheidend für das ökonomische Resultat der NEB-Betriebe ist. Eine bessere „balance“ zwischen Ökonomie und Ökologie ist daher mit Kosten verbunden. Dieses Thema wird wieder in Kap. 12 aufgenommen und abschließend diskutiert.

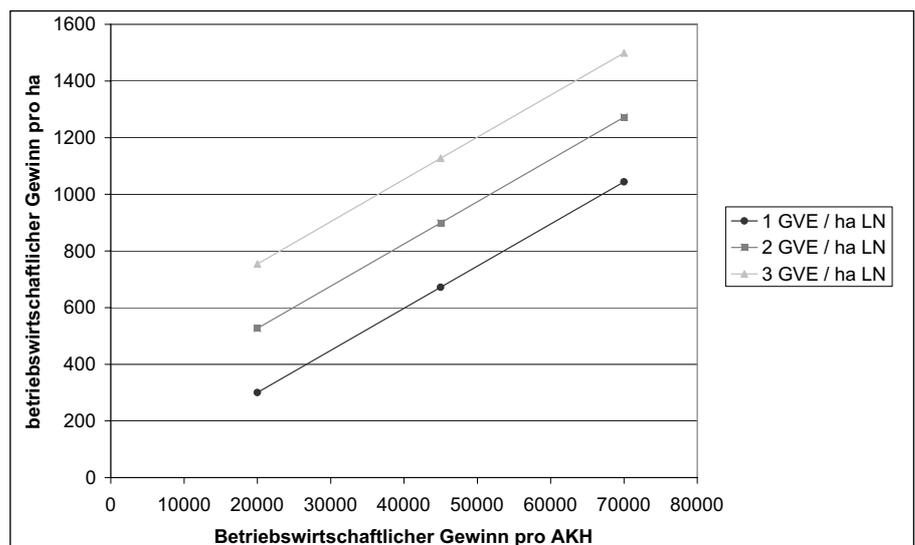


Abb. 10.7: Simulierter Zusammenhang vom betriebswirtschaftlichen Gewinn/ha als Funktion vom Gewinn/Akh für drei ausgewählte GVE Stufen ($r^2_{\text{multiple}} = 0,70$; n = 51)

XI Weitere im Rahmen des NEB-Projektes entwickelte Beratungsinstrumente

1. Hoftorbilanzen für Schwefel (S), Calcium (Ca) und Magnesium (Mg)

Dieser Abschnitt betrachtet die Hoftorbilanzen von Sekundärnährstoffen, welche durch eine Erweiterung der Datenbank von Betriebsmitteln und Verkaufsprodukten auf deren Gehalten an S, Ca und Mg ermöglicht wurden. Diese Erweiterung war das Ergebnis einer sich über drei Jahren hinweg erstreckten Literaturrecherche mit Berücksichtigung von Datenbanken aus den Benelux-Ländern, Frankreich, Deutschland, Schweiz, Österreich, Dänemark, Groß-Britannien, USA und Kanada. Die Ergebnisse der Bilanzierung von 193 CONVIS-Betrieben im Zeitraum 2000 bis 2004, die auch im Rahmen der VDLU-FA-Tagung 2007 in Göttingen vorgestellt wurden, werden hier kurz geschildert und besprochen. Da bei den Hoftorbilanzen für N, P und K keine nennenswerten Unterschiede zwischen dem CONVIS-Pool und den NEB-Betrieben gefunden wurde, verzichtet man in diesem Abschnitt auf eine getrennte Auswertung für die NEB-Betriebe.

Die S-, Ca-, Mg-Hoftorbilanzen der CONVIS-Betriebe sind überschüssig (Tab. 11.1) wenn auch in unterschiedlichem Umfang, da im Fall von Ca wegen der Kalkung in vielen Betrieben der Überhang höher ist als bei S und Mg. Wichtig ist die Tatsache, dass die Hoftorbilanzen von Ca und Mg auch ohne Düngemittelimport ausgeglichen wären, während beim S ein Minus von 1 kg/ha die Folge wäre. Der Stofffluss am Input (Tab. 11.2a) ergibt für alle drei Nährstoffe die gleiche Reihenfolge beim Anteil der einzelnen Betriebsmittel an der Einfuhr. Im Outputbereich (Tab. 11.2b) spielen die Marktfrüchte die Hauptrolle bei der Ausfuhr von S und Mg, beim Ca dagegen ist der Tierverkauf die Hauptausfuhrquelle.

	kg S/ha	kg Ca/ha	kg Mg/ha
Input	12	86	14
- Davon Dünger	8	67	9
Output	5	13	3
Saldo	7	73	12
- Saldo ohne Dünger	-1	6	2

Tab. 11.1: Durchschnittliche Hoftorbilanz für S, Ca und Mg der CONVIS-Betriebe (Mittel der Jahre 2000-2004, n=193)

Input in %	S	Ca	Mg
Min. Dünger	55,1	74	64,9
Org. Dünger	8,0	5,6	6,4
Futtermittel	33,9	18,8	27,6
Saatgut, Tiere	3,0	1,5	1,1
Input ges.	100	100	100

Tab. 11.2a: Stofffluss des Inputs für S, Ca und Mg

Output in %	S	Ca	Mg
Marktfrüchte	36,6	14,8	52,0
Milch	26,7	22,9	12,0
Tierverkauf	27,3	45,8	16,6
Org. Dünger	9,4	16,6	19,4
Output ges.	100	100	100

Tab. 11.2b: Stofffluss des Outputs für S, Ca und Mg

Die Bodenversorgung bzw. der pH-Wert sind entscheidend für die Beurteilung der Ergebnisse von Ca- und Mg-Bilanzen. Die luxemburger Böden unterscheiden sich zum Teil erheblich hinsichtlich der Bodenreaktion, des Gehaltes an Mg und an organischer Substanz (Tab. 11.3). Dies führt dazu, dass Notwendigkeit und Umfang der Kalkung sehr starken regionalen Schwankungen unterliegen. Die Bodeneigenschaften nach Region zeigen eine gute Übereinstimmung mit den regionalen Hoftorsalden für Ca und Mg sowie mit der Höhe der importierten Mengen an Ca und Mg in den unterschiedlichen Bodenregionen Luxemburgs (Abb. 11.1a, b, c, d).

Region	Geologie	Bodenart	pH-Wert	mg Mg	OS%	Düngung kg Ca/ha	Düngung kg Mg/ha
Nord	Schiefer	Lehm-Sand	5,53	14,7	4,9	126	33
Mitte-Nord	Gipskeuper-Buntsandstein	Sand-Lehm	6,14	21	2,8	79	24
Mitte	Lux. Sandstein	Sand	6,17	13,1	3,1	77	22
Süd-Ost	Keuper-Muschelkalk	Lehm-Ton	6,53	28,3	2,8	41	9
Süd-West	Lias-Dogger	Ton-Lehm	5,97	14,7	3,0	122	38
Alle Regionen (Mittel)			6,04	17,1	3,8	93	26

Tab. 11.3: Bodengehalte an pH, Mg und OS sowie Ca- und Mg-Düngung nach Region

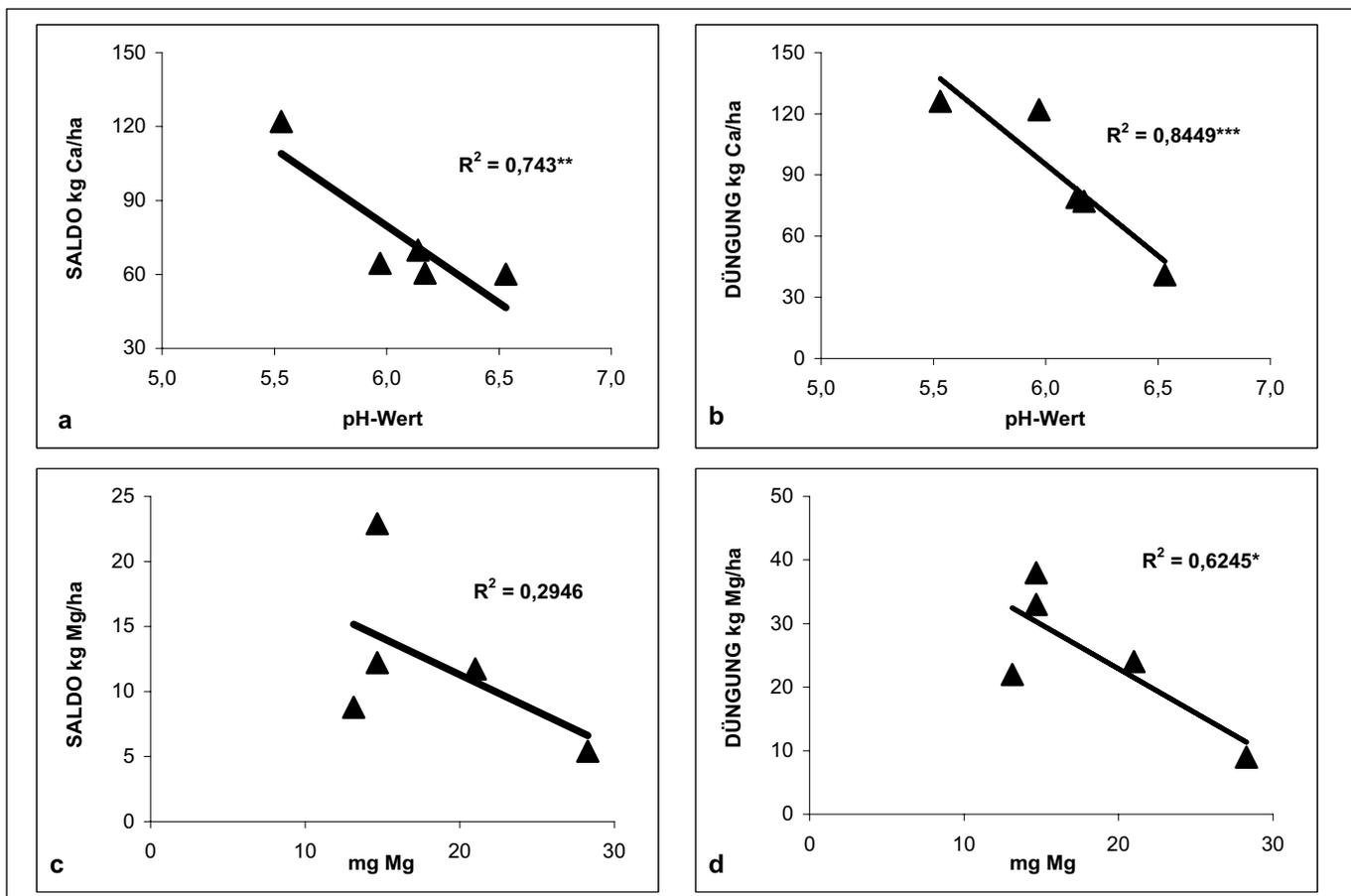


Abb. 11.1a-d: Zusammenhang zwischen Bilanzsaldo bzw. Düngung und pH- bzw. Mg-Bodengehalt nach Region

Region	Ca-Saldo	Bodenart	pH-Wert	OS%
Nord	122	Leicht	5,53	4,9
Mitte-Nord	70	Mittel	6,14	3
Mitte	60	Leicht	6,17	3
Süd-Ost	60	Schwer	6,53	3
Süd-West	65	Schwer	5,97	3
Alle	73	-	6,04	3,8

Mittlere Ca-Auswaschungsverluste (BRD):
250 kg Ca/ha (Literatur)

Tab. 11.4: Durchschnittliche Ca-Salden (kg/ha) nach Region im Vergleich zu den Auswaschungsverlusten an Ca aus der Literatur

Saldo	Mg-Saldo	Bodenart	mg Mg	Stufe
Nord	23	Leicht	14,7	D
Mitte-Nord	12	Mittel	21	E
Mitte	9	Leicht	13,1	D
Süd-Ost	5	Schwer	28,3	E
Süd-West	12	Schwer	14,7	D
Alle	12	-	17,1	D/E

Mittlere Mg-Auswaschungsverluste:
20-50 kg Mg/ha (Literatur)

Tab. 11.5: Durchschnittliche Mg-Salden (kg/ha) nach Region im Vergleich zu den Auswaschungsverlusten an Mg aus der Literatur

Region	S-Saldo	Bodenart	S-Auswaschung	S-Deposition
Nord	7	Leicht	15 (10-20)	12 (10-15)
Mitte-Nord	8	Mittel	10 (5-15)	12 (10-15)
Mitte	7	Leicht	15 (10-20)	12 (10-15)
Süd-Ost	7	Schwer	5 (0-10)	12 (10-15)
Süd-West	5	Schwer	5 (0-10)	12 (10-15)
Alle	7	-	10 (0-20)	12 (10-15)

Tab. 11.6: Durchschnittliche S-Salden (kg/ha) nach Region im Vergleich zu den Auswaschungsverlusten an S aus der Literatur

	ohne Raps	mit Raps
Input	7	18
Output	4	6
Saldo	3	13

Tab. 11.7: Input, Output und Saldo am Hoftor in kg/ha für S der Betriebe mit und ohne Rapsanbau

Vor dem Hintergrund der Auswaschungsverluste sind die Bilanzen für die betrachteten Nährstoffe unterschiedlich zu beurteilen. Im Fall von Ca (Tab. 11.4) sind die durchschnittlichen Auswaschungsverluste zum Teil deutlich höher als die Hoftorsalden. Dass könnte bedeuten, dass auf vielen Standorten die durchgeführte Kalkung nicht ausreichend ist. Im Bereich Mg (Tab. 11.5) sind die Auswaschungsverluste oft rechnerisch höher als die Mg-Salden, aber die Versorgung der Böden mit Mg ist geologisch bedingt so hoch, dass kein Mg-Mangel im breiten Umfang zu erwarten ist. Schließlich beim S (Tab. 11.6) zeigen die regionalen Hoftorbilanzen kaum Schwankungen, da die Bodeneigenschaften die S-Bilanz weniger beeinflussen. Die S-Salden zzgl. der S-Deposition in Höhe von 10-15 kg S/ha sind ausreichend, um die Auswaschungsverluste an S aus dem Boden in den unterschiedlichen Standorten Luxemburgs auszugleichen.

Beim S ist neben diesem Sachverhalt noch festzuhalten, dass der Rapsanbau maßgeblich ist für die Hoftorbilanz der Betriebe (Tab. 11.7), da sowohl S-Einfuhr und S-Ausfuhr bei Betrieben mit Rapsanbau höher sind als bei Betrieben ohne Rapsanbau (Abb. 11.2a und b). Dabei ist nicht zu vergessen, dass die

S-Ausfuhr bei diesen Betrieben auch deswegen höher ist, weil der Viehbesatz der Betriebe mit Rapsanbau im Allgemeinen niedriger ist als bei Betrieben ohne Raps, da logischerweise Betriebe mit hohem Feldfutteranteil seltener Raps anbauen als jene mit hohem Marktfruchtanteil.

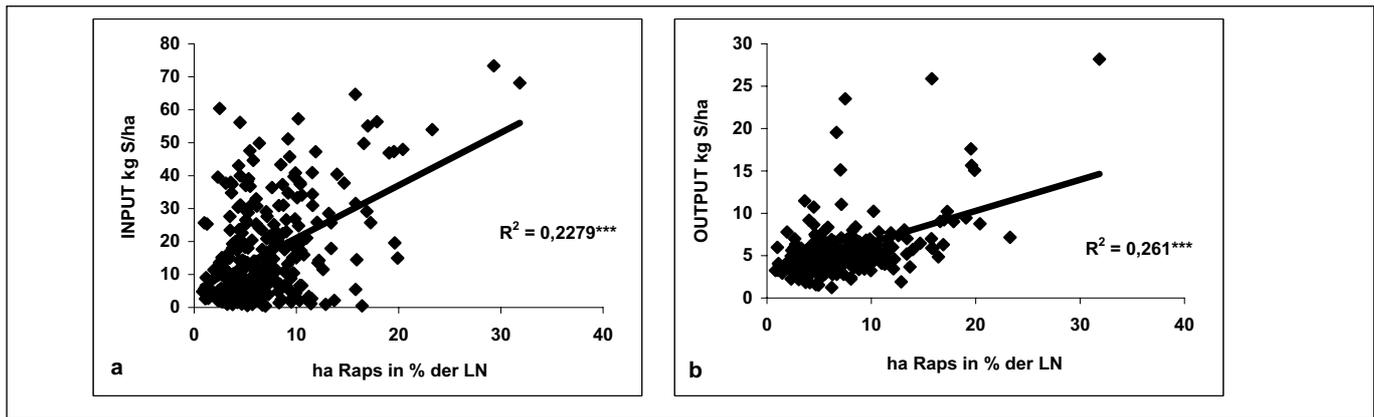


Abb. 11.2a: Zusammenhang zwischen Höhe des S-Inputs und Rapsanteil an der LN

Abb. 11.2b: Zusammenhang zwischen Höhe des S-Outputs und Rapsanteil an der LN

Als Schlussfolgerungen der S-, Ca- und Mg-Bilanzen kann folgendes festgehalten werden:

- Auf eine ausreichende Versorgung mit S ist besonders dann zu achten, wenn der Raps-Anteil in der Fruchtfolge hoch ist und wenn der Viehbesatz niedrig bzw. die organische Düngung gering ausfällt.
- Die Hoftorbilanzen sind im Fall von Mg überschüssig, auch ohne Düngung. In einigen Regionen könnte die Auswaschung die Überschüsse übertreffen (negative Bodenbilanz). Da aber die Mg-Bodengehalte hoch bis sehr hoch sind, ist ein Mg-Mangel nur vereinzelt zu erwarten.
- Die schwierigste Interpretation der Hoftorbilanz ist im Fall von Ca: Die Bilanzen sind zwar positiv, aber die Höhe der Auswaschungsverluste könnte auf vielen Standorten die Überschüsse wettmachen.
Fazit: Die Entwicklung der pH-Werte muss stärker unter die Lupe genommen werden.

2. Stallbilanz für Betriebe mit Schweinehaltung

Wie bereits im Kapitel über die Methodik der Futterautarkie angesprochen (Kap. 2.3), war das CONVIS-Beraterteam bei der Verwendung der Ergebnisse der Futterautarkie auf Gemischtbetrieben mit Schweinehaltung mit Daten konfrontiert, die eine Interpretation der Futterbilanz entweder schwer oder unmöglich machte. Dies liegt mit der Tatsache zusammen, dass oft solche Betriebe ihr eigenes Getreide verkaufen, stattdessen Fertigmischfutter importieren. Dies verfälscht dann die Zahlen der Futterautarkie für den Rinderbereich dieser Betriebe, ohne wertvolle Informationen über die Futterverwertung im Schweinebereich zu liefern.

Somit hat man sich entschlossen, die beiden Bereiche zu trennen und für die Betriebe mit Schweinehaltung ein weiteres Instrument zu entwickeln und anzuwenden, der Aufschluss auf die Fütterungseffizienz im Schweinehaltungsbereich gibt. Für die Schweinehaltung ist nämlich nicht wichtig zu wissen, ob viel eigenes Getreide verfüttert wurde, sondern ob die Relation zwischen eingesetztem Futter und erzeugtem Fleisch günstig ist. Diese Relation oder Futterverwertung stellt somit den gesuchten Effizienzparameter für die schweinehaltenden Betriebe dar.

Über eine Stallbilanz ist es möglich, die Futtermittelverwertung zu berechnen. Außerdem liefert die Stallbilanz für schweinehaltende Betriebe zusätzliche Informationen, die Aufschluss auf die im Betrieb anfallende Schweinegülle geben. Somit fungiert die Stallbilanz auch als Kontrollinstrument, um festzustellen, mit wie viel Gülle aus dem Schweinebereich zu rechnen ist. Dies kann somit dazu beitragen, die Unsicherheiten bei der Düngeplanung in solchen Betrieben zu reduzieren.

Ein Berechnungsschema der Stallbilanz ist aus Abb. 11.3 zu entnehmen. Im einfachsten Fall sind alle Daten für die Berechnung der Stallbilanz in der Hoftorbilanz enthalten. Dieser Fall tritt ein, wenn der Betrieb ausschließlich Import-Futter einsetzt. Sollte der Betrieb eigenes Futter einsetzen, dann muss dies gesondert aufgenommen werden, da die Hoftorbilanz innerbetriebliche Stoffströme nicht berücksichtigt. Das Verhältnis zwischen Futtereinsatz und erzeugtem Fleisch (als Summe von verkauften Tieren und Verlusten sowie abzüglich der importierten Tiere) ist die Futtermittelverwertung, die besagt, ob die Fütterungseffizienz in Ordnung ist oder nicht. Für Betriebe mit reiner Schweinemast liegt der Richtwert bei 3,0. Abweichungen nach oben weisen auf eine schlechte Verwertung hin.

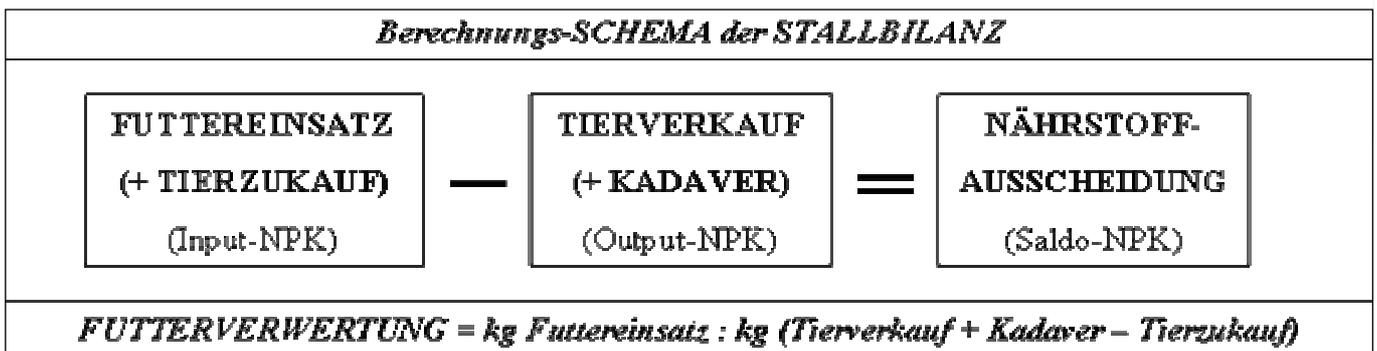


Abb. 11.3: Schema der Stallbilanz für schweinehaltende Betriebe

Im Anhang befindet sich ein Muster der Stallbilanz für die Betriebe mit Schweinehaltung. Der Unterschied zwischen Nährstoffen im Input und im Output stellt die Nährstoffausscheidung dar. Beim Stickstoff ist dabei zu berücksichtigen, dass mit 30% Ammoniak-Verlusten im Stall-Lagerungsbereich zu rechnen ist. Diese Verluste müssen von der Ausscheidung abgezogen werden. Ist eine Gülle-Analyse des Betriebes vorhanden, so lassen sich die voraussichtlichen Güllemengen durch Teilung der Nährstoffe in der Ausscheidung durch die Nährstoffgehalte der Gülle ableiten.

Aufgrund der Tatsache, dass das Instrument nur im letzten Projektjahr zum Einsatz gekommen ist, und da wegen Vorratsänderungen für eine ausreichend sichere Bewertung der Stallbilanz ein Mittel von mindestens drei Jahren notwendig ist, muss an dieser Stelle an einer Auswertung der Ergebnisse verzichtet werden. Erste Ergebnisse haben dennoch gezeigt, dass in den Betrieben mit der besten Datenqualität (Verfütterung von reinem Importfuttermittel, Abwesenheit von Vorratseffekten), die Ergebnisse durchaus verlässlich sind, und dies sowohl im Hinblick auf die Futtermittelverwertung als auch hinsichtlich der Abschätzung des Gülleanfalls. In der kommenden Zukunft wird daher dieses Instrument ein wichtiger Bestandteil der Futterberatung auf Betrieben mit Schweinehaltung sein.

3. Der neue CONVIS-Düngeplan

Die Düngeplanung ist das wichtigste Instrument zur Optimierung des Düngemittleinsatzes. Außerdem sind die Verwaltungsvorschriften in den letzten Jahren immer detaillierter geworden, so dass bei der Düngeplanung eine größere Aufmerksamkeit hinsichtlich deren Erfüllung verlangt wird. Aus diesen Gründen, sowie zur verbesserten Übertragung von Daten aus dem und zum Bereich der Nährstoffbilanzierung wurde im Sommer 2003 eine umfassende Restrukturierung des Düngeplanungsprogramms unternommen. Ab dem Erntejahr 2003-2004 wird der Düngeplan von den CONVIS-Beratern nicht mehr mit Hilfe von Microsoft-Excel[®] sondern von Microsoft-Access[®] durchgeführt. Dies garantiert eine bessere Stabilität in der Datenverarbeitung und einen schnelleren Zugriff zu den angeschlossenen Datenbanken. Diese verwalten Daten über Nährstoffgehalte der unterschiedlichen Ackerkulturen sowie der Zwischenfrüchte und Grünlandbestände, der organischen Dünger (betriebliche und extrabetriebliche sowie Sekundär-Rohstoff-Dünger), und der Nährstoffausscheidung von Tieren nach Kategorie. Alle Datenbanken wurden zu diesem Zweck überarbeitet und auf den neuesten Stand gebracht. Außerdem werden die Datenbanken ständig aktualisiert. Der Düngeplan ermöglicht somit die Kontrolle der Einhaltung von Verwaltungsvorschriften in Sachen Umwelt (Landschaftspflegeprämie, Düngung nach guter fachlicher Praxis, Verordnung 1257/99, etc.), liefert die notwendigen Informationen zur Berechnung der Nährstoffbilanzen auf Parzellenebene für N, P, K, Ca, Mg und S, und enthält nach wie vor ein Datenblatt zur Beurteilung der Humusversorgung der Ackerflächen (Humusbilanz nach Leithold et al. 1997, siehe Anhang 5, Seite 149). Neben dem sind die Daten vom Düngeplan der CONVIS integraler Bestandteil der Berechnungen für die Bereiche Biodiversität und CO₂-Bilanzierung (Treibhausgasausstoß und Credits). Nicht zuletzt wurde das Layout des Düngeplans verbessert, um den Landwirten eine bessere Übersicht über die zu tätigende Düngung zu ermöglichen. Ein Muster-Düngeplan, sowie dieser von den CONVIS-Beratern erstellt wird, befindet sich im Anhang 5 dieses Berichtes.

XII Globale Zusammenhänge (Zusammenfassende ökologische und ökonomische Bewertung der realisierten und verbleibenden Verbesserungspotentiale)

Dieses Kapitel stellt den Versuch dar, die im Rahmen des NEB-Projektes erfolgten Leistungen in ökologischer und ökonomischer Hinsicht abschließend zu bewerten. Darüber hinaus sollen Möglichkeiten und Grenzen der Realisierung noch vorhandener Verbesserungspotentiale kritisch beurteilt werden. Ausgangspunkt für die Bewertung waren die durchschnittlichen Ergebnisse des Projektes BIO80 sowie des bereits abgeschlossenen NEB-Projektes (Tab. 12.1): Der Unterschied zwischen den beiden Ergebnisgruppen stellt die mittlere Veränderung dar, die im Beratungszeitraum zu verzeichnen war.

Wie aus der Tab. 12.1 ersichtlich ist, haben sich alle umweltrelevanten Parameter während des NEB-Projektes im Vergleich zum BIO80-Projekt verbessert, die meisten davon sogar sehr deutlich. Die Distanz der N-, P- und

Bilanzposten	Einheit	BIO80	NEB	Differenz NEB-BIO80
Δ Ist-Soll-N	kg N/ha	40	27	-13
Milchleistung	kg/Kuh*Jahr	6.549	7.269	720
GFL	kg/Kuh*Jahr	2.380	2.815	435
GFL%	%	36,3%	38,7%	2,4%
Δ Ist-Soll-KF	kg N/ha	8	7	-0,4
Δ Ist-Soll-MinDÜ	kg N/ha	32	20	-13
Δ Ist-Soll-P	kg P ₂ O ₅ /ha	17	5	-12
Δ Ist-Soll-K	kg K ₂ O/ha	5	-5	-10
Biogas-Strom	GJ/ha	0,4	1,6	1,2

Tab. 12.1: Vergleich zwischen den Verbesserungspotentialen im Bio80 und im NEB-Projekt

K-Salden zu den jeweiligen Zielwerten hat stark abgenommen (bei K liegt der aktuelle Saldo unter der Obermarke), die Erzeugung regenerativen Biogas-Stroms, welcher am stärksten für die Verbesserung der Energiebilanzen verantwortlich ist, hat sich vervierfacht, und auch die Grundfutterleistung ist im Schnitt höher geworden, wenn auch nicht in großem Umfang.

In materieller Hinsicht betragen die Einsparungen (Tab. 12.2) rund 0,5 dt/ha KAS, 1/4 dt/ha Superphosphat sowie Kalisalz40, knapp 10 kg/ha Kraftfutter mit 25%XP. Dem ist noch die Steigerung der Erzeugung von Biogas-Strom im Schnitt der Betriebe in Höhe von 109 kWh/ha beizufügen. Wichtig ist aber auch die Beurteilung dieser Leistungen als % der festgestellten Verbesserungspotentiale des BIO80-Projektes: Diesbezüglich konnten für die N-Bilanz 39% des Potentials erfüllt werden, bei der P-Bilanz waren es 71% und bei der K-Bilanz ging das Gesamtergebnis sogar über das selbst festgelegte ökologische Ziel. Die Verbesserungen im Kraftfutterbereich waren vergleichsweise gering, entsprechend groß

dagegen diejenigen bei der Erzeugung von Biogas-Strom.

Diese Ergebnisse bestätigen, dass die Bereiche betreffend die Grundnährstoffe Phosphor und Kalium entweder gelöst oder weitgehend gelöst sind. Trotz der spürbaren Verbesserung in der N-Bilanz sind dagegen auf dem Gebiet Stickstoff noch große Anstrengungen notwendig, um zum Endziel der nachhaltigen Obermarke zu gelangen. Vor allem der Futtermittelbereich reagiert sehr träge auf die Inputs der Beratung, wie auch von der geringen Bewegung in Richtung des Soll-Ziels einer Grundfutterleistung von mindestens 50% bezeugt wird. Erfreulich sind schließlich die Zahlen der Produktion von Biogas-Strom, die vielen Betrieben einen Abbau ihrer Energieverluste bzw. die Steigerung ihrer Energiegewinne ermöglichen.

	Verbesserungs- potential	Verbesserungs- potential	Realisiertes Potential	Realisiertes Potential in % von BIO80
	Bio80	NEB	Diff. Bio80-NEB	Diff. Bio80-NEB
dt KAS/ha	1,196	0,730	0,467	39%
dt Superphosphat/ha	0,378	0,111	0,267	71%
dt Kalisalz40/ha	0,125	0,000	0,250	200%
dt Kraftfutter 25%XP/ha	1,924	1,829	0,095	5%
kWh BG-Strom/ha	36	145	109	300%

Tab. 12.2: Realisierte Verbesserungen im NEB-Projekt (Diff. BIO80-NEB) im Vergleich zum BIO80-Projekt, absolut und relativ

Die erzielten Ergebnisse können auch unter dem Gesichtspunkt der Verbesserung der CO₂-Bilanz sowie der Ökonomie quantifiziert werden (Tab. 12.3). Die reinen Einsparungen an Betriebsmitteln bewirken nämlich einen Rückgang der Emissionen von CO₂-Äquivalenten in Höhe von 90 kg/ha, dass ca. 4% der Gesamtemissionen aus dem Import und Transport der Betriebsmittel ausmacht. Dem rechnen sich noch 85 kg CO₂/ha zu, die als „carbon credits“ bei der Verstromung von Biogas anfallen. Insgesamt verbessert sich die CO₂-Bilanz um 3%. Eine theoretische Hochrechnung für ganz Luxemburg ergibt eine Einsparung an CO₂ in Höhe von 11.000 to, die mit den „credits“ aus dem Biogas-Strom auf 22.000 to klettern. Dies ist ein Beitrag der gesamten Landwirtschaft zur Bekämpfung der Klimaerwärmung und macht deutlich, dass

	Einsparungen in kg CO ₂ -Äq./ha im NEB-Projekt	CO ₂ -Einsparung für ganz Luxemburg* (to CO ₂ -Äq.)	Einsparungen in €/ha im NEB-Projekt	€-Einsparung für ganz Luxemburg* (€*1000)
N-Dünger	69	8.741	8,0	1.013
P-Dünger	9	1.087	5,8	735
K-Dünger	5	579	4,2	537
Kraftfutter	8	962	1,9	241
Summe Einsparung	90	11.370	19,9	2.526
Biogas-Strom	85	10.807	11,5	1.455
Verbesserung gesamt	175	22.177	31,3	3.980

Tab. 12.3: Durch das NEB-Projekt realisierte Einsparungen an CO₂-Emissionen in EUR/ha sowie *Hochrechnung für ganz Luxemburg

auch geringe Verbesserungen auf der Ebene der Betriebe in der Aggregation auf Landesebene beträchtliche Zahlen hervorbringen können, zumal die eingesparten to CO₂ auch monetär gehandelt werden können (der aktuelle Preis liegt bei 20 EUR/to).

Im ökonomischen Bereich konnte man eine Einsparung von rund 20,- EUR/ha aus der Reduzierung der Betriebsmitteln verbuchen (Tab. 12.4). Weitere 11,- EUR/ha kommen noch vom Erlös der Einspeisung von Biogas-Strom. Hochgerechnet für ganz Luxemburg ergibt sich ein Einsparvolumen von 2,5 Mio. EUR, die zusammen mit den Erlösen vom Biogasstrom auf fast 4 Mio. EUR steigen. Um ein Gefühl zu bekommen, wie diese Summen in Verhältnis zu den Ausgaben der Betriebe für das NEB-Projekt stehen, lohnt es sich, die Tab. 12.4 anzuschauen. Hier wird deutlich, dass das jährlich eingesparte Volumen in Euro mehr als vier Mal so hoch liegt, wie die Ausgaben für die Beratung in seiner breiteren Form (Energie- und Nährstoffbilanzen + Düngeplanung + Futterberatung). Würde man auch die Erlöse der Biogas-

Verstromung dazu zählen, steigt dieses Verhältnis auf fast das siebenfache. Dies

	Einheit	Nur Einsparungen	Mit Biogas-Strom
Verbesserungen (1)	€/Betrieb	2379	3750
Kosten NEB-Beratung (2)	€/Betrieb	550	550
Verhältnis (1) : (2)	Zahl	4,3	6,8

Tab. 12.4: Vergleich zwischen den im Projekt realisierten Verbesserungen und den Kosten des Projektes in EUR pro Betrieb

alles macht deutlich, dass die im Rahmen des NEB-Projektes erfolgte Beratung nicht nur den Anforderungen gerecht geworden ist, die Umweltbelastung der Betriebe zu verringern, sondern sie sich auch als gewinnbringend für die am Programm teilnehmenden Landwirte erwiesen hat.

Es darf dabei einmal mehr in Erinnerung gebracht werden, dass die Arbeit zur Optimierung von Düngung und Futtermittel nicht einseitig auf eine Reduzierung des Ressourceneinsatzes ausgerichtet ist, sondern auf eine Verbesserung der Effizienz des Gebrauchs dieser Betriebsmittel. Der beste Beweis dazu liefern die Zahlen des Outputs in der N- und in der Energiebilanz (vgl. Tab. 3.2 und 6.16): Diese haben im Laufe der Projektjahre deutlich zugenommen und beweisen somit, dass die Relation zwischen Aufwand und Ertrag bei den beratenen Landwirten sich im Vergleich zum Ende der neunziger Jahre enorm verbessert hat. Ist der Dünger korrekt eingesetzt, dann ist nicht mit einem Rückgang der Erträge zu rechnen, auch dann nicht, wenn der Aufwand geringer ist als in der Vergangenheit. Dies ist die große „Lektion“, die aus zehn Jahren Energie- und Nährstoffbilanzierung in der luxemburgischen Landwirtschaft mittels der Projekte BIO80 und NEB abschließend gezogen werden kann. Die Tatsache, dass weniger manchmal mehr bedeutet, ist in Einklang mit der Feststellung, dass oft die größten Probleme im Managementbereich zu suchen sind. Auf diese Probleme hinzuweisen und mögliche Auswege zu zeigen, ist und bleibt die Aufgabe „par excellence“ der landwirtschaftlichen Beratung.

a	N-Saldo (kg/ha)	DB €/ha
Anfang	123	634
Ende	95	528
Veränderung	-22%	-106

b	XP-Autarkie (%)	DB €/ha
Anfang	0,55	1027
Ende	0,65	837
Veränderung	10%	-191

c	kg CO ₂ -Äq./ha	DB €/ha
Anfang	7100	471
Ende	6390	373
Veränderung	-10%	-98

Tab. 12.5a-c: Simulation des Einflusses auf den Deckungsbeitrag von Umweltverbesserungen in den Bereichen N-Bilanz, Eiweiß-Autarkie und CO₂-Emissionen

Eine Beurteilung der Schwierigkeit, die noch vorhandenen Verbesserungspotentiale von Nährstoff- und Energie- bzw. CO₂-Bilanzen zu realisieren, wird von den Tabellen 12.5a, 12.5b und 12.5c ermöglicht. Anhand vorgefundener Korrelationen zwischen Deckungsbeitrag einerseits und N-Saldo, Futterautarkie und Treibhausgasemissionen andererseits (siehe auch Kap. 3, 6 und 7) errechnen sich bei einem Rückgang des N-Saldos bis auf die Sollmarke, bei einer Steigerung der Futterautarkie für das Eiweiß um 10% und bei einer Verringerung der Treibhausgase von 10% Verkürzungen im Deckungsbeitrag in Höhe von 100 EUR/ha im Fall von Stickstoff- und CO₂-Emissionen und 200 EUR/ha im Fall von der

Eiweißautarkie. Dies hebt zwei Hauptsachverhalte hervor:

- Verbesserungen in der Umweltleistung der Betriebe sind zum Teil sehr kostenspielig.
- Die Beratung alleine wird kaum Chancen haben, alle vorgegebenen Umweltziele zu erreichen.

Die Zahlen der Tab. 12.5 unterstreichen noch mehr die Güte der geleisteten Beratungsarbeit, da diese gegen ungünstige Verhältnisse an der Schnittstelle zwischen Ökologie und Ökonomie zu agieren hatte und hat. Eine Fortsetzung der Optimierungsarbeit wird zwar noch immer möglich sein, aber das Erreichen von wichtigen Umweltzielen wie zum Beispiel die Senkung der Treibhausgasemissionen auf ein vertretbares Niveau erfordert eine klare Unterstützung von der Gesellschaft und vom Gesetzgeber. Ohne Kompensation der ökonomischen Verluste seitens der Politik und ohne Honorierung der Umweltleistungen seitens des Verbrauchers wird auf Dauer keine Umweltgerechte landwirtschaftliche Produktion möglich sein. Aber Gesellschaft und Politik müssen auch nicht von vorne anfangen: Die CONVIS-Beratung und die fortschrittlichen Landwirte des NEB-Projektes haben gezeigt, dass auch bei widrigen Verhältnisse eine umweltgerechtere Gestaltung der Landwirtschaft möglich ist. Verbraucher und Gesetzgeber sollten jetzt den Anschluss finden.

XIII Schlussfolgerungen und Ausblick

Die Ziele und die Beratungsinhalte, die während des BIO80-Projektes verfolgt und in die Praxis umgesetzt wurden, konnten im NEB-Projekt konsequent fortgesetzt und weiter vertieft werden. Die Anstrengungen zur Steigerung der Effizienz des Ressourceneinsatzes in der Landwirtschaft, mit dem doppelten Ergebnis einer Entlastung der Umwelt und der sich daraus ergebenden Kosteneinsparungen für die Landwirte, welche im BIO80-Projekt ihren Anfang gehabt haben, wurden im NEB-Projekt durch einen beträchtlichen Erfolg belohnt. Alle wesentlichen Effizienzparameter betreffend die Energie- und Nährstoffbilanzen der am NEB-Projekt teilnehmenden Betriebe haben sich im Zeitraum 2001 bis 2005 zum Teil erheblich verbessert. Diese Ergebnisse sind der Lohn für eine mehr als zehnjährige (wenn man die Vorleistungen vor dem BIO80-Projekt berücksichtigt) Beratungsarbeit, die das Ziel einer Versöhnung zwischen ökologischen und ökonomischen Zielen in der Landwirtschaft, sprich der Nachhaltigkeit, konsequent verfolgt hat.

Es sei an dieser Stelle ausdrücklich erwähnt, dass der Erfolg der Beratungsarbeit im NEB-Projekt nicht alleine das Resultat der Anstrengung der Berater gewesen ist. Die am Projekt teilnehmenden Betriebe haben mit ihrer Bereitschaft, die Beratungsinhalte umzusetzen, wesentlich dazu beigetragen, dass die im voraus festgelegten Projektziele in dem Maß erreicht wurden, wie in diesem Abschlussbericht ausführlich beschrieben ist. Auch darf nicht vergessen werden, dass die hier gezeigten Erfolge zusammen mit anderen Leistungen der NEB-Betriebe einhergehen. Diese haben nämlich in der Zeit nicht nur ihre Produktionseffizienz verbessert, und somit einen beträchtlichen Beitrag zur Umweltentlastung geleistet, sondern haben auch landwirtschaftliche Produkte erstellt, unter Einwirkung der natürlichen Prozesse und Kreisläufe, die für das Funktionieren der Gesellschaft unabdingbar sind. Darüber hinaus haben die Betriebe mit ihrer Präsenz im ländlichen Raum, welche an der Schnittstelle zwischen Ökologie, Ökonomie und Soziales steht, eine weitere Leistung für die gesamte Gesellschaft erbracht, die an dieser Stelle ihre Würdigung verdient.

Parallel dazu hat sich die CONVIS-Beratung ganz brisanten Themen gewidmet, die die fachliche und sachliche Diskussion in der Landwirtschaft in den vergangenen Jahren beherrscht haben bzw. immer noch beherrschen. Die Bereiche Futterautarkie (Eiweiß vor allem), CO₂-Bilanz, Biodiversität wurden zum ersten Mal einer profunden Analyse unterzogen, das Ausmaß der Probleme auf diesen wie anderen Gebieten klar umrissen und die Kosten bzw. der Aufwand zu deren Behebung ausreichend genau quantifiziert. Auch und gerade deswegen konnte der Bereich der Wirtschaftlichkeit ausgedehnt und aussagekräftiger gestaltet werden. Am Ende des Projektes liegen nämlich klare Aussagen bezüglich der Kosten zu einer Verbesserung der Umweltsituation der Betriebe vor.

Auch diese Resultate waren das Ergebnis einer konzertierten Anstrengung, die von umfangreichen Literaturrecherchen und Seminarbesuchen über die Erstellung und Programmierung von Datenbanken bis in die Beratungspraxis hinein gereicht haben. Es soll an dieser Stelle nicht eine Wiederholung der Resultate auf den genannten Gebieten erfolgen. Es soll dennoch hervorgehoben werden, dass im Bereich der Emission klimarelevanter Treibhausgase die Inventur des Treibhausgasausstoßes mit einem sehr hohen Detaillierungsgrad erfolgt ist. Dies erlaubt nicht nur zu beurteilen, wie hoch die Umweltbelastungen aus den einzelnen Betriebsbereichen sind, sondern auch vorauszusagen, welche Veränderungen eine Modifizierung in der Betriebspraxis bzw. im Betriebmanagement auf diesem Gebiet hervorbringen könnte. Das Gebiet der Treibhausgase wird sowohl im Hinblick auf die Klimarelevanz als auch hinsichtlich der Energieknappheit eine strategische Bedeutung für die Zukunft bekommen. Daher ist es für Berater und Landwirte entscheidend zu wissen, dass ein Instrumentarium vorhanden ist, anhand dessen die delikaten Entscheidungen für die zukünftige Gestaltung der landwirtschaftlichen Betriebe unterstützt werden können.

Im Bereich der Fütterung hat die Berechnung des Selbstversorgungsgrades mit Trockensubstanz, Energie und Eiweiß klar gemacht, dass in der Erzeugung von Eigenfutter die Betriebe noch erhebliche Verbesserungspotentiale sowohl in quantitativer (TS) als auch in qualitativer (VEM, XP) Hinsicht haben. Zum ersten Mal konnte festgestellt werden, nicht nur wie hoch das Erzeugungsniveau auf den Futterflächen ist, sondern auch wie hoch das Defizit der Betriebe im Bereich Energie und Eiweiß ist. Dies ist aber gerade von entscheidender Bedeutung für die Erarbeitung einer Fütterungsstrategie, die auf eine maximale Verwertung des Eigenfutters ausgerichtet ist. Dies wird sich ähnlich wie bei der CO₂-Bilanz zukunftsweisend erweisen, da es anzunehmen ist, dass die Preise für Importfuttermittel in der Zukunft drastisch steigen werden.

Auch auf dem Gebiet der Biodiversität konnte einen Beitrag zur Charakterisierung des Ist-Zustandes, als Voraussetzung zur Erarbeitung von Strategien für die Erhaltung bzw. Förderung der Biodiversität auf landwirtschaftlich genutzten Flächen, geleistet werden. Es wurde zum Beispiel festgestellt, dass Artenschutz auf Grünland und landwirtschaftliche Praxis auch dann schwer zu kombinieren sind, wenn der Betrieb nicht sehr intensiv wirtschaftet. Daher leitet sich aus der vorliegenden Arbeit den Schluss ab, dass die Bereitstellung von Ausgleichsflächen, auf denen schwerpunktmäßig die Biodiversität gefördert wird, viel versprechender ist als die Verfolgung von Mindestzielen auf allen Parzellen.

Es sei an dieser Stelle noch ausdrücklich erwähnt, dass die Ergebnisse, welche in diesem Bericht gezeigt werden, zwangsläufig aus einer Auswahl der zur Verfügung stehenden Resultate stammen. Einer der Gewinne eines Beratungsprojektes wie des NEB-Projektes ist nämlich eine Fülle von Daten in elektronischer Form, die jederzeit wieder und neu verwendet werden können. Dieser Datenbestand ist letztendlich eine der „plusvalues“ für die gesamte luxemburgische Landwirtschaft, die sich aus dem NEB-Projekt ergeben haben.

Zwei Aspekte sollten zum Schluss noch Erwähnung finden. Zum einen die Tatsache, dass das Wirken einer Beratungstätigkeit eine Funktion der Zeit ist. Sowie die ersten konkreten Ergebnisse auf dem Gebiet der Energie- und Nährstoffbilanzen erst gegen Ende des BIO80-Projektes realisiert wurden, um dann während des NEB-Projektes zu einer Art Durchbruch zu kommen, so ist zu erwarten, dass auch die neuen Beratungsinstrumente erst zu einem späteren Zeitpunkt ihre Wirkung im vollen Umfang entfalten werden. Aus diesem Grund wäre es wichtig, den Schatz an Erfahrungen und Kompetenzen, die sich mittlerweile gesammelt hat, zu erhalten und künftig in der Praxis weiter wirken zu lassen.

Zweitens, ist die Rolle einer unabhängigen, neutralen Beratung immer wieder hervorzuheben. Diese Art Beratung erfüllt in jeder Hinsicht am besten die Voraussetzungen, bei den Landwirten sich Verhör zu verschaffen und die Beratungsinhalte bis zur Erfüllung der Ziele umzusetzen. Das hat auf jeden Fall das NEB-Projekt eindeutig bewiesen. Aus diesen Gründen stellen die hier dargelegten Beratungsansätze die besten Voraussetzungen dar, dynamische und mit Zuversicht in die Zukunft blickende Landwirte, wie jene die am NEB-Projekt teilgenommen haben, weiter im Spannungsfeld zwischen Ökonomie und Ökologie erfolgreich zu unterstützen.

ANHANG I: Literaturverzeichnis

- ALARD, V., BÉRANGER, C., JOURNET, M. (2002):** À la recherche d'une agriculture durable. Étude de systèmes herbagers économes en Bretagne. INRA Editions
- ALBERS J. (2001):** Etude des facteurs techniques influençant le bilan apparent et la rentabilité des exploitations laitières. Institut Supérieur Industriel Huy-Gembloux, Année académique 2000-2001, Diplomarbeit
- ANONYM (2003):** EDF Analysis 2003. The EDF-Cost comparison Report. Akten des EDF-Kongresses "Dairy Farming in the Enlarged European Union – Perspectives for Western and Eastern European Dairy Farmers", Breslau (Polen), 25.-28. Juni
- ANONYM (2002):** Emissionen der Tierhaltung. Grundlagen, Wirkungen, Minderungsmaßnahmen. KTBL-Schrift 406
- ANONYM (2001):** Fertiliser avec les engrais de ferme. Institut de l'Élevage-ITAVI-ITCF-ITP
- ANONYM (2000):** Agri-Environmental Indicators for sustainable agriculture in Europe. ECNC
- ANONYM (1997):** DLG – Futterwerttabellen – Wiederkäuer. DLD-Verlag, Frankfurt
- ASMUS F. (1992):** Einfluß organischer Dünger auf Ertrag, Humusgehalt des Bodens und Humusproduktion. In: Berichte über Landwirtschaft – Bodennutzung und Bodenfruchtbarkeit, Band 4 Humushaushalt, pp. 127-139, Paul Parey – Hamburg und Berlin
- BENDORF, R. (2001):** Klimarelevante Wirkungen von Lachgas und Methan. KTBL-Symposium "Emissionen der Tierhaltung und Beste Verfügbare Techniken zur Emissionsminderung", 3.-5. Dezember 2001, Kloster Banz (im Tagungsband, 24-29)
- BERTKE, E. (2004):** Ökologische Güter in einem ergebnisorientierten Honorierungssystem für ökologische Leistungen der Landwirtschaft. Herleitung – Definition – Kontrolle. Dissertation, Fakultät für Agrarwissenschaften, Uni-Göttingen
- CLEMENS J., AHLGRIMM H.-J. (2001):** Greenhouse gases from animal husbandry: mitigation options. Nutrient Cycling in Agroecosystems 60: 287-300, 2001
- CONVENTION ON BIOLOGICAL DIVERSITY (CBD) (1992):** Text and Annexes. – UNEP/CBD/94/1. <<http://www.biodiv.org/doc/legal/cbd-en.pdf>>
- DLG (2005):** Bilanzierung der Nährstoffausscheidungen landwirtschaftlicher Nutztiere. Band 1999, DLG-Verlag, Frankfurt/Main

- DUSSELDORF T. (2004):** Rentabilität in der Milchproduktion. Hohe oder niedrige Inhaltstoffe in der Milch? Was ist rentabler? De lëtzebuenger Ziichter, Nr. 2/2004
- ERNST P. (2001):** Grünlandmanagement für Hochleistungstiere aus pflanzenbaulicher Sicht. DLG-Grünlandtagung, Bitburg 28. Juni 2001, Abstracts pp.13-16
- FÉDÉRATION DES HERD-BOOKS LUXEMBOURGEOIS (2002):** Endbericht zum Beratungsprojekt „Charakterisierung und Verbesserung der biologischen Effizienz landwirtschaftlicher Produktionsprozesse 1997-2002“. September 2002
- FÉDÉRATION DES HERD-BOOKS LUXEMBOURGEOIS (2003):** Erster vertraulicher Jahresbericht zum NEB_{plus}-Projekt (01.07.2002-30.06.2003)
- FÉDÉRATION DES HERD-BOOKS LUXEMBOURGEOIS (2004):** Zweiter vertraulicher Jahresbericht zum NEB_{plus}-Projekt (01.07.2003-30.06.2004)
- FÉDÉRATION DES HERD-BOOKS LUXEMBOURGEOIS (2006):** Dritter vertraulicher Jahresbericht zum NEB_{plus}-Projekt (01.07.2004-30.06.2005)
- FRIEBEN B.(1998):** Verfahren zur Bestandsaufnahme und Bewertung von Betrieben des Organischen Landbaus im Hinblick auf Biotop- und Artenschutz und die Stabilisierung des Agrarökosystems. Verlag Dr. Köster, Berlin
- GESELLSCHAFT FÜR ERNÄHRUNGSPHYSIOLOGIE (2001):** Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchtsrinder. DLG-Verlag
- GOIDTS, E., VAN WESEMAEL, B. (2007):** Magnitude and source of uncertainties on soil organic carbon (SOC) assessment: quantification and implication for SOC management at a regional scale. Final Conference of the ESF Programme “The Role of Soils in the Terrestrial Carbon Balance”. Pont à Mousson, 20-22 November 2007, in the abstracts
- HECHT W., STUMPE H., GARZ J. (1980):** Der Einfluß von langjährigen unterschiedlichen Düngungs- und Anbaumaßnahmen auf das Stickstoffnachlieferungsvermögen von Ackerböden. Arch. Acker- und Pflanzenbau u. Bodenkd. Berlin 24 (1980) 9, pp. 593-597
- HEGE, U. (2002):** Nährstoffsaldo von Grünlandbetrieben. In: VDLUFA-Tagungsband 2002, Kurzfassung der Referate, S. 13-14
- HÜLSBERGEN, K.-J., ABRAHAM, J., CHRISTEN, O. (2002):** Analyse und Bewertung von Stoffflüssen in landwirtschaftlichen Betrieben mit dem Modell REPRO. In: VDLUFA-Tagungsband 2002, Kurzfassung der Referate, S. 67

- HYNST, J., BRUCEK, P., CUHEL, J., SIMEK, M. (2003):** Nitrogen gaseous losses from pasture soil: N₂O-Emissions from autumn to spring as influenced by cattle traffic and dung deposition. In: Abstract des Internationalen Workshops "Practical solutions for managing optimum C and N content in agricultural soils". Prag, 25.-27. Juni
- IPCC (1997):** Greenhouse gas inventory. Reference manual, Volume 3. Intergovernmental Panel on Climate Change, Bracknell, UK
- ISERMANN, K., ISERMANN, R. (2002):** Aktualisierung der Emissionsfaktoren von Methan, NMVOC, Ammoniak, Lachgas, Stickstoffmonoxid aus biogenen Quellen. DECHEMA, GDCh, DBG, Frankfurt am Main
- KALTSCHMIDT, M., REINHARDT, G. (HRSG.) (1997):** Nachwachsende Energieträger. Grundlagen, Verfahren, ökologische Bilanzierung. Vieweg Verlag
- KIEFER, J., ZELLER, A., KUNZ, H. G., ELSÄSSER, M. (2005):** Auswirkungen der Gülleausbringungstechnik auf den Grünlandertrag. De Lëtzebuerger Züchter, n°1/2005, SS. 47-49
- KIESEWALTER, S., RIEHL, G., ALBERT, E., RÖHRICHT, C. (2005):** Nutzungsalternativen für spät geschnittene Grünlandaufwüchse in sächsischen Vorgebirgslagen. 49. Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau, 25-27 August 2005, Bad Elster, im Tagungsband SS. 229-233
- LIOY, R., ALBERS, J., DUSSELDORF, T., HOFFMANN, M., KLÖCKER, D. (2002):** Zielwerte der Nachhaltigkeit für Nährstoff-, Humus- und Energiebilanzen von landwirtschaftlichen Betrieben in Luxemburg. VDLUFA-Tagungsband 2002, Kurzfassung der Referate, S. 20-21
- LIOY, R. (2003):** Konservierende Bodenbearbeitung und ihr Potential zur Reduzierung des CO₂-Ausstoßes und zur Einsparung von Treibstoff, „de lëtzebuerger züchter“ n.1/2003, pp. 46-47
- LIOY R. (2003):** Evaluation of special problems of protein content of feed for cattle breeding in relation to the mineral nutrient availability in soils. In: EU-Projekt -Quality of Life and Management of Living Resources- "*NIR-MEASUREMENT-TECHNIQUE OF N-ORGANIC CONCENTRATION IN AGRICULTURAL SOILS*", *EU-CRAFT-PROJECT QLK5-CT-2002-713 55 "BIONIRS"*, Technical Report
- LIOY R. (2003):** Energiesparpotentiale in der Landwirtschaft. 12. Witzenhäuser Konferenz „Energie-wende – Chancen für die Landwirtschaft“, Witzenhausen (D), 30.11.2003-05.12.2003 (im Tagungsband, 28-33)
- LIOY R., DUSSELDORF T., KLÖCKER D., MEYERS A., REDING R. (2004):** „Der Futterautarkiegrad: Ein ganzheitliches Beratungsinstrument für Rinderbetriebe?“ 116. VDLUFA-Kongress in Rostock (D), 13. bis 17.09.2004, Kurzfassung des Vortrages im Tagungsband (in Druck)

- LIOY, R., DUSSELDORF, T., KLÖCKER, D., MEYERS, A., REDING, R. (2005):** Kreislaufwirtschaft und Landwirtschaft in Luxemburg im Spannungsfeld zwischen N-Verlusten und Ressourcenschonung. 117. VDLUFA-Kongress, 27-30 September 2005 in Bonn, Kurzfassung der Referate im Tagungsband, S. 19
- LIOY, R., BOLDUAN, R., MOKRY, M. (2006):** Fraktionierung der organischen Bodensubstanz zur Beurteilung des Stickstoff-Nachlieferungsvermögens landwirtschaftlicher genutzter Böden. 118. VDLUFA-Kongress, 27-30 September 2006 in Freiburg, Kurzfassung der Referate im Tagungsband, S. 19
- LIOY, R., DUSSELDORF, T., KLÖCKER, D., MEYERS, A., REDING, R. WEBER, M. (2006):** Greenhouse gases inventory and carbon credits for 86 Luxembourg animal husbandry farms. Open Science Conference on the GHG Cycle in the Northern Hemisphere Sissi-Lassithi, Crete, 14-18 November 2006. Text of the poster presentation in the abstracts, pp.
- LIOY, R. (2006):** Möglichkeiten und Instrumente zur Eindämmung von Stickstoffverlusten und Phosphorüberschüssen in der Schweinehaltung, „de lëtzebuerger züchter“ n.3/2006, pp. 46-47
- LIOY, R., ALBERS, J., DUSSELDORF, T., REDING, R., KLÖCKER, D., WEBER, M. (2007):** Beurteilung der Versorgung luxemburger landwirtschaftlicher Betriebe mit Schwefel, Calcium und Magnesium anhand der Hoftorbilanz. 119. VDLUFA-Kongress, 27-30 September 2007 in Göttingen, Kurzfassung der Referate im Tagungsband, S. 19
- MINOST C., FONTAINE, L. (2003):** À la recherche de l'autonomie alimentaire: Les apports des deux fermes experimentales. Alter Agri n° 60, SS. 17-21
- ÖBORN, I., EDWARDS, A., WITTER, E., OENEMA, O. IVARSSON, K., WITHERS, P., NILSSON, S., RICHERT STINZIG, A. (2003):** Element balances as a tool for sustainable nutrient management: a critical appraisal of their merits and limitations within an agronomy and environmental context. European Journal of Agronomy 20, 211-225
- OLFS H.-W., WERNER W. (1993):** Methodische Ansätze zur Erfassung des N-Nachlieferungsvermögens des Bodens. In: Berichte über Landwirtschaft – Bodennutzung und Bodenfruchtbarkeit, Band 5 Nährstoffhaushalt, pp. 141-159, Paul Parey – Hamburg und Berlin
- OPPERMANN, R., BRABAND, D., HAAK, S. KNÖDLER, C. (2003):** Naturindikatoren für das Schutzgut Biodiversität – Erfassung auf der einzelbetrieblichen Ebene. In: Agrarspektrum, Band 36, S. 187-198
- OPPERMANN R., BRABAND D., HAAK S., KNÖDLER C. (2003):** Erfassung biotischer und landschaftsstruktureller Leistungen von Landwirtschaftsbetrieben und Weiterentwicklung eines ergebnisorientierten Ansatz zusammen mit der landwirtschaftlichen Praxis. Treffpunkt Biologische Vielfalt III (103-109). Hrsg: Bundesamt für Naturschutz, Bonn

- REDING R. (2004):** Zusammenhang zwischen Krafftuttereinsatz und Grundfuterverdrängung bei Limousinbullen. De lëtzebuerger Ziichter, Nr. 1/2004
- RISOUD, B., THEOBALD, O. (1999):** Référentiel pour l'analyse énergétique de l'exploitation agricole et son pouvoir de réchauffement global. ADEME – ENESAD (Dép. Économie et Sociologie), Dijon
- SAHIN, N., HOFFMANN, M., RÖVER, K., ISSELSTEIN, J., (2005):** Untersuchungen zur Pflanzenvielfalt auf extensiver Standweide mit Fleischrindern. 49. Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau, 25-27 August 2005, Bad Elster, im Tagungsband SS. 259-262
- SAUERBECK D. (1992):** Funktionen und Bedeutung der organischen Substanzen für die Bodenfruchtbarkeit. In: Berichte über Landwirtschaft – Bodennutzung und Bodenfruchtbarkeit, Band 4 Humushaushalt, pp. 13-29, Paul Parey – Hamburg und Berlin
- SCHMIDT L. (2003):** Response of soil C and N content to fertilization – Results of long-term trials in Halle/S., Germany. In: Practical solutions for managing optimum C and N content in agricultural soils, International Workshop 25 to 27 June 2003 in Prague, Abstracts p.92
- SCHWARZ F. (1999):** Kann die Qualität des Grünlandfutters der Leistungsqualität in der Milchviehhaltung folgen? DLG-Grünlandtagung, Betzigau/Allgäu 29. Juni 1999, Abstracts pp. 29-40
- SMITH P., POWLSON D., GLENDINING M., SMITH J. (1997):** Potential for carbon sequestration in european soils: preliminary estimates for five scenarios using results from long-term experiments. Global Change Biology (1997) 3, 67-69
- SMITH, J.U., SMITH, P., DAILEY, A.G., GLENDINING M.J. (2004):** How nitrate Vulnerable zones can reduce the adverse environmental impact of productive arable agriculture. In: Hatch, D.J., Chadwick, D.R., Jarvis S.C., Roker (Editors): Controlling nitrogen flows and losses. Wageningen Academic Publishers
- TAUBE F. (2001):** N-Bilanzsalden auf Grünland – Ein Indikator für die gute fachliche Praxis? DLG-Grünlandtagung 28. Juni 2001, Abstracts pp. 5-12
- URBAN H., HARTL W., WENZL W. (2001):** Umweltmonitoring (Mobile Mapping) und digitalisierte Basisanalytik – innovative Ermittlungsverfahren von biologischen Standort- und Prozeßparametern für ein umfassendes GIS zur Optimierung ökologisch orientierter Landbewirtschaftung. 9. Gumpensteiner Lysimetertagung, 24.-25. April 2001
- VAN DASSELAAR, A., POTOVEN, R. (1994):** Energieverbruik in de Nederlandse Landbouw. NMI
- WENZL, W. (1997):** Bestimmung der Speicherung wasserlöslicher, organischer Substanzen (WOS) und der Stickstoffnachlieferung des Bodens als wesentlicher Faktor für Düngeempfehlungen und Nährstoffbilanzierung. Im Tagungsband: „Stoffbilanzierung in der Landwirtschaft. Ein Instrument für den Umweltschutz?“ Umweltbundesamt, Wien (A).

ANHANG II: Kontakte und Seminare

Im Rahmen des **NEB**-Projektes haben die CONVIS-Berater an folgenden Veranstaltungen teilgenommen bzw. haben sie selber durchgeführt:

29.-31. 08 2002	46. Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau in Rostock (D)
11.09 2002	Bildungsseminar „Integrierter Pflanzenbau“ in Emmelshausen (D)
16- 20. 09 2002	VDLUFA-Kongress in Leipzig (D)
04.-05. 12 2002	Seminar des Bundesverbandes landwirtschaftlicher Fachschulabsolventen mit Thema: „Management der Hochleistungskuh“ in Kleve (D)
17. 12 2002	Konferenz mit Thema „ Réchauffement climatique : Que peut faire l’agriculture?“ in Montargis (F)
6. 03 2003	BIO80-Seminar (das Seminar war ein Rückblick auf das gesamte vorangegangene Projekt, intern auch BIO 80 genannt), Ettelbrück
05.-06. 06 2003	1. BIONIRS Tagung (Bodenmessung mit NIRS) in Stockerau (Österreich)
13. 06 2003	Fleischrindertagung mit Schwerpunkten Kompostierung, Düngung und Grünlandmanagement in Bertrange
25.-27. 06 2003	Fachtagung mit Thema „Practical solutions for managing optimum C and N content in agricultural soils“ in Prag (Tschechien)
25.- 28. 06 2003	EDF-Kongress in Breslau (Polen)
<hr/>	
28.-30. 08 2003	47. Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau in Braunschweig (D)
04. 09 2003	Seminar für Landwirte und Berater mit Thema „Die Zukunft des Nährstoffrecyclings in Luxemburg zwischen Entsorgung und Verwertung“, Ettelbrück
17. 09 2003	VDLUFA-Kongress in Saarbrücken (D)
22.-23. 09 2003	2. BIONIRS-Tagung (Bodenmessung mit NIRS) in Pfinztal (D)

-
- 04.-05. 11 2003 **Konferenz „Biologische Senken für Kohlenstoff in Land- und Forstwirtschaft“**
in Braunschweig (D)
27. 11 2003 **Seminar „Comment adapter la gestion future des exploitations laitières“** in
Henri-Chapelle (B)
- 01.-02. 12 2003 **12. Witzenhäuser-Konferenz zum Thema „Energiewende – Chancen für die
Landwirtschaft“**, Witzenhausen (D)
03. 12 2003 **DLG-Kolloquium mit Thema “Nährstoff- und Energiemanagement in der
Landwirtschaft”** in Bonn (D)
- 19.-21. 01 2004 **3. BIONIRS-Tagung (Bodenmessung mit NIRS)** in Ettelbrück
- 04.-05. 02 2004 **VLF-Seminar „Gesunde Milchkühe mit hoher Leistung erfolgreich managen!“**
in Bitburg (D)
04. 03.2004 **Hanse Agro-Seminar über Bodenbearbeitung**, La Rochette
29. 03. 2004 **EDF-Tagung** in Schwindratzheim (F)
- 03.-05. 06. 2004 **3. BIONIRS-Tagung (Bodenmessung mit NIRS)** in Baden/Wien
30. 06 - 02. 07 2004 **EDF-Kongress** in Carmarthen - Wales (UK)
-
02. - 04.09.2004 **Grünlandtagung der AGGF** in Ettelbrück
19. - 20.09.2004 **VDLUFA Tagung** in Rostock (D)
- 29.09.2004 **Zwischenfruchtseminar** in Roost-Bissen
- 17.11.2004 **Seminar Agrarfinanzierung in der Landwirtschaft** in Köln (D)
06. - 07.12.2004 **Seminar „Les vaches nous parlent d'alimentation“** in Arbois (F)
- 14.01.2005 **4. BIONIRS Tagung (Bodenmessung mit NIRS)** in Aalen (D)
- 02.02.2005 **Seminar Silierung von Feuchtgetreide** in Eschdorf
- 03.03.2005 **Seminar Weidemanagement** in Saint Hilaire (F)
17. - 19.03.2005 **5. BIONIRS Tagung (Bodenmessung mit NIRS)** in Ljubljana (Slowenien)
- 13.04.2005 **Tagung Trinkwasser und Landwirtschaft** in Diekirch
- 22.04.2005 **Grünlandtag LTA** in Ettelbrück
- 29.06.2005 **EDF Kongress** in Metz (F)
-

04.-05.07.2005	6. BIONIRS Tagung (Bodenmessung mit NIRS) in York (UK)
22.09.05	Fortbildung für Rinderfachberater in Langenhahn (D)
22.11.05-23.11.05	VLF Bundesseminar am DLR Westpfalz in Neumühle (D)
29.11.05	Traire un lait de Qualité: Une Attention de tous les jours in Henri-Chapelle (F)
19.12.05-20.12.05	Management und Fütterung von 11 000 Liter-Herden in Iden (D)
27.01.06	Vorstellung der Geodatenbank in Rédange/Attert
14.02.06	Grünlandtag 2006 LTA in Ettelbruck
10.03.06	Grünlandtag in Giessen (D)
12.04.06	Le Luxembourg et le Biogaz-valorisation de la production et appui scientifique in Luxemburg
12.05.06	Versammlung Futtermittelhygiene mit ASTA in Agrocenter in Mersch
31.05.06	Séminaire sur l'utilisation des techniques de télédétection dans le domaine agricole et agro-environnemental in Luxemburg
26.06.06-28.06.06	EDF Congress 2006 in Viborg (DK)
27.06.06	Pronsfelder Milchtag in Pronsfeld (D)

13.07.06	Arbeitstagung der Rinderfachberater in Neumühle (D)
20.-21.09.2006	VDLUFA Tagung in Freiburg (D)
18.10.06	Journée d'étude »Application et utilisation de la carte numérique des sols de Wallonie« in Arlon (B)
14-18.11.2006	Open Science Conference on the GHG Cycle in the Northern Hemisphere in Sissi-Lassithi/Crete (Griechenland)
Januar 2007-	Le Programme de Gestion durable de l'azote (PGDA) change in Lickert (B)
Januar 2007	Studienfahrt nach Herve (F)
14.02.07	Status Quo Biogas in Luxemburg-Zukunftsvisionen 2007 in Luxemburg
23.02.07	Seminar über Fleischrinder in Ettelbruck: Fütterung und Gesundheit der Mutterkuh und des Kalbes; Sächsische Forschungsergebnisse in Punkto Rindfleischqualität und extensive Mutterkuhhaltung in Ettelbruck

28.02.07	Céréales 2007 Journée du Livre Blanc in Gembloux (B)
06.03.07	Améliorer la performance énergétique de vos exploitations agricoles in Paris-Nord Villepinte (F)
13.03.07	Guide Sectoriel, Standard GIQF, Traçabilité : exigence légale et atout commercial? In Gembloux (B)
19.03.07	Kälber und Jungrinder für die Ausschöpfung ihres Leistungspotentials aufziehen in Ettelbruck
28.03.07-29.03.07	GI-Tage Nord in Hannover (D)
18.04.07-19.04.07	QM-Tagung in Neumühle (D)
19.04.07-20.04.07	Melkberater-Tagung in Bönen (D)
05.06.07	Landwirtschaft und Gewässerschutz- Nährstofftransport in landwirtschaftliche genutzten Einzugsgebieten in Belvaux
14.06.07-15.06.07	Von der Fach- zur Führungskraft in Luxembourg
19.06.07-20.06.07	Workshop ArcGis in Ettelbruck
22.06.07	Journée Elevage Bovin in Peuvillers (B)
29.06.07	EDF-Tagung in Bratislava (Slowakei)

04.07.07	DVE + Seminar in Bitburg (D)
19.-20.09.07	VDLUFA-Tagung in Göttingen (D)
09.10.07-11.10.07	EDF October Meeting in Frankfurt Hahn (D)
16.10.07-18.10.07	8. Jahrestagung der WGM (Wissenschaftliche Gesellschaft der Milcherzeugerberater) in Poing-Grub (D)
14.11.07	Milcherzeugerberater-Seminar in Lohmar (D)
20-22.11.2007	Final Conference of the ESF Programme “The Role of Soils in the Terrestrial Carbon Balance” in Pont à Mousson (F)
27.11.07	Beef Labelling in Europe in Köln (D)
29.11.07	e-Gouvernement in der Landwirtschaft in Schengen

ANHANG III: Betrieblicher Musterbericht



Ettelbruck, den

Sehr geehrte(r) Betriebsleiter(in),

Anbei übermitteln wir Ihnen das Resultat der

"Energie und Nährstoffbilanzen" für das Wirtschaftsjahr 2005

Wir hoffen Ihnen einige aufschlussreiche Erkenntnisse für Ihr Betriebsmanagement liefern zu können und stehen Ihnen gerne für weitere Fragen sowie für Beratungsgespräche zur Verfügung. (Tel: 26 81 20 44)

Mit freundlichen Grüßen
CONVIS - Herdbuch Service Elevage et Génétique



Zone Artisanale & Commerciale n°4
B.P. 313 · L-9004 Ettelbruck
Tél.: 26 81 20-0 · FAX: 26 81 20-12

Entwicklung der Stickstoffbilanz des Betriebes

	2005	Betrieb Ø 1999 - 2001	Betrieb Ø 2002 - 2004	Entwicklung Betrieb	alle Betriebe 1999 - 2004
N-Saldo kg/ha	64	93	81	-12	130
N-Soll-Saldo kg/ha	66	71	67	-4	101
Stickstoffeffizienz (%)	51%	37%	40%	3%	28%
Min. N-Zukauf (kg/ha)	94	114	96	-18	127
Input Gesamt-N (kg/ha)	131	148	135	-13	180
Output Gesamt-N (kg/ha)	67	54	55	1	50

Wir stellen in diesem Jahr fest, dass der Betrieb mit dem Stickstoff nachhaltig und Ressourcen schonend umgegangen ist. Das Ergebnis der N-Bilanz liegt nämlich unter der Soll-Marke von 66 kg/ha als maximaler tolerabler N-Saldo. Im Durchschnitt der letzten drei Jahre hat sich die N-Bilanz im Vergleich zu den drei Jahren davor auch verbessert.

Möglichkeiten, die N-Bilanz weiter zu verbessern liegen zur Zeit in der Erhöhung des Kleeanteils in Wiesen (Rotklee) und Weiden (Weißklee) sowie in der Substitution von Futtergetreide mit Körnerleguminosen, die bekanntlich keine mineralische N-Düngung benötigen. Dadurch könnte man noch etwas an Dünger sparen.



Zone Artisanale & Commerciale n°4
B.P. 313 · L-9004 Ettelbruck
Tél.: 26 81 20-0 · FAX: 26 81 20-12

Entwicklung der Phosphor- und Kaliumbilanz des Betriebes

	2005	Betrieb Ø 1999 - 2001	Betrieb Ø 2002 - 2004	Entwicklung Betrieb	alle 1999 - 2004
<i>P-Saldo kg/ha</i>	-3	5	10	5	14
<i>P-Saldo o. min. Düngung kg/ha</i>	-17	-10	-11	-1	0
<i>Phosphor-Verwertung (%)</i>	112%	83%	70%	-13%	62%
<i>P-Bodengehalt mg/100 g</i>	7	<i>VDLUFA Klasse C P-Soll-Saldo kg/ha</i>			
<i>VDLUFA-Klasse</i>	B				
<i>P-SOLL-Saldo kg/ha</i>	25				
	2005	Betrieb 1999 - 2001	Betrieb 2002 - 2004	Entwicklung Betrieb	alle 1999 - 2004
<i>K-Saldo (kg/ha)</i>	0	-1	16	17	21
<i>K-Saldo o. min. Düngung kg/ha</i>	-16	-17	-13	4	6
<i>Kalium-Verwertung (%)</i>	100%	105%	57%	3%	45%
<i>K-Bodengehalt mg/100 g</i>	16	<i>VDLUFA Klasse C K-Soll-Saldo kg/ha</i>			
<i>VDLUFA-Klasse</i>	C				
<i>K-SOLL-Saldo kg/ha</i>	20				

Die P-/K-Bilanzen entsprechen einem nachhaltigen Umgang mit der Düngung, da der Soll-Saldo eingehalten wird. Da der Bodengehalt sich in der optimalen Stufe C befindet, soll die K-Düngung im Betrieb auch in der Zukunft auf der selben Höhe wie in diesem Jahr bleiben: Dies sichert die Erträge und gewährt weiterhin eine optimale Bodenversorgung. Dagegen ist der Bodengehalt beim Phosphor zu niedrig, so dass auf diesem Gebiet eine erhöhte Düngung notwendig sein kann. Folgen sie diesbezüglich die Empfehlungen ihres Düngeberaters.



Zone Artisanale & Commerciale n°4
 B.P. 313 · L-9004 Ettelbruck
 Tél.: 26 81 20-0 · FAX: 26 81 20-12

Entwicklung der Energiebilanzen des Betriebes

	2005	Betrieb 1999 - 2001	Betrieb 2002 - 2004	Entwicklung Betrieb	alle 1999 - 2004
<i>Gesamt-Energiebilanz GJ/ha</i>	-16	-11	-6	5	24
<i>Gesamt-Energieeffizienz (%)</i>	145%	127%	116%	-11%	59%
<i>Anteil Futterzukauf-Energie am Input (%)</i>	53%	52%	55%	3%	58%
<i>Grundfutterleistung (kg je Kuh und Jahr)</i>	511	1.656	182	-1.474	2.654
	2005	Betrieb 1999 - 2001	Betrieb 2002 - 2004	Entwicklung Betrieb	alle 1999 - 2004
<i>Fossil-Energiebilanz GJ/ha</i>	-34	-29	-25	4	-5
<i>Fossil-Energieeffizienz (%)</i>	290%	244%	233%	-11%	117%
<i>Kohlendioxid-Bilanz auf Basis des Fossilenergie-Einsatzes (t CO₂/ha)</i>	-3,8	-3,4	-3,0	0,4	-0,2
<i>Futterflächenanteil (%)</i>	60%				
<i>GVE je ha</i>	0.73				
<i>Soll-FE-Saldo: kleiner oder gleich</i>	-25				

Die Energiebilanz des Betriebes übertrifft in diesem Jahr deutlich den Soll eines Mindestgewinns von 26 GJ/ha. Im Durchschnitt der letzten drei Jahre hat sich die Energiebilanz im Vergleich zu den drei Jahren davor nicht wesentlich verändert. Eine hohe Düngeneffizienz und Grundfutterleistung (diese ist in Ihrem Betrieb extrem niedrig) bilden auch für die Zukunft den Schlüssel zu einem guten Energiebilanzresultat.

Zum ersten Mal bekommen sie auch Ergebnisse über die Treibhausgasemissionen und die „carbon credits“. Die Basis dafür liefern sowohl die Energie- und Nährstoffbilanzen als auch der Düngplan des Betriebes. Bei ihnen stellen wir fest, dass die Gesamtemissionen (Treibhausgasäquivalente) um 37% niedriger liegen als im Durchschnitt alle Betriebe. dagegen erzeugt der Betrieb keine Kredite auf dem Bereich (Einsparungen an CO₂). Dementsprechend ist kein Verhältnis zwischen Emissionen und Kredite ausgewiesen. Der wichtigste "Klimakiller" in ihrem Betrieb ist das Lachgas, das 47% des Treibhausgaspotentials ausmacht. Das ist ein weiterer Hinweis dafür, dass die Stickstoffwirtschaft in ihrem Betrieb weiter im Auge beibehalten werden muss. Ein effizienterer Umgang mit dem Stickstoff reduziert nämlich auch die Emissionen an Lachgas und verbessert somit die betriebliche CO₂-



Zone Artisanale & Commerciale n°4
B.P. 313 · L-9004 Ettelbruck
Tél.: 26 81 20-0 · FAX: 26 81 20-12

Futterbilanz / Futterautarkie

Die Zahlen der Futterautarkie sind in ihrem Betrieb eher unterdurchschnittlich. Das gleiche gilt für die Eigenerzeugung, die zu niedrig ist. Dies bedeutet, dass die Futterflächen nicht effizient genug bewirtschaftet werden. Insbesondere das Rohprotein wird in hohen Mengen importiert, so dass keine optimale Verwertung des eigenen Eiweißes (Grünland) stattfindet. Diese Zahlen decken sich mit der niedrigen Grundfutterleistung: Frühes Schneiden, saubere Futtervorlage, Verdrängung von Kraftfutter zugunsten von Raufutter, Ausdehnung der Weidezeit in Sommer: Das einige bewährte Tipps zur Steigerung der Grundfutterleistung.



Kennzahlen 2005 des Betriebes

 Zone Artisanale & Commerciale n°4
 B.P. 313 - L-9004 Ettelbruck
 Tél.: 26 81 20-0 - FAX: 26 81 20-12

Landwirtschaftliche Nutzfläche	Betrieb	Alle2002-2004	Biodiversität auf Ackerflächen		Ziel
	164,1	116	Getreideintensität	57%	-
Futterfläche	98,9	94	Maisintensität	8%	-
Dauergrünland	78,5	59	Kulturartendiversität	0,8	> 0,5
Ackerfläche	85,5	57	Shannon-Index	1,63	> 1,25

Viehbestand	Anzahl	Ø Alle Betr.		GVE total		Ø Alle Betr.		GVE / ha		Ø Alle Betr.	
	122	284		119		198		0,73		1,77	
	Anzahl	Betriebe		GVE	GVE/ha	KF je GVE	Ø Alle Betr.	Leistung	Zukauffutter	Leistung	
		Ø	Anzahl				2002 - 2004	daraus	<80%TS	daraus	
Milchkühe	78	50	163	94	0,57	20,3	20,1	4.069	6,0	1.397	
Mastb./-rinder	0	36	160	0	0,00	0,0	15,5				
Mutterkühe	0	41	140	0	0,00	0,0	5,0				
Jungvieh	44	101	191	25	0,16	(0)	3,2				
Zuchtsauen	0	82	15	0	0,00	0,0	17,0				
Mastschweine	0	507	15	0	0,00	0,0	7,2				
Babyferkel	0	175	7	0	0,00	(0)	-				
Schafe	0	93	2	0	0,00	0,0	-				
Pferde	0	16	4	0	0,00	0,0	-				
Geflügel	0	423	2	0	0,00	0,0	-				

	Betrieb	Ø Alle Betr.	Anzahl
		2002-2004	Betriebe
Dieserverbrauch	107	135	-
ausserlandw.org.Düngerimport (dt)	0	1.165	12
gesamter org.Düngerimport (dt)	0	1.644	23
gesamter org.Düngerexport (dt)	0	1.130	15
Krafftutter (dt)	950	1.434	-
Krafftutter (dt/GVE)	7,97	7,22	-
Recyclingfutter>80%TS (dt)	2.183	1.203	80
Recyclingfutter<80%TS (dt)	494	657	186

	kg gesamt	Ø Alle Betr.	kg/Kuh	Ø Alle Betr.	Grundfutterleistung	Ø Alle Betr.	Krafftutter kg/kg Milch	Ø Alle Betr.
Milchverkauf	466.908	360.739	5.978	7.218	511	2.699	0,457	0,309
MLP		408.908		8.015		3.145	0,000	0,296

Die Werte für "Ø Alle Betriebe" beziehen sich auf die Jahre 2002 - 2004

Ökonomische Kennzahlen des Betriebes

Zone Artisanale & Commerciale n°4
B.P. 313 · L-9004 Ettelbruck
Tél.: 26 81 20-0 · FAX: 26 81 20-12

	Betrieb Alle2002-2004 EUR je ha		Betrieb Alle2002-2004 EUR je GVE		Betrieb Alle2002-2004 EUR je FAK		Betrieb Alle2002 - 2004 EUR je Betrieb	
<i>Gesamtkosten</i>	1.499	1.989	2.065	1.208	246.101	119.612	246.101	230.730
<i>Gesamteinnahmen</i>	1.883	2.682	2.593	1.629	309.010	161.285	309.010	311.802
<i>Gewinn (ohne private Anlagen)</i>	384	693	528	421	62.909	41.673	62.909	81.072
Ausgaben								
<i>Spezialkosten</i>	567	849	781	516			38%	43%
<i>Allgemeine Kosten</i>	437	538	601	327			29%	27%
<i>Abschreibungen</i>	274	406	377	247			18%	20%
<i>Pacht</i>	220	125	304	76			15%	6%
<i>Zinsen</i>	0	71	0	43			0%	4%
<i>Kosten Dünger</i>	71	83	98	50			5%	4%
<i>Kosten Futter</i>	167	278	230	169			11%	14%
<i>Kosten Energiestoffe</i>	75	92	104	56			5%	5%
<i>Kosten Pfl.schutz</i>	75	45	104	27				
Einnahmen								
<i>Einn. Fleisch</i>	91	683	126	415			5%	25%
<i>Einn. Milch</i>	955	1.002	1.316	609			51%	37%
<i>Einn. Marktfrucht</i>	281	152	387	92			15%	6%
<i>Einn. Subsid</i>	508	759	699	461			27%	28%
<i>Einn. Pferde</i>	0	0	0	0			0%	0%
<i>Einn. Lohnarbeit</i>	40	80	55	49			2%	3%
<i>Einn. elektr. Strom</i>	0	5	0	3			0%	0%

Abkürzungen:

- 1) FAK: Familienarbeitskräfte
- 2) Energiestoffe: Treibstoffe, Öle, Schmierstoffe, Strom
- 3) FJPZ: Forst, Jagd, Pacht, Zinsen
- 4) Spezialkosten: Saatgut, Dünger, Pflanzenschutz, sonstige Kosten Bodenproduktion, Viehzukauf, Futtermittel, sonstige Kosten Vieh
- 5) Allgemeine Kosten: Personal, Lohnarbeit, Treibstoffe, Maschinen-, PKW-, Gebäudekosten (jeweils ohne Abschreibungen), Versicherungen, Steuern, Strom/Wasser, sonstige allgemeine Kosten



Auswertung zu Treibhausgasemissionen und zu "Carbon Credits"

Betr. Nr.

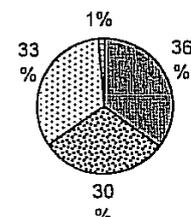
Jahr 2005

Betr. Name

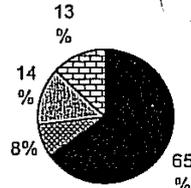
Ort

Treibhausgas-Emissionen in kg/ha	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ -Äq. Betrieb	in % v. allen (1)	CO ₂ -Äq. alle Betr.
Modul 1: Produktion und Transport von Betriebsmitteln. Davon:	1024.4	3.9	1.3	1'523.1	30.1	2'663.2
Düngemittel (Import)	249.6	0.0	0.9	532.7	10.5	691.8
Futtermittel (Import)	264.1	3.5	0.4	460.4	9.1	1'105.3
Diesel, Strom, MBR (Import)	490.5	0.4	0.0	509.1	10.1	796.4
Sonstige Betriebsmittel (Import)	20.1	0.0	0.0	21.0	0.4	69.7
Modul 2: Tierproduktion/Organische Dünger. Davon:	-	66.9	2.0	2'025.3	40.0	3'681.1
Pansenfermentation, Stallemissionen	-	59.6	0.2	1'318.3	26.1	2'410.2
Lagerung von Gülle und Mist	-	7.3	0.0	162.9	3.2	294.0
Ausbringung organischer Dünger	-	0.0	0.9	277.5	5.5	405.9
Beweidung	-	0.0	0.9	266.6	5.3	571.0
Modul 3: Pflanzenproduktion/Boden. Davon:	189.2	-	4.3	1'509.3	29.8	1'578.9
Bodenbürtige Emissionen	-	-	2.3	720.3	14.2	733.8
Mineralische N-Düngung	-	-	1.9	575.0	11.4	736.6
Grünlandumbruch	0.0	-	0.0	0.0	0.0	0.0
N-Fixierung, Erntereste, Humuszehrung	189.2	-	0.1	214.0	4.2	108.5
Treibhausgas-Emissionen gesamt (1)	1'213.6	70.8	7.6	5'057.7	100	7'923.2
Treibhausgas-Äquivalente gesamt (2)	1'213.6	1'486.6	2'357.5			

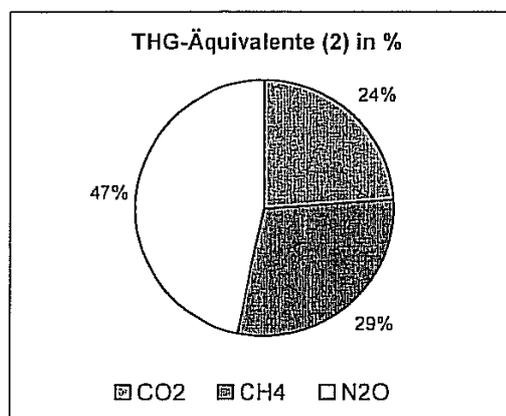
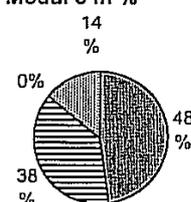
Emissionen v. Modul 1 in %



Emissionen v. Modul 2 in %



Emissionen v. Modul 3 in %



Carbon credits in kg CO ₂ /ha	Betrieb	Alle Betriebe
Biodiesel (no-food Raps)	0.0	12.5
Biogas-Strom und -Wärme	0.0	179.7
Dauerhafte Grünlandansaat	0.0	51.9
Positive Humusbilanz	0.0	269.8
Mulchsaat*	-	241.9
Summe Credits (3)	0.0	755.7
Netto-Emissionen (1) - (3)	5'057.7	7'167.5
Verhältnis Emissionen : Credits(=1)	-	10.5

(!): Erläuterungen zur CO₂-Bilanz befinden sich auf der Rückseite

CONVIS s.c. - Zone Artisanale et Commerciale n°4 - B.P. 313 - L-9004 Ettelbruck
Tél.: 268120-0 - FAX: 268120-12

Auswertung zur Futterautarkie

<i>Berechnungs-SCHEMA der FUTTERAUTARKIE</i>				
BEDARF (VIEH)	—	FUTTERZUKAUF	=	EIGENERZEUGUNG
(TS, VEM, XP)		(TS, VEM, XP)		(TS, VEM, XP)
<i>AUTARKIEGRAD: Eigenerzeugung als % des Bedarfs (Vieh)</i>				

	2005	Betrieb Ø 2002 - 2004	Betrieb Ø 1999 - 2001	alle Ø 1999 - 2004
TS-Zukauf	14	16	14	18
TS-Bedarf (Aufnahme)	71	72	78	91
Eigenerzeugung TS (*)	56	56	64	72
Autarkiegrad TS	80%	78%	82%	80%
Energiezukauf	1.427	1.547	1.471	1.647
Energiebedarf	4.449	4.412	4.737	6.631
Eigenerzeugung Energie (**)	3.022	2.864	3.266	4.984
Autarkiegrad Energie	68%	65%	69%	75%
Rohproteinzukauf	346	392	327	365
Rohproteinbedarf	574	561	594	801
Eigenerzeugung Rohpr. (***)	228	169	267	436
Autarkiegrad Rohprotein	40%	30%	45%	54%

Anmerkung: In der Tabelle wird die Trockensubstanz (TS) in dt/ha, die Energie in kVEM/ha und das Rohprotein (XP) in kg/ha ausgedrückt

Durchschnittliche Erträge auf der FF um sich einzuordnen:

Ertrag (Eigenerzeugung)	dt TS (*)	kVEM (**)	kg XP (***)
1 ha Futterweizen	60	7.200	840
1 ha Silomais	130	13.000	1.100
1 ha Grünlandwiese	70	6.300	1.000

Liste Input Produktionsmittel 2005

Code	Text	Menge (dt)	Energie (GJ)	Stickstoff (kg)	Phosphor (kg)	Kalium (kg)
301002	KAS 27%	480	591	12.971	0	0
306001	AmmonSulfatSalpeter (ASS)	89	105	2.309	0	0
322002	NP 18/46	12	21	216	552	0
323014	PK 20/30	85	46	0	1.692	2.538
341072	Herbizide	217	69	0	0	0
342002	Glyphos (Round up)	40	11	0	0	0
343022	Fungizide	73	16	0	0	0
344000	Wachstumsregler	40	10	0	0	0
346008	Insektizide	8	3	0	0	0
347001	Schneckenkorn	110	11	0	0	0
356000	Rübenschntzel (trocken)	37	62	54	4	30
366002	Biertreber frisch (26%TS)	2.183	1.181	2.183	764	65
371105	R-Kraftfutter 18 % Inland Pre	688	1.441	1.982	757	826
371153	R-Kraftfutter 35 % Inland Pre	224	469	1.254	246	314
385304	Mineralien 4 %	25	10	0	228	0
402000	Diesel (l)	16.000	712	0	0	0
404000	Schmierstoffe (l)	200	11	0	0	0
429001	Fein-Sämereien (Saatgut)	1	3	0	0	0
429002	Getreide (Saatgut)	97	233	184	78	58
429005	Mais(Saatgut)	2	3	3	2	1
432001	Medikamente EURO	1.668	13	0	0	0
439000	Silofolie (kg)	207	19	0	0	0
440002	Häckseln ha (nur Diesel)	7	11	0	0	0
440002	Häckseln ha (nur Diesel)	60	104	0	0	0
440005	Mais setzen ha (nur Diesel)	7	1	0	0	0
440010	Schwaden ha (nur Diesel)	60	8	0	0	0
440018	Mahlen und Mischen	75	0	0	0	0
440390	Pressen (Rundballen Heu ode	10	2	0	0	0
555000	Strom (kWh)	34.271	377	0	0	0

Seite 1 von 2

Code	Text	Menge (dt)	Energie (GJ)	Stickstoff (kg)	Phosphor (kg)	Kalium (kg)
557000	Wasser (m3)	3.109	4	0	0	0
810005	Färse (LG)	125	168	313	175	30

Liste Output

2005

Code	Text	Menge (dt)	Energie (GJ)	Stickstoff (kg)	Phosphor (kg)	Kalium (kg)
601000	Weizen (13% RP)	1.707	2.732	3.551	1.366	1.024
604000	Gerste(Winter)	394	631	671	316	237
681000	Raps	1.092	2.589	3.495	1.966	1.092
698004	Stroh Triticale/Weizen	525	809	268	95	630
810001	Kalb (LG)	9	6	23	13	2
810005	Färse (LG)	15	20	38	21	4
810006	Milchkühe (LG)	132	199	330	185	32
810015	v-Kalb (LG)	5	3	13	7	1
810017	v-Rinder (LG)	31	46	76	43	7
831011	Milch (4.25/3.30)	4.669	1.505	2.465	1.027	840
958004	Mähdreschen ha (nur Diesel)	130	59	0	0	0

ANHANG IV: Muster zur Stallbilanz schweinehaltender Betriebe



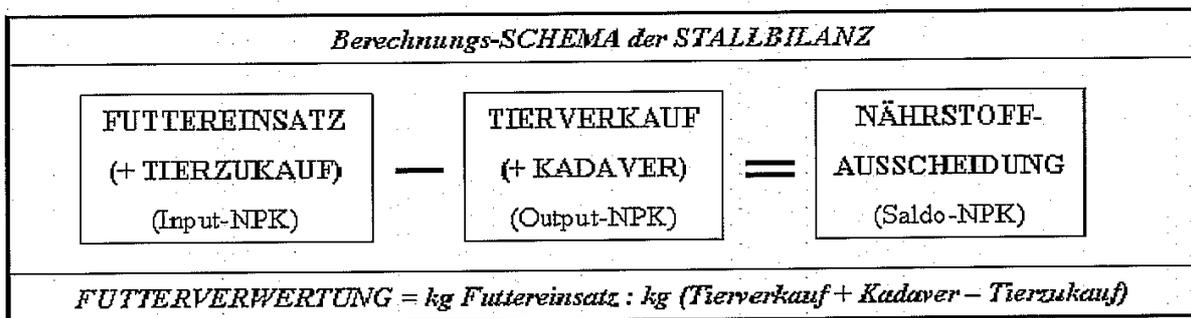
Auswertung zur Stallbilanz schweinehaltender Betriebe

Betr. Nr.

Jahr

Betr. Name

Ort



Bilanzposten	Einheit	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Stall-Input	kg	59604	24758	22688
Stall-Output	kg	17841	8235	1646
Saldo = Nährstoffe in der Ausscheidung	kg	41764	16524	21042
N-Verluste im Stall und bei der Lagerung (30% der N-Ausscheidung)	kg	12529	-	-
Saldo netto Verluste = Nährstoffe bei der Ausbringung der Gülle	kg	29235	16524	21042
Gülle-Analyse des Betriebes	kg / m ³	6.0	4.0	3.0
Gülle-Menge im Betrieb	m ³	4872	4131	7014

Futterverwertung des Betriebes				
Futtereinsatz (1)		Netto-Zunahme der Tiere (2)		Futterverwertung (1) : (2)
22262.6 kg		6648 kg		3.3 kg Futter / kg Fleisch

2. Formular Landschaftspflegeprämie Organische Düngung 2006/2007 des Betriebes 999000, MUSTERMANN ERIC, MUSTERDORF

Tel.: 0 Fax: 0

FLA. N°	Parzellen-Name	Kultur 2007	Größe/ha	Mist geplant t/ha	Gülle geplant m ³ /ha	Sero geplant t/m ³ /ha	erfolgte organische Düngung		
							1. Gabe + Art + Menge + Datum	2. Gabe + Art + Menge + Datum	3. Gabe + Art + Menge + Datum
1	Heide	Bröt.VWV	4,40	0	20	0			
7	Heide	Bröt.VWV	0,59	0	20	0			
23	Am Ilchert	ExtWiese	0,36	0	0	0			
24	Wenwelslach	ExtWiese	0,62	0	0	0			
28	Wenwelslach	ExtWiese	0,39	0	0	0			
1	Heide	Feldfutter	2,20	0	30	0			
12	Zolverfeld	Feldfutter	4,41	0	20	0			
28	Seelersteck	Feldfutter	0,80	0	30	0			
8	Pohlenheck kurz	Furt.VWV	1,67	0	20	0			
9	Pohlenheck lang	Furt.VWV	1,85	0	20	0			
13	Vor dem Haus	Mähweide	1,96	0	20	0			
14	Im Berg	Mähweide	2,50	0	20	0			
16	Hagenerbusch	Mähweide	6,58	0	20	0			
17	Faarewiese	Mähweide	1,41	0	20	0			
18	Im Eck	Mähweide	3,38	0	30	0			
19	Kunnert	Mähweide	0,92	0	30	0			
20	Grosse Wiese	Mähweide	10,22	0	30	0			

F.I.A. N°	Parzellen-Name	Kultur:2007	Größe/ha	Mist geplant t/ha	Gülle geplant m ³ /ha	SeRo geplant l/m ³ /ha	erfolgte organische Düngung		
							1. Gabe + Art + Menge + Datum	2. Gabe + Art + Menge + Datum	3. Gabe + Art + Menge + Datum
25	Geesweiler	Mähweide	2,50	0	20	0			
2	Klem	Mais(Sio)	1,66	0	30	0			
3	Laach Klein	Mais(Sio)	0,23	0	30	0			
4	Laach	Mais(Sio)	2,05	30	0	0			
5	Laach gross	Mais(Sio)	1,81	0	30	0			
15	Hinterm Haus	Weide	4,32	0	0	0			
22	Schumacher	Weide	1,30	0	0	0			
26	Geesweiler	Weide	4,98	0	0	0			
10	Landscheiter Weiher	Wiese	0,60	0	30	0			
11	Dreieck Kunnert	Wiese	0,39	0	30	0			
21	Garthäuschen	Wiese	0,26	0	30	0			
27	Peighes	Wiese	1,64	0	30	0			
			Summen:	62	1.281	0			

N - D Ü N G E R A R T E N

3. Min. N-Düngung 2006/2007 des Betriebes 999000, MUSTERMANN ERIC, MUSTERDORF

FLA. N°	Parzellen-Name	Kultur 2007	Ertrag dt	Größe ha	Organischer N (kg/ha) aus Boden + Dünger	Mineralischer Gesamt-N kg/ha	Anzurechn. N aus Dünger u. Boden kg/ha	Pflanzen bedarf kg/ha	N - D Ü N G E R A R T E N			
									März KAS27% dt/ha	Mai KAS27% dt/ha	JUN KAS27% dt/ha	ha
1	Heide	Broi-WW	70	4,40	69	189	206	205	2,0	3,0	2,0	
7	Heide	Broi-WW	70	0,59	69	189	206	205	2,0	3,0	2,0	
28	Wenwelslach	ExtWiese	50	0,39	0	0	0	145				
23	Am Ilchert	ExtWiese	50	0,36	0	0	0	145				
24	Wenwelslach	ExtWiese	50	0,62	0	0	0	145				
1	Heide	Feldfrüher	80	2,20	104	54	106	246	1,0		1,0	
28	Seelersteck	Feldfrüher	70	0,80	104	54	106	219	1,0		1,0	
12	Zolverfeld	Feldfrüher	70	4,41	69	27	62	219			1,0	
9	Pohlenheck lang	Feld-WW	70	1,85	69	162	179	177	3,0	3,0		
8	Pohlenheck kurz	Feld-WW	70	1,67	69	162	179	177	3,0	3,0		
28	Geeseweler	Mähweide	70	2,50	69	27	62	145			1,0	
13	Vor dem Haus	Mähweide	70	1,96	69	27	62	145			1,0	
17	Faarewiese	Mähweide	70	1,41	69	27	62	145			1,0	
18	Im Eck	Mähweide	70	3,38	104	54	106	145	1,0			
18	Hagenbusch	Mähweide	70	6,58	69	27	62	145			1,0	
20	Grosse Wiese	Mähweide	70	10,22	104	54	106	145	1,0			
19	Kunnert	Mähweide	70	0,92	104	54	106	145	1,0			
14	Im Berg	Mähweide	70	2,50	69	27	62	145			1,0	
8	Laach gross	Mais (Silo)	450	1,81	104	27	79	180				
9	Laach klein	Mais (Silo)	450	0,23	104	27	79	180				
2	Klem	Mais (Silo)	450	1,66	104	18	70	180				

Tel: 0 Fax: 0

3. Min. N-Düngung 2006/2007 des Betriebes 999000, MUSTERMANN ERIC, MUSTERDORF

Fl. Parzellen-N°	Parzellen-Name	Kultur 2007	Ertrag dt	Größe ha	Organischer N (kg/ha) aus Boden + Dünger			Mineralischer Gesamt-N kg/ha	Anzurechn. N aus Dünger u. Boden kg/ha		Pflanzen bedarf kg/ha	N - D Ü N G E R A R T E N						
					4,726	3,583	5,738		6,853	10,367		Miz KAS27% dt/ha	Mal KAS27% dt/ha	Jun KAS27% dt/ha	ha	ha	ha	ha
4	Laach	Mais(Silo)	450	2,05	150	36	81	102	180									
15	Hinterm Haus	Weide	70	4,32	0	27	27	27	93		1,0							
22	Schumacher	Weide	70	1,30	0	27	27	27	93		1,0							
26	Geeseweiler	Weide	70	4,98	0	27	27	27	93		1,0							
21	Garthäuschen	Wiese	70	0,26	104	54	106	130	191	1,0								
10	Landscheiter Weiher	Wiese	70	0,60	104	54	106	154	191	1,0								
27	Peighes	Wiese	70	1,64	104	54	106	130	191	1,0								
11	Dreieck Kunnert	Wiese	70	0,39	104	54	106	130	191	1,0								
Summen:					4,726	3,583	5,738	6,853	10,367	41	26	60						

Betriebsfläche: 66,00 ha

7. HUMUS-Bilanz 2006/2007 des Betriebes 999000, MUSTERMANN ERIC, MUSTERDORF

Tel: 0

Fax: 0

Fl.A. N°	Parzellen-Name	Kultur 2007	Ertrag dt	Größe ha	Hauptfrucht		Zwischenfrucht; Erntereste	Organischer Dünger	Humusbilanz
					Humuszehrung	Humusmehrung			
1	Heide	Brot-WW	70	4,4	-0,7	0,0	0,0	0,4	-0,3
7	Heide	Brot-WW	70	0,6	-0,7	0,0	0,0	0,4	-0,3
1	Heide	Feldfutter	80	2,2	0,0	1,1	0,0	0,6	1,6
12	Zolverfeld	Feldfutter	70	4,4	0,0	1,1	0,0	0,4	1,4
29	Seelersteeck	Feldfutter	70	0,8	0,0	1,1	0,0	0,6	1,6
8	Pohlenheck kurz	Futt-WW	70	1,7	-0,7	0,0	0,0	0,4	-0,3
9	Pohlenheck lang	Futt-WW	70	1,9	-0,7	0,0	0,0	0,4	-0,3
2	Kiem	Mais(Silo)	450	1,7	-1,4	0,0	0,0	0,6	-0,8
3	Laach klein	Mais(Silo)	450	0,2	-1,4	0,0	0,0	0,6	-0,8
4	Laach	Mais(Silo)	450	2,1	-1,4	0,0	0,0	2,1	0,8
5	Laach gross	Mais(Silo)	450	1,8	-1,4	0,0	0,0	0,6	-0,8
Ackerfläche in ha:			21,7		-0,63	0,36	0,00	0,62	0,34
HUMUSEINHEITEN je ha Ackerfläche									
HUMUS-Bilanz für die Ackerfläche (Versorgungsgrad):									154%

Die Humusversorgung beeinflusst in entscheidendem Maße die Bodenfruchtbarkeit. Die Bodenstruktur, die Nährstoffdynamik und die biologische Aktivität des Bodens hängen im Wesentlichen von der Präsenz organischer Substanz im Boden ab. So versteht sich die Rückführung organischer Substanz zum Boden als eine Art „Abschreibungsquote“, die dazu dient, das „Kapital“ der Bodenfruchtbarkeit aufrecht zu erhalten. Ein verfügbares Instrument zur Beurteilung der Humusversorgung von Ackerböden (auf Dauergrünland gilt eine ausreichende Humusversorgung als gegeben) ist die Humusbilanz. In der Humusbilanz nach Leithold und Hülsbergen (1997) finden folgende Bilanzgrößen Berücksichtigung:

- Humuszehrung durch Kulturen wie Getreidearten, Raps, Kartoffeln, Silomais und sonstige Hackfrüchte. Diese Kulturen verbrauchen mehr Humus als sie mit ihren Ernte- und Wurzelrückständen im Boden hinterlassen.
- Humusmehrung durch Feldfutter (Acker- und Klee gras, Luzerne, Ackerbohnen und Erbsen) und Zwischenfrüchte. Diese Kulturen hinterlassen durch ihre Ernte- und Wurzelrückstände mehr organische Substanz im Boden, als sie verbrauchen.
- Humusmehrung durch organische Dünger. Darunter fallen nicht nur Gülle und Mist, sondern auch Klärschlamm, Bioabfallkompost sowie Erntereste wie Getreidestroh und Gründüngung.

Zur Beurteilung der Wirkung von Kulturen und Düngern dient die Humuseinheit als Bezugsgröße: Eine Humuseinheit (HE) stellt eine Tonne Humus mit 580 kg Kohlenstoff und 50 kg Stickstoff dar. Die Humusbilanz rechnet sich aus der Differenz zwischen gelieferten und gezehrten Humuseinheiten.

Die Humusbilanz kann auch als Versorgungsgrad (Prozentverhältnis zwischen gelieferten und gezehrten Humuseinheiten) ausgedrückt werden. Ein Versorgungsgrad von 100% drückt eine ausgeglichene Humusbilanz aus, ein Wert über 100% weist auf eine Akkumulation und ein Wert unter 100% auf einen Humusabbau hin.

Als Zielwert für die Humusbilanz gilt ein Versorgungsgrad von 100%±10% (Ausgeglichenheit). Versorgungsgrade von mehr als 110% sind nur dann zu dulden, wenn gleichzeitig kein Stickstoffüberschuss vorhanden ist. Versorgungsgrade unter 90% sind abzulehnen.

10. geplanter Anfall und Einsatz von Dünger

999000 MUSTERMANN ERIC MUSTERDORF

geschätzter Anfall organ. Dünger	Dung- Standard Einheit Gewicht	% Anteil Tiere auf Gülle Mist Jauche	Anzahl Tiere auf Gülle Mist+Jauche	Monate im Stall	Anfall aus DE und ASTA-Durchschnittsgehalten	Gülle	Mist	Jauche
weibl. Rinder 1W - 1J. (LG)	0,35 200	50	13	12		98	78	0
weibl. Rinder 1-2 Jahre (LG)	0,50 400	100	17	6		95	0	0
Schlacht- u. Mastkühe (LG)	0,80 600	100	1	9		13	0	0
Milchkühe >6500 (LG)	1,20 600	100	48	9		966	0	0
Rinder (LG)	0,80 500	100	14	6		125	0	0
männl. Rinder 1W - 1J. (LG)	0,35 200	0	0	2		0	13	0
Summen	88					1.298	91	0

Verplante Düngermengen **2006/2007** **Inhaltsstoffe** **verplant:**

Düngername	Düngerart	Datum	TS	N	P205	K2O	MgO	CaO	S	N	P205	K2O	MgO	CaO ¹⁾	S	Menge				
PK20/30	Mineralisch		100,0	0,00	20,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0	883	1.325	0	0	0	44 dt				
KALKAMMONSALPETER 27%	Mineralisch		27,00	0,00	0,00	-14,00	0,00	0,00	0,00	3.424	0	0	507	-1.776	0	127 dt				
DAP 18/46	Mineralisch		18,00	46,00	0,00	0,00	-38,00	0,00	0,00	159	406	0	0	-335	0	9 dt				
RINDERMIST	Stallmist		25,0	5,00	2,50	6,50	1,00	3,50	1,00	308	154	400	62	215	62	62 t				
MI-GÜLLE	Rindergülle	15.02.2005	9,0	3,45	1,65	5,65	1,15	1,80	0,45	4.418	2.113	7.236	1.473	2.305	576	1.281 m3				
Summe:															8.309	3.556	8.961	2.042	410	638

J): negative CaO-Werte geben die Kalk-ZEHRUNG durch die Düngemittel an
 Güllerekapazität 0 Annahme t/m3 0 Abgabe t/m3 0 Kontraktmenge 0
 in m3 0 Monate

Bemerkung zum Düngeplan:

DANKSAGUNG

Die Autoren bedanken sich hiermit herzlich bei ihren Arbeitskollegen JÜRGEN ALBERS, DOROTHEE KLÖCKER, TOM DÜSSELDORF, JEFF HANS und JEAN STOLL für die gänzliche bzw. partielle Durchsicht des Manuskriptes sowie für ihre wertvolle Kritik.

Ferner möchten sie ihre besondere Dankbarkeit an ULRIKE MÜLLER, MIREILLE SCHON, CAROLE WEYDERT und PATRICE GREMLING für die Geduld und Professionalität, die sie bei der Verarbeitung des Textes eindrucksvoll bewiesen haben, zum Ausdruck bringen.