

BÖL

Bundesprogramm
Ökologischer
Landbau

Ökobilanz und Wirtschaftlichkeit ökologisch wirtschaftender Milchviehbetriebe mit unterschiedlicher Fütterungsintensität und Produktionsstruktur

Life cycle assessment and profitability of organic dairy farms with different feeding intensity and production structure

FKZ: 03OE414

Projektnehmer:

Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn
Institut für Organischen Landbau
Katzenburgweg 3, 53115 Bonn
Tel.: +49 228 73-5616
Fax: +49 228 73-5617
E-Mail: iol@uni-bonn.de
Internet: <http://www.iol.uni-bonn.de>

Autoren:

Deittert, Christine; Müller-Lindenlauf, Maria; Athmann, Miriam; Köpke, Ulrich

Gefördert vom Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz
im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau (BÖL)

Ökobilanz und Wirtschaftlichkeit ökologisch wirtschaftender Milchviehbetriebe mit unterschiedlicher Fütterungsintensität und Produktionsstruktur

Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben
FKZ 03 OE 414

der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE)

29.2.2008

Christine Deittert, Maria Müller-Lindenlauf, Miriam Athmann,
Ulrich Köpke

Institut für Organischen Landbau
Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn
Katzenburgweg 3, D-53115 Bonn
www.iol.uni-bonn.de, Email: iol@uni-bonn.de



Kurzfassung

Ziel des Projekts war die Analyse von Umweltwirkungen und Wirtschaftlichkeit unterschiedlicher Typen von ökologisch wirtschaftenden Milchviehbetrieben in Deutschland. Im Vordergrund standen dabei die Auswirkungen unterschiedlicher **Fütterungsintensität**.

Es wurden sechs **modellhafte Betriebstypen** formuliert, um die Bandbreite der Produktionssysteme innerhalb der ökologisch wirtschaftenden Milchviehbetriebe in Deutschland abzubilden. Die Modelle basieren auf einer Praxiserhebung von 39 Betrieben über 5 Wirtschaftsjahre und wurden aus Klassen von Betrieben auf vergleichbaren Standorten und mit ähnlicher Fütterungsintensität abgeleitet.

Intensive Fütterung wirkt sich in der Umweltwirkungskategorie Treibhauseffekt positiv aus, auf Ackerbaustandorten auch im Bereich Energieverbrauch. Risiken bestehen bezüglich der regionalen und lokalen Umweltwirkungskategorien. Auf **Ackerbaustandorten** ist intensive Fütterung in ökologisch vertretbarer Weise möglich, wenn das erhebliche Stickstoff-Emissionsrisiko minimiert werden kann. Auf **Grünlandstandorten** ist extensivere Produktion aus ökologischer Sicht vorzuziehen. Maßgeblich ist der Kraftfutterimport je Flächeneinheit, der etwa 11 dt TM/ha nicht überschreiten sollte. Intensiv fütternde Betriebe sind zugleich größer und produzieren zu geringeren Stückkosten, könnten aber durch Erhöhung des Weideanteils in der Ration sowie eine Verbesserung der Kraftfüttereffizienz ökologisches wie ökonomisches Potential aktivieren.

Extensiv fütternde Betriebe haben ihre ökologischen Stärken vor allem im biotischen Bereich. In der Umweltwirkungskategorie Treibhauseffekt sind sie, insbesondere wenn energieintensive Verfahren zur Grundfuttertrocknung eingesetzt werden, jedoch kritisch zu bewerten. Die Stückkosten der Milchproduktion sind bei diesen Betriebstypen, vor allem bei kleineren, vielfältig strukturierten Betrieben auf Ackerbaustandorten, sehr hoch. Derartige Betriebe sind nur dann langfristig existenzfähig, wenn die Mehrkosten durch entsprechende Vermarktungsmöglichkeiten wie z.B. Direktvermarktung oder Zuschläge für Silagefreie Fütterung bestehen, oder durch Umverteilung öffentlicher Direktzahlungen kompensiert werden können. Optimierungspotential bei diesen Betriebstypen besteht in der Kontrolle der Grundfutterqualität und in der Arbeitswirtschaft.

Schlagwörter: Milch, Kraftfutter, Betriebszweigergebnis, Umweltwirkung, Szenarien

Abstract

Life cycle assessment and profitability of organic dairy farms with different feeding intensity and production structure

The aim of this study was the economic und ecological analysis of different types of organic dairy farms where **feeding intensity** was the main feature in distinguishing farm types. **Model farms** were derived from a survey of 39 farms in order to represent the range of German organic dairy production systems.

Intensive feeding shows to have positive environmental effects as to global warming potential and, if used in farms situated on arable land, to energy consumption as well. It does however incorporate serious risks as to LCA-categories with regional or local impact. On **arable land** intensive milk production can be realized without severe ecological damage only on condition that the management of nutrient cycling is excellent. On **grassland** farms from an ecological point of view more extensive production is favourable. The relevant measure of intensity is the amount of concentrates imported per area. We found a limit of 1.1 t DM per ha above which nutrient imbalances are no longer avoidable. For intensive systems optimization of LCA-results as well as of economic returns might be obtain through enhanced use of pasture.

Extensive feeding systems are ecologically advantageous as to biotic LCA-categories. In view of the global LCA-categories results for these farm types are critical especially where the energy consumption for fodder conservation is high (hot air drying of hay or pellets). Production costs for extensive farm types often are very high, especially for small mixed-farms situated on arable land. These types of farms can persist economically only if marketing option permit higher milk prices (direct marketing, cheese production). Optimization potential for extensive farms can be found mainly in reducing labour cost and in controlling the quality of feedstuff.

Key words: milk, concentrates, scenarios, LCA, economic return

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung	2
Abstract	3
Inhaltsverzeichnis	4
Abbildungsverzeichnis	7
Tabellenverzeichnis	10
Abkürzungsverzeichnis	12
1 Einleitung	15
2 Material und Methoden	18
2.1 Datenerhebung und Konsistenzprüfung	18
2.2 Modellierung von Betriebstypen	21
2.2.1 Klassifizierung der Praxisbetriebe	22
2.2.2 Ableitung der Betriebstypen aus den Betriebsklassen	23
2.3 Betriebszweigauswertungen	26
2.3.1 Betriebszweigauswertungen nach den Empfehlungen der DLG	27
2.3.2 Anpassungen des DLG-Schemas für die vorliegende Arbeit	30
2.3.3 Bestimmung der Produktionskosten und Leistungen der Betriebstypen.....	32
2.4 Ökobilanz	34
2.4.1 Wirkungskategorien, Bezugsgrößen und Systemgrenzen.....	34
2.4.2 Energieverbrauch	39
2.4.3 Treibhauseffekt	42
2.4.4 Gewässerschutz	43
2.4.5 Eutrophierung und Versauerung	45
2.4.6 Bodenschutz	46
2.4.7 Biodiversität	50
2.4.8 Tiergerechtheit	52

2.4.9	Milchqualität	57
2.5	Produktivität und Produktionseffizienz	59
2.6	Optimierte Betriebstypen.....	61
2.7	Szenarienrechnung	62
2.7.1	Produktionsbezogene Szenarien.....	62
2.7.2	Variation der ökonomischen Rahmenbedingungen	65
3	Ergebnisse und Diskussion	67
3.1	Produktionsdaten der Betriebstypen.....	67
3.2	Stückkosten der Milchproduktion	71
3.2.1	Produktionskosten der Betriebstypen (CD)	71
3.2.2	Erfolgskennzahlen der Betriebstypen	74
3.2.3	Produktionskosten betriebseigener Futtermittel.....	77
3.2.4	Bandbreite der Stückkosten der Milchproduktion in der Praxis	83
3.3	Ökobilanz der Betriebstypen	86
3.3.1	Energieverbrauch	86
3.3.2	Treibhauseffekt	88
3.3.3	Gewässerschutz	90
3.3.4	Eutrophierung und Versauerung	92
3.3.5	Bodenschutz	93
3.3.6	Biodiversität	95
3.3.7	Tiergerechtheit	97
3.3.8	Milchqualität	99
3.3.9	Zusammenfassende Darstellung der Betriebstypen	101
3.4	Produktivität und Produktionseffizienz.....	104
3.4.1	Produktionsfaktor Fläche	104
3.4.2	Produktionsfaktor Arbeit.....	106
3.4.3	Produktionsfaktor Kraftfutter.....	108
3.5	Optimierte Betriebstypen.....	111
3.5.1	Änderung von Kenndaten der Produktion.....	111
3.5.2	Ökonomisches Optimierungspotential	114
3.5.3	Ökologisches Optimierungspotential	116
3.6	Betriebstypen in der Szenarienrechnung.....	122

3.6.1	Produktionsbezogene Szenarien.....	122
3.6.2	Variation der ökonomischen Rahmenbedingungen	129
4	Wissenstransfer und Evaluation	132
5	Zusammenfassung und Schlussfolgerungen	137
6	Literatur	141
7	Anhang.....	154
7.1	Erhebungsbogen	154
7.2	Futtermittelanalysen	158
7.3	Standard-Produktionsverfahren.....	159

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Konsistenzabgleich zwischen Pflanzenbau und Tierhaltung.....	21
Abbildung 2: Schema des Klassifizierungsprozesses der Praxisbetriebe	22
Abbildung 3: Modellierungsprozess zur Ableitung der Betriebstypen aus den Klassen der Praxisbetriebe.....	24
Abbildung 4: Einordnung von Kostenpositionen nach Kostenart, -ebene und Kostenblock im Beispiel.....	28
Abbildung 5: Veranschaulichung der räumlichen Bezüge der Umweltwirkungen ökologisch wirtschaftender Milchviehbetriebe.....	39
Abbildung 6: Veranschaulichung des Begriffspaars Produktivität und Effizienz	59
Abbildung 7: Herdengröße und Fütterungsintensität der Betriebsmediane der Praxisbetriebe (NRW).....	68
Abbildung 8: Produktionskosten der Betriebstypen bezogenen auf das Einzeltier	72
Abbildung 9: Kostenstruktur der Betriebstypen INT_GL und ALLGÄU.....	72
Abbildung 10: Vollkosten der Betriebstypen je Produkteinheit	73
Abbildung 11: Erfolgskennzahlen der Betriebstypen: Werte je Kuh, ohne Berücksichtigung von Prämienleistungen	74
Abbildung 12: Erfolgskennzahlen der Betriebstypen ohne Prämien	75
Abbildung 13: Erfolgskennzahlen der Betriebstypen mit Prämien	76
Abbildung 14: Erwirtschaftetes kalkulatorisches Ergebnis je Akh (mit Prämien) für die Familienbetriebe.....	77
Abbildung 15: Kosten der Futterproduktion in den Praxisbetrieben	78
Abbildung 16: Zusammensetzung der Futterproduktionskosten	79
Abbildung 17: Kosten der betriebseigenen Grobfuttermittel bezogen auf die Energieeinheit	80
Abbildung 18: Direktkosten und Variable Maschinenkosten ausgewählter Verfahren	81
Abbildung 19: Flächenbezogene Kosten für ausgewählte Verfahren.....	81
Abbildung 20: Kosten je Energieeinheit für ausgewählte Grobfuttermittel	82
Abbildung 21: Energieverbrauch in GJ/1000 kg FPCM.....	87
Abbildung 22: Emissionen klimarelevanter Gase in kg CO ₂ /1000 kg FPCM	89
Abbildung 23: Potentielle Nitratemissionen der Betriebstypen in kg/ha.....	92
Abbildung 24: Ammoniakemissionen in kg NH ₃ /ha	93
Abbildung 25: Boniturstufen der Wirkungskategorie Bodenschutz.....	95

Abbildung 26: Boniturnoten der Betriebstypen in der Wirkungskategorie Biodiversität.....	97
Abbildung 27: Boniturnoten der Betriebstypen in der Wirkungskategorie Tiergerechtheit.	98
Abbildung 28: Bewertung der Milchqualität der Betriebstypen.....	100
Abbildung 29: Umweltwirkungen der Betriebstypen auf Grünlandstandort.....	103
Abbildung 30: Umweltwirkungen der Betriebstypen auf Ackerbaustandort.....	103
Abbildung 31: Flächenbedarf je Kuh.....	104
Abbildung 32: Flächenproduktivität	105
Abbildung 33: Effizienz der Flächennutzung	105
Abbildung 34: Flächenproduktivität mit geänderten Ertragsannahmen für Zukaufsfuttermittel	106
Abbildung 35: Arbeitszeitbedarf und Arbeitsproduktivität	107
Abbildung 36: Beschäftigungspotential der Betriebstypen	108
Abbildung 37: Fütterungsintensität der Betriebstypen	109
Abbildung 38: Fütterungseffizienz der Betriebstypen	109
Abbildung 39: Produktivität des Kraftfuttereinsatzes ermittelt auf Basis der verfütterten Energie	110
Abbildung 40: Ökonomisches Optimierungspotential der Betriebstypen: Senkung der Kosten je kg FPCM	115
Abbildung 41: Ökonomisches Optimierungspotential der Betriebstypen: Änderung des kalkulatorisches Ergebnisses je Kuh	115
Abbildung 42: Relative Umweltwirkung des Betriebstyps EXT_AB im IST-Zustand und nach Optimierung.....	119
Abbildung 43: Relative Umweltwirkung des Betriebstyps INT_AB im IST-Zustand und nach Optimierung.....	119
Abbildung 44: Relative Umweltwirkung des Betriebstyps EXT_GL im IST-Zustand und nach Optimierung.....	120
Abbildung 45: Relative Umweltwirkung des Betriebstyps INT_GL im IST - Zustand und nach Optimierung.....	120
Abbildung 46: Relative Umweltwirkung des Betriebstyps ALLGÄU im IST - Zustand und nach Optimierung.....	121
Abbildung 47: Relative Umweltwirkung des Betriebstyps OST im IST - Zustand und nach Optimierung	121
Abbildung 48: Umweltwirkungen eines reduzierten Viehbesatzes in einem extremen Einzelbetrieb	123
Abbildung 49: Auswirkung einer Steigerung des Eigenfutteranteils auf 100%.	124

Abbildung 50: Auswirkungen einer Steigerung der Weidefutteraufnahme auf 50% der Trockenmasse in der Sommerration	126
Abbildung 51: Vollkosten der Betriebstypen in der Ausgangssituation und im Szenario „50% Weidefütterung“	126
Abbildung 52: Auswirkungen des Szenarios "<10% Kraftfutter“	128
Abbildung 53: Öffentliche Direktzahlungen je kg FPCM in unterschiedlichen Szenarien.....	130

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Übersicht über den Erhebungsumfang.....	20
Tabelle 2:	Übersicht über charakteristische Merkmale der Erhebungsbetriebe: Median, Minimum und Maximum der Betriebsklasse	21
Tabelle 3:	Zentrale Produktionsmerkmale der Betriebsklassen: Median, Minimum und Maximum.....	23
Tabelle 4:	Bestimmungsmethoden der einzelnen Merkmale der Betriebstypen	25
Tabelle 5:	In den Betriebstypen eingesetzte Futtermittel	25
Tabelle 6:	Erfolgskennzahlen des Betriebszweigs Milchproduktion	30
Tabelle 7:	Wertansätze für die eingesetzten Produktionsfaktoren.....	31
Tabelle 8:	Datengrundlage Futterproduktionskosten – Verfahren und Anzahl Auswertungen	31
Tabelle 9:	Herleitung der Kostenansätze der Betriebstypen.....	33
Tabelle 10:	Berücksichtigte Leistungen im Betriebszweig Milchproduktion	34
Tabelle 11:	Überblick über die untersuchten Wirkungskategorien, ihre Bezugsgrößen und Einheiten, Indikatoren und Allokationen.....	37
Tabelle 12:	Primärenergieaufwand und Emissionen von CO ₂ -Äquivalenten für die Nutzung und Bereitstellung von Energieträgern.....	40
Tabelle 13:	Energieverbrauch für den Transport von Futtermitteln	41
Tabelle 14:	Energieverbrauch für die Bereitstellung von Zukaufsfuttermitteln.....	41
Tabelle 15:	Konversionsfaktoren für die Methanemissionen aus Exkrementen	42
Tabelle 16:	Lachgasemissionen aus Wirtschaftsdünger und landwirtschaftlich genutzten Flächen	43
Tabelle 17:	Ammoniak-Emissionsfaktoren	46
Tabelle 18:	Boniturnote Humusbilanz [eigene Darstellung]	47
Tabelle 19:	Boniturnote Erosion.....	48
Tabelle 20:	Bonitur der Bodenverdichtung.....	50
Tabelle 21:	Boniturschema der Wirkungskategorie Potentielle Artenvielfalt.....	52
Tabelle 22:	Gründe für die Bewertung des Weidegangs als Indikator für eine hohe Tiergerechtigkeit in den einzelnen Beurteilungskategorien des Tiergerechtheitsindex nach SUNDRUM 1994.....	54
Tabelle 23:	Boniturschema für den Wirkungsbereich Tiergerechtigkeit.....	57

Tabelle 24:	Boniturschema Milchqualität.....	59
Tabelle 25:	Ertragsannahmen für Zukaufsfuttermittel.....	61
Tabelle 26:	Prämienumverteilung nach dem Vorschlag der ABL, eigene Darstellung.....	66
Tabelle 27:	Flächenausstattung Standortgegebenheiten der Betriebstypen.....	67
Tabelle 28:	Produktions- und Fütterungsdaten der Betriebstypen.....	69
Tabelle 29:	Reproduktions- und weitere Kennzahlen der Milchviehherden der Betriebstypen	70
Tabelle 30:	Betriebsform und Vermarktungswege der Betriebstypen.....	70
Tabelle 31:	Annahmen zu Erträgen und Energiegehalten der Futtermittel	80
Tabelle 32:	Korrelation zwischen Managementfaktoren und Stückkosten der Milchproduktion (Einzelbetriebe NRW, Korrelationskoeffizient r).....	84
Tabelle 33:	Einteilung der Praxisauswertungen aus NRW in Bezug auf die Vollkosten je Produkteinheit (Mittelwerte und Spannweiten)	84
Tabelle 34:	Erforderlicher täglicher Verzehr von Milchprodukten zur Deckung des Tagesbedarfs an Omega-3-Fettsäuren.....	101
Tabelle 35:	Produktionskennzahlen der Betriebstypen im Ausgangszustand und nach Optimierung	114
Tabelle 36:	Übersicht den Erfüllungsgrad der ökologischen Szenarien. Grau hinterlegt: Bedingung des Szenarios wird nicht erfüllt.	122
Tabelle 37:	Ergebnisse der Praxisbefragung (Auswertung von 22 Evaluationsbögen)	133

Abkürzungsverzeichnis

AFL	Ackerfutterleguminosen
Akh	Arbeitskraftstunde
ALA	Alpha-Linolensäure
BMU	Bundesministerium für Umweltschutz
BZA	Betriebszweigauswertung
CH ₄	Methan
CLA	Conjugated linoleic acids
CO ₂	Kohlendioxid
DBV	Deutscher Bauernverband
DGE	Deutsche Gesellschaft für Ernährung
DGL	Dauergrünland
DLG	Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft
dt	Dezitonne
ECM	Proteinkorrigierte Milchmenge
EEA	European Environment Agency
EFSA	European Food Safety Authority
EG	Europäische Gemeinschaft
EKA	Erstkalbealter
et al.	et aliud (lat.: und andere)
EXT_AB	Bezeichnung für den Betriebstyp: Extensiver Betrieb auf Ackerbaustandort in NRW
EXT_GL	Bezeichnung für den Betriebstyp: Extensiver Betrieb auf Grünlandstandort in NRW
FPCM	Fett- und Proteinkorrigierte Milchmenge
g	Gramm
GAP	Gemeinsame Agrarpolitik (der Europäischen Union)
GfE	Gesellschaft für Ernährung
GJ	Gigajoule
GPS	Ganzpflanzensilage
GuV	Gewinn und Verlust
GV	Großvieheinheiten
h	Stunde (lat.: Hora)
ha	Hektar
HFF	Hauptfutterfläche

INT_AB	Bezeichnung für den Betriebstyp: Intensiver Betrieb auf Ackerbaustandort in NRW
INT_GL	Bezeichnung für den Betriebstyp: Intensiver Betrieb auf Grünlandstandort in NRW
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
KAK	Kationenaustauschkapazität
KF	Kraftfutter
KG	Klee gras
kg	Kilogramm
km	Kilometer
kPa	Kilopascal
KTBL	Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft
kWh	Kilowattstunde
l	Liter
LKW	Lastkraftwagen
LM	Lebendmasse
LN	Landwirtschaftliche Nutzfläche
LP	Lineare Programmierung
m	Meter
MJ	Megajoule
MLF	Milchleistungsfutter
MLUV	Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz in Brandenburg
MUNLV	Ministerium für Umwelt, Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz in Nordrhein-Westfalen
N	Stickstoff
NEL	Netto-Energie-Laktation
NfE	N-freie Extraktstoffe
NH ₃	Ammoniak
NN	Normal Null (Höhe über Meeresspiegel)
NO ₃	Nitrat
NRW	Nordrhein-Westfalen
nXP	Nutzbares Rohprotein
o.g.	oben genannt
PC	Personalcomputer
PKW	Personenkraftwagen
RNB	Ruminale N-Bilanz

SF	Saftfutter
s.o.	siehe oben
SOEL	Stiftung Ökologie und Landbau
t	Tonne
TGI	Tiergerechtheitsindex
TierSchG	Tierschutzgesetz
TM	Trockenmasse
u.a.	unter anderem
UBA	Umweltbundesamt
UDT	Unterdachtrocknung (von Heu)
vgl.	vergleiche
VO	Verordnung
XF	Rohfaser
XL	Rohfett
XP	Rohprotein
z.B.	zum Beispiel
ZKZ	Zwischenkalbezeit
ZMP	Zentrale Markt- und Preisberichtsstelle

1 Einleitung

Gemäß der klassischen Leitbilder des Organischen Landbaus verfügt ein ökologisch wirtschaftender Betrieb über eine vielfältige Betriebsstruktur. Innerhalb dieser Struktur steht die optimale Nutzung der standorteigenen Ressourcen und die Vermeidung von Nährstoffverlusten im Vordergrund vor Ertrags- und Leistungsmaximierung. Auf den Import von manipulativ einsetzbaren Produktionsmitteln wird verzichtet (KÖPKE 1997, VOGT 1999). Im Betriebsorganismus hat das Rind als Wiederkäuer eine zentrale Funktion in der Verwertung und Veredlung von Grünlandaufwüchsen und Ackerfutterleguminosen. Auf 20 % der ökologisch wirtschaftenden Betriebe in Deutschland werden Milchkühe gehalten (STATISTISCHES BUNDESAMT 2006).

In den letzten Jahren hat sich der Ökologische Landbau in Deutschland erheblich ausgeweitet. Wirtschafteten im Jahr 1999 erst 2,1 % der landwirtschaftlichen Betriebe nach den Richtlinien des Ökologischen Landbaus, so waren es im Jahr 2005 bereits 3,5 %. Dabei ist sowohl die Zahl der Betriebe als auch die ökologisch bewirtschaftete Fläche gewachsen (STATISTISCHES BUNDESAMT 2006; SOEL 2007).

Die durchschnittliche Jahresleistung einer Milchkuh im Ökologischen Landbau ist ebenfalls angestiegen: KRUTZINNA (1996) ermittelte noch eine durchschnittliche Einzeltierleistung von 4953 l. RAHMAN (2002) prognostiziert mittlerweile für das Jahr 2020 eine Durchschnittsleistung von 7000 l je Kuh und Jahr. Erreicht wird diese Steigerung zumindest teilweise durch den gesteigerten Einsatz von Kraftfuttermitteln aus Getreide, Körnerleguminosen und Ölfrüchten. Diese Entwicklung wird innerhalb des Organischen Landbaus kontrovers diskutiert (BAL 2000, DRERUP 2000, SCHLÜTER 2001A,B, SCHUMACHER 2000, SIXT 2002, SPRANGER & WALKENHORST 2001, STEINWIDDER 2000).

Neben der Frage der artgerechten Fütterung werden weitere negative ökologische Auswirkungen einer Intensivierung befürchtet. Dabei ist zu beobachten, dass in der Praxis nicht alle Betriebe intensiver füttern als früher, sondern dass das Spektrum der Fütterungsintensitäten größer geworden ist: Neben Betrieben, in denen Milch weiterhin überwiegend aus Gras und Heu erzeugt wird und Leistungen unter 6000 kg erreicht werden, finden sich auch Betriebe mit Leistungen um 9000 kg je Tier und Jahr und intensivem Kraftfuttereinsatz (HAAS & DEITERT 2003).

Der Ökologische Landbau erhebt den Anspruch, weniger negative Auswirkungen auf die Umwelt zu haben als die konventionelle Produktion. Wissenschaftliche

Untersuchungen haben die Vorzüglichkeit ökologischer Produktionsverfahren in dieser Hinsicht grundsätzlich und speziell für die Milchviehhaltung bestätigt (WETTERICH et al. 1999, CEDERBERG et al. 2000, DE BOER 2003). Forschungsbedarf besteht jedoch noch bezüglich der Umweltwirkungen der Milchviehhaltung an den Rändern des Intensitätsspektrums. Es gibt Hinweise darauf, dass die Fütterungsintensität sich in einigen Umweltwirkungskategorien entscheidend auswirkt, dass neben der Fütterungsintensität jedoch auch der Standort von Bedeutung ist (HAAS et al. 2007). Mit den hier vorgestellten Untersuchungen wird der Frage nachgegangen, wie sich verschieden intensive Fütterungsstrategien in der Milchviehhaltung auf einem Standorttyp in ihren Umweltwirkungen unterscheiden.

Mit dem Wachstum des Marktanteils und der Ausweitung des Wettbewerbs hat sich auch die Einstellung zur Wirtschaftlichkeit in der Ökologischen Landwirtschaft verändert. Während ZERGER (1995) noch Anwendbarkeit und Sinnhaftigkeit ökonomischer Auswertungen für ökologische Betriebe grundsätzlich diskutiert, sind heute regelmäßige ökonomische Analysen und deren Auswertung in Arbeitskreisen auf vielen Betrieben selbstverständlich, und die Weiterentwicklung und regionale Vernetzung ökonomischer Kontrollinstrumente ist Gegenstand der Forschung (TRÜTKEN 2007).

Es gibt Hinweise darauf, dass eine höhere Fütterungsintensität sich wirtschaftlich vorteilhaft auswirkt (HAAS & DEITERT 2003), jedoch finden sich in der Praxis auch Gegenbeispiele. In der Beratung werden einerseits hohe Leistungen mit entsprechend intensiver Fütterung aus ökonomischen Gründen empfohlen (DRERUP 2001). Eine andere Richtung propagiert dagegen Kostenminimierung zum Beispiel durch hohen Weideanteil und geringe Remontierungsrate (BURGSTALLER 2002, SIXT 2002). Neben der ökologischen Analyse wird in dieser Arbeit der Frage nachgegangen, welche wirtschaftlichen Auswirkungen unterschiedliche Fütterungsintensitäten, jedoch auch Standortbedingungen und Arbeitsorganisation haben.

Jeder landwirtschaftlicher Betrieb ist ein einzigartiges, komplexes Wirkungsgefüge im System Mensch-Tier-Pflanze-Boden, in dem weitaus mehr Komponenten zusammenspielen als die hier genannten Faktoren Fütterungsintensität und Standort. Um dennoch Aussagen über die Gesamtheit der Betriebe treffen zu können, arbeiten Untersuchungen zur Wirtschaftlichkeit häufig mit Größen-, Leistungs- oder Erfolgsklassen von Einzelbetrieben. Untersuchungen der Umweltwirkungen betreffen einzelne Produktionsverfahren oder nehmen Einteilungen anhand der jeweiligen Produktionsrichtlinien vor und vergleichen zum Beispiel ökologische und konventionelle Betriebe. In dieser Arbeit werden dagegen modellhaft Betriebstypen

ökologisch wirtschaftender Milchviehbetriebe formuliert, die vereinfacht und bewusst überzeichnet sind und die Extreme innerhalb des Spektrums abbilden sollen. Die Modellierung dieser Betriebstypen stützt sich auf die intensive Untersuchung einer Gruppe von Praxisbetrieben. Diese modellhafte Darstellung leistet einen Beitrag zur Diskussion über die Produktionsintensität in der Milchviehhaltung. Die individuelle Analyse im Einzelfall kann sie jedoch nicht ersetzen und die Ergebnisse lassen sich nicht direkt auf Praxisbetriebe übertragen, die diesem Betriebstyp entsprechen.

In Kapitel 2.2 sind zunächst Bandbreite und Klasseneinteilung der Praxisbetriebe sowie die daraus abgeleiteten Betriebstypen dargestellt. In Kapitel 3.2 bis 3.4 sind die Ergebnisse der ökonomischen Analyse und der Ökobilanzierung der Betriebstypen aufgeführt. Das ökologische und ökonomische Optimierungspotential der Betriebstypen wird durch den Vergleich mit einer idealisierten Produktionssituation abgeschätzt (Kapitel 3.5). Außerdem werden produktionstechnische Restriktionen, die innerhalb des Ökologischen Landbaus diskutiert werden, auf die Modellbetriebe angewendet, mögliche Anpassungsreaktionen modelliert und ihre ökologischen und ökonomischen Auswirkungen analysiert (Kapitel 3.6.1). Die Wirtschaftlichkeit der Betriebstypen ohne Veränderung der Produktionsweise wird unter verschiedenen ökonomischen Rahmenbedingungen behandelt (Kapitel 3.6.2).

Die Ergebnisse des Projekts wurden den beteiligten Betriebsleitern in mehreren Workshops vorgestellt, in denen auch einzelbetriebliches Optimierungspotential erörtert und die Umsetzbarkeit der vorgeschlagenen Maßnahmen diskutiert wurde (Kapitel 4).

2 Material und Methoden

2.1 Datenerhebung und Konsistenzprüfung

Betriebsauswahl

Basis dieser Studie bildet eine Erhebung auf insgesamt 39 Praxisbetrieben in Nordrhein-Westfalen (n=27), im Allgäu (n=6) und in Ostdeutschland (n=6). Für die Erhebung wurden nur solche Betriebe ausgewählt, die mindestens die folgenden Kriterien erfüllten:

- Ökologisch wirtschaftender Betrieb nach EG-Verordnung
- Betriebsschwerpunkt Milchviehhaltung
- Haupterwerbsbetrieb
- Kooperationsbereitschaft
- Verfügbarkeit produktionstechnischer und betriebswirtschaftlicher Aufzeichnungen

Die Auswahl der *nordrhein-westfälischen* Betriebe erfolgte mit dem Ziel, eine möglichst große Bandbreite von Betriebstypen abzudecken. Die Betriebe wurden von Beratern für das Projekt vorgeschlagen oder arbeiteten bereits in Vorgängerprojekten mit dem Institut für Organischen Landbau in Bonn zusammen. Insgesamt erfasst die Erhebung in Nordrhein-Westfalen (NRW) 19% der Milchkühe und 20% der Milch von ökologisch wirtschaftenden Betrieben (bezogen auf MUNLV 2004). Dieser hohe Anteil an der Grundgesamtheit spricht dafür, dass die erfassten Betriebe trotz des für statistische Analysen sehr geringen Stichprobenumfangs die Grundgesamtheit gut repräsentieren.

Die *Allgäuer* Betriebe wurden ebenfalls mit Unterstützung von Beratern ausgewählt. Neben den oben genannten Kriterien war in dieser Betriebsgruppe die silagefreie Fütterung der Milchkühe ausschlaggebend für die Aufnahme in den Betriebspool.

Die Gruppe der *ostdeutschen* Betriebe wurden auf Basis eigener Recherchen ausgewählt. Für diese Vergleichsgruppe war das zusätzliche Auswahlkriterium eine Herdengröße von mehr als 200 Kühen.

Die beiden Vergleichsgruppen im Allgäu und in Ostdeutschland erweitern so das Spektrum jeweils um einen Betriebstyp, der so in Nordrhein-Westfalen nicht oder nur selten vorkommt.

Datenerhebung

Die Datenerhebung auf den Betrieben erfolgte zwischen März 2006 und Juli 2007. Zusätzlich wurde auf Daten aus Vorgängerprojekten zurückgegriffen, die in den Jahren 2001-2005 erhoben worden sind (HAAS & DEITERT 2003, MÜLLER-LINDENLAUF 2005). Betriebsdatensätze aus den Wirtschaftsjahren 1999/2000 bis 2005/2006 fanden Verwendung.

Die Erhebung der Betriebe umfasste drei Bereiche:

- 1-2 mehrstündige Interviews mit dem Betriebsleiter und eine Betriebsbesichtigung
- die Erfassung von Betriebszweigauswertungen (BZAs) bzw. Buchführungsdaten von 2-6 Wirtschaftsjahren
- die Durchführung von Grundfutteranalysen und – soweit vorhanden – die Erfassung bereits vorhandener Analyseergebnisse

In den *Interviews* mit den Betriebsleitern wurden insbesondere Daten zu folgenden Betriebsbereichen erfasst (vgl. Fragebogen im Anhang 7.1):

- Standort
- Anbauflächenverhältnis
- Erträge
- Grünlandmanagement
- Rationsgestaltung und Leistungsdaten der Milchviehherde
- Jungviehaufzucht
- Zu- und Verkäufe
- Arbeitsverfahren
- Angaben zu Problemen im Betrieb (Krankheiten etc.)
- Sozioökonomische Daten (Motivationen, subjektive Bewertung der Produktion und der wirtschaftlichen Situation, Alter, Ausbildung, Managementpraxis).

Für 16 Betriebe lagen bereits *Betriebszweigauswertungen* (BZA) vor (insgesamt 44 BZA). Für weitere 7 Betriebe wurden Betriebszweigauswertungen von den Projektbearbeiterinnen aus den Buchführungsdaten erstellt (15 BZA).

Von der Möglichkeit, im Rahmen des Projektes *Futteranalysen* durchführen zu lassen, machten insgesamt 26 Betriebe Gebrauch und ließen zusammen 137 Proben analysieren (vgl. Anhang 1.1).

Eine Übersicht über den Erhebungsumfang findet sich in Tabelle 1.

Tabelle 1: Übersicht über den Erhebungsumfang

	NRW	Allgäu	Ostdeutschland
Erhobene Betriebe	27	6	6
Datensätze Produktion	76	14	13
Betriebszweigauswertungen	59	9	8
Futtermittelanaysen	98	22	17

Konsistenzprüfung

Eine korrekte und konsistente Erfassung der betrieblichen Stoffflüsse ist für die ökologische und ökonomische Bewertung unerlässlich. Betriebliche Daten, die durch eine Betriebsleiterbefragung gewonnenen werden, sind in der ersten Erhebung häufig nicht vollständig konsistent, was allem bei der Stoffflussanalyse zu falschen Schlussfolgerungen führen kann, z.B. wenn Zukaufsfuttermittel nicht erfasst wurden oder Erträge nicht zutreffend eingeschätzt wurden. Daher wurden alle erhobenen Daten einem Plausibilitätsabgleich unterzogen. Dazu gehört in erster Linie der Abgleich von Anbauumfang und Erträgen im Pflanzenbau mit den erfassten Verkaufsmengen, den Tierleistungen und dem daraus abgeleiteten Futterbedarf (vgl. Abbildung 1). Dabei wurde postuliert, dass Milchleistung und Fütterungsintensität über den Energie- und Proteingehalt der Ration (FLACHOWSKY et al. 2001) und das Trockenmasse-Aufnahmevermögen (SCHWARZ et al. 1996) unmittelbar korreliert sind.

Außerdem wurden die folgenden Angaben auf ihre Konsistenz überprüft:

- ermolzene Milchmenge, Verkaufsmengen, Eigenbedarf und Kälbermilch
- Remontierungsrate und Geburten/Verkäufe/Verluste
- Strohernte bzw. Einstreuzukauf und Einstreubedarf in Abhängigkeit von Herdengröße und Stalltyp. Die Schätzung des Einstreubedarfs erfolgte nach KTBL (2003).
- Wirtschaftsdüngeranfall (in Abhängigkeit von Herdengröße und Stalltyp) und Ausbringungstechnik. Die Schätzung des Wirtschaftsdüngeranfalls erfolgte ebenfalls nach KTBL (2003).

Sofern durch diese Plausibilitätstests Unstimmigkeiten zu Tage traten, wurden diese durch Rückfragen bei den Betriebsleitern oder Beratern geklärt. So konnte durch einen iterativen Prozess eine hohe Konsistenz der erhobenen Daten erreicht werden.

In der folgenden Tabelle (Tabelle 2) findet sich eine Übersicht über zentrale Merkmale der Erhebungsbetriebe.

Tabelle 2: Übersicht über charakteristische Merkmale der Erhebungsbetriebe: Median, Minimum und Maximum der Betriebsklasse

	NRW	Allgäu	Ostdeutschland
Landwirtschaftliche Nutzfläche [ha]	81	55	1418
	29 - 318	25 - 60	1012 – 2018
Grünlandanteil [%]	58%	98%	35%
	10 - 100%	87 - 100%	5 - 56%
Milchleistung [l FPCM]	6896	6465	6841
	4500 - 9216	6149 - 7372	5145 – 9549
Herdengröße	58	37	327
	20-199	26-445	220-440
Remontierungsrate [%]	29%	18%	29%
	9 - 41%	11 - 28%	24 - 44%
Kraftfuttereinsatz [dt TM/Kuh und Jahr]	11	4	16
	0 - 27,0	0 - 11	10 - 26

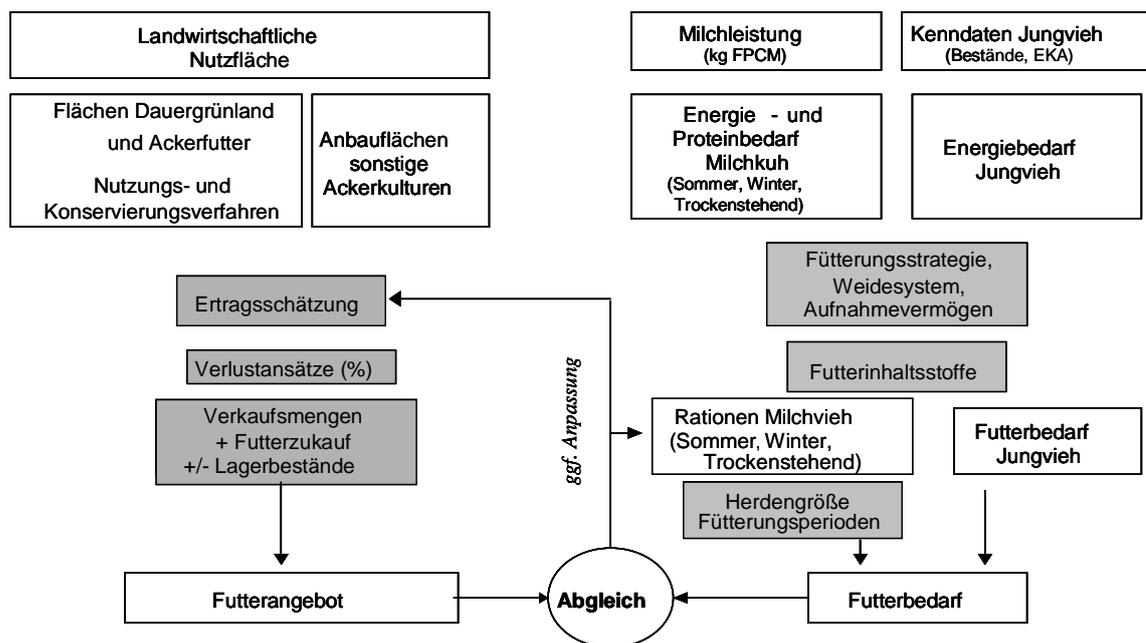


Abbildung 1: Konsistenzabgleich zwischen Pflanzenbau und Tierhaltung

2.2 Modellierung von Betriebstypen

Für Sensitivitätsanalysen, Optimierungsrechnungen und Szenarien werden übersichtlich strukturierte Betriebstypen benötigt, die die Praxisbetriebe in ihren zentralen

Merkmale möglichst gut abbilden. Zu diesem Zweck wurden die Praxisbetriebe zunächst zu disjunkten, weitgehend homogenen Klassen zusammengefasst, aus denen im Anschluss die Betriebstypen als Repräsentanten der Klassen abgeleitet wurden.

2.2.1 Klassifizierung der Praxisbetriebe

Da für die Betriebe unterschiedlich viele Einzeljahresdatensätze vorlagen, darunter auch aus Jahren mit extremer Witterung (Sommertrockenheit 2003), wurde vom einzelbetrieblichen Medianwert ausgegangen. Diese Medianwerte wurden zunächst nach Regionen aufgeteilt. Die 27 Betriebe in NRW wurden zusätzlich nach dem Standorttyp (Grünland- oder Ackerbaustandort) und anschließend nach der Fütterungsintensität gruppiert. Die sechs Allgäuer Betriebe, die in der Klasse ALLGÄU zusammengefasst wurden, befanden sich sämtlich auf Grünlandstandorten (Grünlandanteil im Mittel 96%) und waren auch bezüglich des Kraftfuttereinsatzes relativ homogen (0-10 dt TM pro Kuh und Jahr, Median 4,4 dt), so dass keine weitere Aufteilung notwendig war. Auch die sechs Betriebe der Region Ostdeutschland konnten ohne weitere Differenzierung zu einer Klasse OST zusammengefasst werden. Hier waren sandige Böden mit rund 26 Bodenpunkten die Regel. Alle Betriebe dieser Klasse verfügten sowohl über Grünland (5-56 %) als auch über Ackerflächen mit einem Grünlandanteil. Die Fütterungsintensität war gemessen an der Milchleistung relativ hoch.

Region	NRW (n=27)				ALLGÄU (n=6)	OST (n=6)
Standort- typ	NRW_GL (n=13)		NRW_AB (n=14)		ÄLLGÄU (Grünland) (n=6)	OST (Ackerbau) (n=6)
Intensität	NRW_EXT_GL (< Median NRW_GL) (n = 7)	NRW_INT_GL (> Median NRW_GL) (n = 6)	NRW_EXT_AB (< Median NRW_AB) (n= 7)	NRW_INT_AB (> Median NRW_AB) (n = 7)	ÄLLGÄU (extensiv) (n=6)	OST (eher intensiv) (n=6)

Abbildung 2: Schema des Klassifizierungsprozesses der Praxisbetriebe (Eigene Darstellung)

Innerhalb der Gruppe der nordrhein-westfälischen Betriebe wurde unterschieden zwischen Grünlandbetrieben und Ackerbaubetrieben, wobei die Grenze bei einem Anteil von Grünland und Ackerfutterleguminosen von 80% der Landwirtschaftlichen Nutzfläche gezogen wurde. Um annähernd gleich mächtige Klassen zu erhalten, wurde die nachfolgende Aufteilung in intensiver und weniger intensiv fütternde Betriebe nicht anhand eines vorgegebenen Grenzwertes, sondern durch den Median der Fütterungsintensitäten in beiden Gruppen vorgenommen. Die Medianwerte und Spannweiten zentraler Merkmale der resultierenden Betriebsklassen sind in Tabelle 3 dargestellt.

Tabelle 3: Zentrale Produktionsmerkmale der Betriebsklassen: Median, Minimum und Maximum.

Merkmal	EXT_GL	INT_GL	EXT_AB	INT_AB	ALLGÄU	OST
Kühe	43 26 – 67	72 53 - 199	22 20 - 70	75 42 - 158	37 26 - 44	327 220 - 440
Leistung [kg FPCM je Kuh und Jahr]	5899 5481 - 6910	8398 7686 - 9216	5777 4500 - 7158	7564 6631 - 8553	6465 6149 - 7372	6841 5145 - 9549
Fläche [ha LN]	64 29 - 113	116 69 - 222	54 34 - 118	112 63 - 318	55 25 - 60	1418 1012 - 2018
Grünlandanteil [% DGL und AFL an LN]	90% 84% - 100%	100% 83% - 100%	68% 61% - 73%	61% 45% - 67%	100% 90% - 100%	47% 30% - 60%
GV/ha	1,2 0,9 – 1,9	1,4 1,3 – 1,7	1,0 0,8 – 1,5	1,2 0,8 – 1,4	1,4 1,1 – 1,5	0,4 0,3 – 0,7
Intensität [dt TM Kraft u. Saftfutter je Kuh und Jahr]	9 2 - 18	25 19 - 37	7 1 - 10	14 11 - 24	5 0 - 9	17 10 - 29

2.2.2 Ableitung der Betriebstypen aus den Betriebsklassen

Ausgehend von diesen Betriebsklassen wurden Betriebstypen für Modellrechnungen modelliert. Betriebstypen sind - im Unterschied zur Betriebsklasse – vollständig ausformulierte theoretische Modellbetriebe (Abbildung 3). Sie repräsentieren die Gemeinsamkeiten innerhalb einer Klasse und die Unterschiede zwischen den Klassen, wobei typische Eigenschaften zum Teil leicht überzeichnet sind. Zwecks besserer Vergleichbarkeit und Darstellbarkeit sind sie im Vergleich mit den Praxisbetrieben in einigen Merkmalen geglättet und vereinfacht.

Die Betriebstypen wurden so modelliert, dass sie in Bezug auf die kalkulierten Umweltwirkungen (Kapitel 2.4) und die Kostenstruktur (Kapitel 2.3) innerhalb der Spannweite der zugehörigen Klasse liegen und annähernd den Mittelwert der zugehörigen Klasse abbilden. Um die beiden Zielrichtungen, die Abbildung der Klasseneigenschaften einerseits und die Konsistenz der Modellbetriebe andererseits, weitestgehend in Einklang zu bringen, wurden einige Merkmale der Modellbetriebe direkt aus den Klassenmittelwerten abgeleitet und andere mit innerhalb der Klasse häufiger vorkommenden oder nur in dieser Klasse vorkommenden, typischen Werten belegt (Tabelle 4). Dies ist nötig, weil die Mittelwertbildung für alle Merkmale in der Regel nicht zu konsistenten Datensätzen führt.

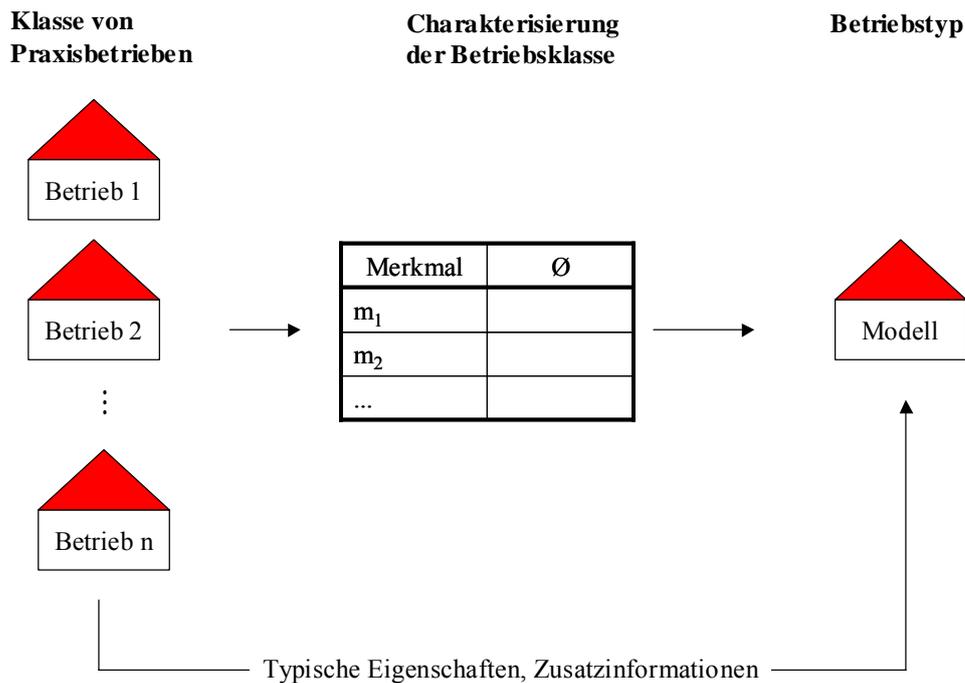


Abbildung 3: Modellierungsprozess zur Ableitung der Betriebstypen aus den Klassen der Praxisbetriebe

Zentrale Betriebsmerkmale wie Landwirtschaftliche Nutzfläche, Herdengröße und Viehbesatz, Milchleistung und Fütterungsintensität sowie die Remontierungsrate wurden durch das gerundete Klassenmittel festgelegt.

Für das Haltungssystem, die Weidestunden pro Jahr, die Anteile von Weide und Heu in der Ration, den Grünlandanteil, die Nutzungsarten und die Nutzungsintensität des Grünlandes sowie die Arbeitsverfahren der Außenwirtschaft wurden klassentypische Annahmen getroffen. Die konkrete Nutzungsverteilung des Grünlandes, das Anbauflächenverhältnis und die Zu- und Verkaufsmengen pflanzlicher Produkte wurde in einer für die Betriebsklasse typischen Weise so eingestellt, dass die verfügbaren Futtermittel den Bedürfnissen der Tierhaltung entsprachen, wobei klassentypische und für die Standortannahmen plausible Ertragsannahmen Verwendung fanden. Weitere Tierarten, die auf den Praxisbetrieben neben den Milchkühen vereinzelt gehalten wurden, wurden nicht berücksichtigt, abgesehen von Mutterkühen, die für die Betriebsklasse OST typisch sind.

Tabelle 4: Bestimmungsmethoden der einzelnen Merkmale der Betriebstypen

Gerundeter Klassenmittelwert	Klassentypische Annahmen	Konsistente Ergänzung/Präzisierung
Landwirtschaftliche Nutzfläche	Standort (Boden, Klima)	Nutzungsverteilung im Grünland
Herdengröße	Grünlandanteil	Zu- und Verkaufsmengen
Milchleistung	Nutzungsintensität des Grünlandes	Futtermengen für Milchvieh und Jungvieh
Fütterungsintensität	Erträge im Pflanzenbau	Futtermengen
Viehbesatz	Haltungssystem Arbeitsverfahren Angebaute Kulturen Eingesetzte Futtermittel	

Die zur Verfügung stehenden Futtermittel wurden für alle Typen auf die Produkte eingeschränkt, die über alle Praxisbetriebe am häufigsten verfütterten wurden (Tabelle 5).

Aus dieser Liste wurden für jeden Betriebstyp die üblicherweise in dieser Klasse eingesetzten Futtermittel ausgewählt und zu bedarfsgerechten Rationen kombiniert. Für jeden Betriebstyp wurde ein Standort hinterlegt, der einem realen Betriebsstandort aus der zugehörigen Klasse entspricht.

Tabelle 5: In den Betriebstypen eingesetzte Futtermittel

Grobfutter*	Kraftfutter	Saftfutter
Weide	Getreide (betriebseigen oder aus Zukauf)	Sojapülpe
Heu (Bodentrocknung)	Milchleistungsfutter MLF 18/3	Kartoffeln
Heu (Unterdachrocknung)	Rapskuchen	
Grassilage		
Pellets vom Grünland		
Rotkleegrassilage		
Rotklee grasheu (Bodentrocknung)		
Maissilage		

* Es wurde angenommen, dass kein Zukauf von Grobfuttermitteln erfolgt

Die Standortmerkmale und die Grundstruktur der Betriebstypen sind in Kap. 3.1 dargestellt. Der überwiegende Teil der Praxisbetriebe in Nordrhein-Westfalen und

Baden-Württemberg besteht aus Familienbetrieben, und entsprechend wurde dies auch für die zugehörigen Modellbetriebe angenommen. Ausschließlich in der Klasse der extensiven Ackerbaubetriebe in Nordrhein-Westfalen finden sich jedoch auch Betriebe, die als Betriebsgemeinschaft organisiert und häufig von einem Verein getragen oder unterstützt werden. Diese Spezialität wurde dem Betriebstyp EXT_AB als typisches Merkmal zugewiesen, obwohl auch Familienbetriebe in dieser Klasse vertreten sind. In Ostdeutschland dagegen wirtschaften in der Praxis fast alle Betriebe dieser Klasse als Genossenschaft. Entsprechend definiert sich auch der Betriebstyp OST.

2.3 Betriebszweigauswertungen

Die Vollkosten der Milcherzeugung in den Praxisbetrieben wurden in der Systematik einer Betriebszweigauswertung (BZA) nach den Empfehlungen der DLG (Abschnitt 2.3.1) ermittelt. Der Betriebszweig „Milchproduktion ohne Jungviehaufzucht“ wurde dabei als eigenständiger Betriebszweig aufgefasst. Kosten für betriebseigene Futtermittel und für Färsen aus eigener Nachzucht wurden, wenn aufgrund der Datenlage keine individuelle Auswertung möglich war, mit dem Mittelwert der vorliegenden BZA belegt.

Die analysierten Praxisbetriebe verfügten entweder bereits über eine von einem Berater oder im Betrieb selbst erstellte Betriebszweigauswertung, oder die Auswertung wurde aufgrund vorliegender Buchführungsunterlagen vorgenommen. Die bereits vorhandenen Auswertungen von Betrieben aus NRW waren mit dem Programm „BZA Rind SE“ erstellt worden. Die Allgäuer Betriebe verfügten über Auswertungen mit den Programmen „ÖkoFu“ oder „RindCash“. In Ostdeutschland lagen eine Auswertung einer Beratungsfirma, eine mit „BZA Rind SE“ erstellte sowie eine im Betrieb selbst durchgeführte Auswertung vor. Da diese Programme bzw. Auswertungsschemata systematische Unterschiede aufweisen und dem Benutzer außerdem zahlreiche Einstellungsmöglichkeiten offen lassen, war eine systematische Anpassung der verschiedenen Auswertungen erforderlich, um Vergleichbarkeit zu ermöglichen (Abschnitt 2.3.2).

Auf der Ebene der Praxisbetriebe wurden keine Leistungen betrachtet auf Grund der Annahme, dass die erzielten Vermarktungserlöse der Betriebe weniger vom Fütterungstyp als von den lokalen Gegebenheiten und individuellem Vermarktungsgeschick abhängen. Leistungen finden jedoch auf der Modellebene Eingang in die Analyse (Abschnitt 2.3.3), um die Erfolgskriterien einer Betriebszweigauswertung (Direktkostenfreie Leistung, Gewinn des Betriebszweiges

und Kalkulatorisches Ergebnis) unter verschiedenen Szenarien bestimmen und vergleichen zu können.

2.3.1 Betriebszweigauswertungen nach den Empfehlungen der DLG

Eine Betriebszweigauswertung nach den Empfehlungen der DLG (DLG 2004) beinhaltet sämtliche Leistungen und Kosten eines Betriebszweiges.

Ein **Betriebszweig** ist definiert als Teilbereich eines Unternehmens, der Produkte oder Leistungen hervorbringt (DLG 2004, S. 13) und umfasst ein oder mehrere Produktionsverfahren. Innerhalb eines landwirtschaftlichen Betriebs sind je nach Fragestellung und Datenlage unterschiedliche Abgrenzungen der Betriebszweige möglich. Für die vorliegende Arbeit wurden die Betriebszweige Milchproduktion, Jungviehaufzucht, Mastvieh, Futterbau und Marktfruchtanbau unterschieden.

Zu den **Leistungen** eines Betriebszweiges gehören alle Einnahmen, die durch den Betriebszweig erwirtschaftet werden. Außerdem werden Wertansätze für innerbetrieblich verwendete Produkte (innerbetriebliche Versetzung, Wirtschaftsdünger, betriebseigene Futtermittel) zu den Leistungen eines Betriebszweigs gerechnet und können einem anderen Betriebszweig in Rechnung gestellt werden. Öffentliche Direktzahlungen nehmen seit der GAP-Reform eine Sonderstellung ein, da sie zwar flächenbezogen, jedoch unabhängig von der aktuellen Produktion gezahlt werden. Sie können entweder auf die Betriebszweige verteilt werden oder außerhalb der Betriebszweigauswertung zur Bestimmung des Cash-Flows des Betriebs dargestellt werden.

Die **Kosten**, die einem Betriebszweig angerechnet werden, sind einerseits nach dem Verursacher zu unterscheiden in unmittelbar durch den Betriebszweig verursachte **direkte Kosten** (auch: spezifische Kosten) und andererseits Kosten, die im Gesamtbetrieb anfallen und den Betriebszweigen nach einem geeigneten Schlüssel zugeteilt werden müssen (**Gemeinkosten**). Dabei kann weiter unterschieden werden zwischen echten Gemeinkosten (zum Beispiel Kosten für Büroeinrichtung oder Müllabfuhr) und solchen Kosten, die zwar durch einzelne Betriebszweige verursacht, jedoch nicht differenziert erfasst werden – die Grenzen sind nicht immer eindeutig (vgl. DABBERT 2006). Für die Zuteilung von Gemeinkosten existiert kein einheitlicher Schlüssel. Grundsätzlich wird eine Zuordnung nach dem Verursacherprinzip empfohlen. Auch Zuteilungen nach dem Maschinenstundeneinsatz oder nach dem Anteil am Umsatz des Betriebes sind gebräuchlich (REDELBERGER 2004, S. 58-60, DLG 2004, S. 39-42).

Neben der Einteilung in direkte Kosten und Gemeinkosten wird zwischen laut Buchführung angefallenen Zahlungen und Abschreibungen (aufwandsgleiche Kosten,

GuV-Kosten, monetäre Kosten) und **Faktorkosten** unterschieden. Letztere beinhalten Bewertungsansätze zur Entlohnung der eingesetzten Produktionsfaktoren und innerbetrieblich bezogener Leistungen. Dazu gehören u.a. Gebäude, Maschinen und eigenes Land, im Betrieb aufgezogete Färsen für die Remontierung, sowie die Arbeit nicht entlohnter Familienarbeitskräfte.

Neben dieser Unterscheidung nach Kostenebenen und -arten wird nach den Empfehlungen der DLG eine Einteilung der Kosten in die **Kostenblöcke**

- Direktkosten
- Arbeiterledigungskosten
- Kosten für Lieferrechte
- Gebäudekosten
- Sonstige Gemeinkosten

vorgenommen.

Der Kostenblock der Direktkosten im DLG-Schema beinhaltet ausschließlich direkt durch den jeweiligen Betriebszweig verursachte Kosten. Es finden sich jedoch auch in anderen Kostenblöcken direkte Kosten des Betriebszweigs, etwa Lohnkosten für Stallarbeiten bei den Arbeiterledigungskosten, die aber buchhalterisch in der Regel nicht separat erfasst sind. Abbildung 4 veranschaulicht die Einordnung einzelner Kostenpositionen in diese Systematik beispielhaft.

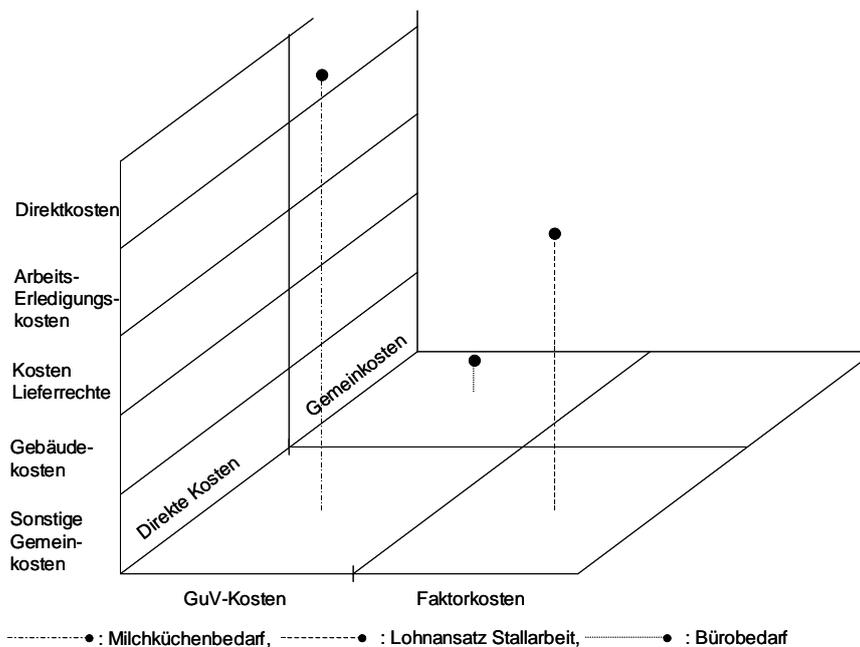


Abbildung 4: Einordnung von Kostenpositionen nach Kostenart, -ebene und Kostenblock im Beispiel

Die Kosten für betriebseigenes Futter und für Färsen aus eigener Nachzucht werden, sofern der Betriebszweig Milchproduktion separat betrachtet wird, in der Regel sowohl mit den GuV-Kosten wie auch den Faktorkosten dem Milchvieh in Rechnung gestellt. Weibliche Kälber wechseln ab einem bestimmten Alter (üblicherweise nach 4 oder 6 Monaten) in den Betriebszweig Jungvieh und kommen als Färsen zurück, wenn sie für die Remontierung eingesetzt werden. Auch Wirtschaftsdünger kann nach den Empfehlungen der DLG innerbetrieblich verrechnet werden

Der Bezug der Kosten eines Betriebszweiges auf die produzierte Menge liefert die **Stückkosten**, hier Cent je kg FPCM. Ebenso werden die Leistungen auf die Produkteinheit bezogen. Es wird jedoch auch eine Betrachtung je Kuh dargestellt, was zum Beispiel beim Vergleich der Arbeiterledigungskosten je nach Fragestellung aussagekräftiger sein kann als die Stückkosten.

Die Erfolgskennzahlen, die durch eine Betriebszweigauswertung zur Verfügung stehen, unterscheiden sich nach den darin berücksichtigten Kostenblöcken, Kostenarten (GuV- oder Faktorkosten) und Kostenebenen (direkte Kosten des Betriebszweigs oder Gemeinkosten des Betriebs). Die Liste der betrachteten Erfolgskennzahlen findet sich in Tabelle 6.

Die **Direktkostenfreie Leistung** ist der Saldo aus den **Leistungen** und dem Kostenblock der **Direktkosten**. Sie bezeichnet den Betrag, den der Betriebszweig Milch zur Deckung der weiteren Kosten des Betriebszweigs, der Gemeinkosten des Gesamtbetriebs und darüber hinaus gegebenenfalls als Beitrag zum Unternehmergewinn zur Verfügung stellen kann. Im horizontalen Betriebsvergleich gibt sie Aufschluss über produktionstechnische bedingte Kostenunterschiede, die von der Gesamtstruktur des Betriebs weitgehend unabhängig sind (DABBERT 2006). Als **Gewinn des Betriebszweigs** bezeichnet man den Saldo aus Leistungen und GuV-Kosten bei Berücksichtigung aller Kostenblöcke. Ist der Gewinn des Betriebszweigs negativ, so kann der Betrieb nicht alle anfallenden aufwandsgleichen Kosten abdecken. Beim horizontalen Vergleich von Betrieben hinsichtlich dieser Kenngröße ist zu beachten, dass Unterschiede in den Eigentumsverhältnissen und der Arbeitsorganisation sich hier stark auswirken können, so dass eventuell noch Faktorkosten in den Vergleich einbezogen werden müssen. Werden die Faktorkosten in die Saldierung einbezogen, spricht man vom **Kalkulatorischen Betriebszweigergebnis**. Ist das Kalkulatorische Ergebnis negativ, so kann der Betrieb nicht alle eingesetzten Produktionsfaktoren entsprechend der zugrundegelegten Wertansätze entlohnen. Gelegentlich wird auch das Kalkulatorische Betriebszweigergebnis ohne Entlohnung von Familienarbeitskräften

betrachtet, um festzustellen, wie hoch die tatsächliche Arbeitsentlohnung nach Abdeckung sämtlicher Kosten ist.

Tabelle 6: Erfolgskennzahlen des Betriebszweigs Milchproduktion

Bezeichnung	Berechnung	Zielgröße
Direktkostenfreie Leistung	Leistungen - Direktkosten (inkl. Faktorkosten)	$> \sum$ übrige Kostenblöcke
Gewinn des Betriebszweigs	Leistungen - aufwandsgleiche Kosten	$> \sum$ Faktorkosten
Kalkulatorisches Betriebszweigergebnis	Gewinn des Betriebszweigs - Faktorkosten	> 0
Kalkulatorisches Betriebszweigergebnis ohne Lohnansatz Milchvieh	Kalkulatorisches Ergebnis mit Lohnansatz 0 €/Akh im Betriebszweig Milchvieh	> 0 , $>$ angemessener Lohnansatz * Akh Milchvieh

2.3.2 Anpassungen des DLG-Schemas für die vorliegende Arbeit

Abweichend von den Empfehlungen der DLG wurden nur solche Kosten berücksichtigt, für die von allen Betrieben Daten vorlagen oder die aus den Daten ähnlicher Betriebe mit hinreichender Zuverlässigkeit abgeleitet werden konnten. Die gezahlten Zinsen im Kostenblock Sonstige Kosten wurden daher nicht berücksichtigt, ebenso keine Zinsansätze für Viehkapital und Feldinventar. Dadurch können zwar die relativen Unterschiede zwischen den ökonomischen Ergebnissen der Betriebe und Betriebstypen analysiert werden. Über die jeweilige absolute Höhe der Vollkosten und die Gewinnsituation kann auf diese Weise aber keine abschließende Aussage gemacht werden.

Die Ansätze für Faktorkosten erfolgten einheitlich mit den in Tabelle 7 aufgelisteten Werten. Anstelle eines Pachtansatzes für Eigentumsflächen wurde der auf den übrigen Flächen gezahlte ortsübliche Pachtpreis angesetzt und anstelle eines Zinsansatzes für eigene Milchquote eine einheitliche Quotenpacht unterstellt, da davon ausgegangen wurde, dass die individuellen Eigentumsverhältnisse nicht mit der Produktionsintensität oder sonstigen Typmerkmalen zusammenhängen.

Tabelle 7: Wertansätze für die eingesetzten Produktionsfaktoren

Produktionsfaktor	Wertansatz
Kalb versetzt zur eigenen Nachzucht	65 €
Färse aus eigener Nachzucht	1.700 €
Arbeitskraftstunde Familien-Arbeitskräfte	12,50 €
Eigene Milchquote	durchschnittliche Quotenpacht
Eigene Flächen	ortsüblicher Pachtpreis

Selbst produzierte Futtermittel wurden dem Betriebszweig Milchvieh entsprechend dem Anteil der verfütterten an der produzierten Menge mit Vollkosten (GuV- und Faktorkosten) in Rechnung gestellt. Innerhalb des Futterbaus wurden die in Tabelle 8 aufgeführten Produktionsverfahren ausgewertet und mit Orientierungswerten aus der Literatur verglichen. In der Praxis werden die Auswertungen im Futterbau sehr unterschiedlich differenziert ausgeführt: Es finden sich Betriebe, die zwischen verschiedenen Weidetypen und zwischen Boden- und Trocknungsheu differenzieren, während andere ihre gesamte Grünlandfläche als Grassilage abrechnen, obwohl tatsächlich auch Weide- und Heunutzung erfolgt.

Tabelle 8: Datengrundlage Futterproduktionskosten – Verfahren und Anzahl Auswertungen

Verfahren	Anzahl Ausgewertete BZA
Weide	34
Grassilage	50
Heu	21
Pellets	2
Kleegrassilage	32
Silomais	22
Getreide	35

Lag für einen Betrieb keine individuelle Abrechnung für den Futterbau vor, so wurden die durchschnittlichen Vollkosten der jeweiligen Verfahren je ha ohne Flächenkosten verwendet und um den ortsüblichen Pachtpreis ergänzt. Die Kosten, die für das jeweilige Futtermittel für die Milchkühe anfallen, wurden dann berechnet aus diesem Wert, dem Anteil des Milchviehs an der insgesamt verfütterten Menge und der Anbaufläche:

$$\frac{\text{Verfütterte_Menge}[\text{Milchvieh}]}{\text{Verfütterte_Menge}[\text{Gesamtbetrieb} + \text{Verkauf}]} \cdot \text{Anbaufläche} \cdot \text{DurchschnittlicheKosten}$$

Betriebszweigauswertungen für die Jungviehaufzucht lagen nur zum Teil vor und lieferten einen Durchschnittswert von 1700 € je Aufzuchtsfärsen bei den oben genannten Ansätzen für Faktorkosten. Andere Untersuchungen liefern ähnliche Werte (vgl. TRÜTKEN 2006). Dieser Wertansatz wurde für alle Betriebe als innerbetrieblicher Verrechnungspreis angesetzt. Für eine genauere Analyse der Färsenaufzuchtskosten in Abhängigkeit von Standort und Erstkalbealter war die Datenlage nicht ausreichend.

2.3.3 Bestimmung der Produktionskosten und Leistungen der Betriebstypen

Für die ökonomische Modellrechnung wurden den modellhaften Betriebstypen Produktionskosten zugeordnet. Aufgrund der vorausgegangenen Untersuchungen zu Zusammenhängen zwischen Produktionskosten und Betriebsmerkmalen (vgl. Kap. 2.1) wurden sie aus dem Klassenmittelwert abgeleitet, wenn ein Zusammenhang zwischen der Höhe der anfallenden Kosten eines Betriebs und der Betriebsklasse erkennbar war. Wenn dies nicht der Fall war, wurde mit dem Mittelwert über alle Praxisbetriebe oder mit Standardansätzen gearbeitet (Tabelle 9). Für die Darstellung signifikanter Klassenunterschiede wäre allerdings ein wesentlich größerer Stichprobenumfang erforderlich als hier zur Verfügung stand.

Die Remontierungskosten der Betriebstypen ergeben sich aus einem Standardansatz von 1700 € je Aufzuchtsfärsen, multipliziert mit der Remontierungsrate. Die Kosten für zugekaufte Futtermittel wurden als Produkt aus Standardpreisen und typspezifischen Zukaufsmengen ermittelt. Für betriebseigene Futtermittel wurden die mittleren Produktionskosten je ha ohne Flächennutzungskosten in Ansatz gebracht. Für den Betriebstyp EXT_AB wurde dabei ein Zuschlag von 20% auf den Median Vollkosten je ha ohne Flächenkosten kalkuliert. Beim Typ OST wurden die Kosten ohne Flächenkosten bei Grundfuttermitteln um 50% und bei Getreide und Körnerleguminosen um 25% gegenüber dem Medianwert gesenkt. Gegenrechnungen unter Verwendung von Literaturwerten (KTBL 2003) und der Personal- und Maschinenausstattung, der Angaben der Praxisbetriebe zu den Arbeitsverfahren, sowie einzelne vorliegende Auswertungen rechtfertigen jedoch diese Annahmen.

Die Pachtkosten wurden in den Betriebstypen mit einem standorttypischen Wert belegt. Alle Betriebstypen sind im Modell reine Pachtbetriebe. Die Futterkosten, die für den jeweiligen Betriebstyp anfallen, ergeben sich aus dem Anteil des Milchviehs an der insgesamt im Betrieb verfütterten Menge und der Anbaufläche. Futterüberschüsse werden so ebenfalls anteilig dem Milchvieh angelastet.

Tabelle 9 Herleitung der Kostenansätze der Betriebstypen

Kostenart	Standard- ansatz	Mittel aller Betriebe	Typ bzw. Klassenmittel
Remontierung		1700 €/Färsen	% Remontierung
Betriebseigenes Futter		Produktionskosten/ha	ggf. Anpassungsfaktor Produktionskosten, Futtermenge Milchkühe
Zukaufsfutter	€/dt TM		Futtermengen
Sonstige Direktkosten			€/kg FPCM
Löhne, Lohnansatz			Akh/Kuh*12,5 € bzw. Lohnkosten laut GuV
Sonstige Arbeitserledigung			€/Kuh
Lieferrechte		€/kg FPCM	
Gebäude		€/kg FPCM	
Sonstiges		€/kg FPCM	

Für die übrigen Direktkosten, also sämtliche Direktkosten außer Remontierungs- und Futterkosten, wurde der Mittelwert über die Betriebe der zugehörigen Klasse gebildet.

Unter den **Arbeitserledigungskosten** der Betriebszweigauswertungen dominieren die Kosten für Lohn und Lohnansatz (Kapitel 3.2.1). Auf den Familienbetrieben fallen allerdings die GuV-Lohnkosten im Betriebszweig Milchvieh kaum ins Gewicht: Entlohnte Arbeitskräfte werden hier vor allem in der Außenwirtschaft eingesetzt. Für diese Betriebstypen wurde daher der mittlere Zeitaufwand je Kuh und Jahr mit einem Standardansatz von 12,50 € je Akh multipliziert. Die übrigen Arbeitserledigungskosten wurden über die Klasse gemittelt. In den Betriebstypen EXT_AB und OST, die als Betriebsgemeinschaft bzw. Genossenschaft organisiert sind, werden dem Milchvieh die mittleren GuV-Lohnkosten laut Betriebszweigauswertung zugeordnet.

Die **Kosten für Lieferrechte** wurden für alle Betriebstypen mit 3 Cent je kg FPCM angesetzt. Dieser Wert ergibt sich als Mittelwert über alle Betriebe. Bei den **Gebäudekosten** und den Sonstigen Kosten wurden ebenfalls einheitliche Werte über alle Klassen von 2 bzw. 1 Cent je kg FPCM angenommen.

Die **Leistungen der Milchproduktion**, die auf der Modellebene Verwendung fanden, sind in Tabelle 10 aufgelistet. Der organische Dünger als Nebenprodukt der

Milchproduktion wurde nicht als Leistung verrechnet. Dies wäre vor allem im Zusammenhang von Betriebszweigauswertungen für den Marktfruchtbau sinnvoll, insbesondere dann, wenn alternative Düngemittel neben dem organischen Dünger zur Diskussion stünden. Beides ist in unserem Modell nicht der Fall.

Der **Marktpreis für Milch** wurde im Basisszenario mit 36 Cent je kg FPCM angenommen.

Öffentliche Direktzahlungen in der Landwirtschaft werden seit der Reform der gemeinsamen Agrarpolitik (GAP-Reform) unabhängig von der aktuellen Produktion gewährt, so dass keine Prämien unmittelbar für den Betriebszweig Milchvieh gezahlt werden und die Leistungen auch bei der Einstellung dieses Produktionszweigs weiterhin gezahlt würden. Eine mögliche Produktionsaufgabe war jedoch nicht Gegenstand dieser Untersuchung. Vielmehr wurde davon ausgegangen, dass die Betriebstypen in ihrer Grundform den Motiven und Vorstellungen ihrer Betreiber entsprechen und in dieser oder leicht abgewandelter Form erhalten bleiben sollen. Daher wurde im Ausgangsszenario eine Zuteilung von Öffentlichen Direktzahlungen auf den Betriebszweig Milchvieh vorgenommen, indem die für die Milchviehfütterung benötigte innerbetriebliche Fläche mit dem geschätzten Hektarsatz des jeweiligen Bundeslandes für das Jahr 2013 multipliziert wurde (BMVEL 2006). Ebenso wurde mit der Prämie für die Beibehaltung der ökologischen Wirtschaftsweise verfahren.

Tabelle 10: Berücksichtigte Leistungen im Betriebszweig Milchproduktion

Leistungsart	Wertansatz
Marktleistung Milch	36 Cent / kg FPCM im Basisszenario
Tiererrlöse (Verkauf Altkuh)	2 € / kg Schlachtgewicht
Tiererrlöse (Verkauf Kalb)	50 € / Kalb
Tiererrlöse (Versetzung)	65€ / Kalb
Öffentliche Direktzahlungen	je nach Szenario*

*vgl. Kapitel 3.6.2

2.4 Ökobilanz

2.4.1 Wirkungskategorien, Bezugsgrößen und Systemgrenzen

Auswahl der Wirkungskategorien

Bei der Auswahl der Wirkungskategorien wurde das Spektrum der Kategorien, die bisher in landwirtschaftlichen Ökobilanzen analysiert wurden, zu Grunde gelegt und an die Fragestellung dieses Projektes angepasst. Der Schwerpunkt der Analyse liegt auf

den Bereichen **Energieverbrauch, Treibhauseffekt, Eutrophierung und Versauerung** sowie **Gewässerschutz**. Zusätzlich wurden die Bereiche **Bodenschutz, Biodiversität, Tiergerechtheit** und **Milchqualität** untersucht. Während die ersten vier genannten Kategorien quantitativ erfasst werden, werden die letztgenannten vier Kategorien mittels Boniturverfahren bewertet.

Die Wirkungskategorie Milchqualität ist keine klassische Umweltwirkungskategorie. Die Produktqualität (hier: Milchqualität) kann jedoch insofern als Umweltwirkung im weiteren Sinne aufgefasst werden, als sie sich potentiell positiv auf die menschliche Gesundheit auswirken kann. Die so verstandene Produktqualität ist der positive Gegenbegriff zur klassischen Umweltwirkungskategorie „Humantoxizität“. In verschiedenen Studien wurde ein Einfluss der Fütterung auf den Gehalt an gesundheitsfördernden Fettsäuren in der Milch nachgewiesen (vgl. Kap. 2.4.9, S. 57).

Die in anderen Ökobilanzen getrennt behandelten Kategorien Eutrophierung und Versauerung wurden zu einer Kategorie zusammengefasst, da der zentrale Indikator in beiden Fällen Ammoniak ist (vgl. Kap. 1 2.4.5, S. 45).

Die Wirkungskategorien Humantoxizität, Ökotoxizität und Ozonabbau wurden nicht berücksichtigt, da keine negativen Umweltwirkungen der ökologischen Milcherzeugung für diese Bereiche bekannt sind. Human- und Ökotoxizität landwirtschaftlicher Erzeugung werden im Allgemeinen durch den Einsatz chemisch-synthetischer Pflanzenschutzmittel verursacht, die im Ökologischen Landbau nicht eingesetzt werden. Auch natürliche Pflanzenschutzmittel, wie z.B. Kupfer, spielen in ökologisch wirtschaftenden Milchviehbetrieben kaum eine Rolle, da sie vorwiegend in Kartoffeln und Gartenbaukulturen eingesetzt werden. Emissionen von Gasen, die Auswirkungen auf die Ozonbildung haben (Stickstoffoxide, ungesättigte Kohlenwasserstoffe), sind ebenfalls nicht in nennenswertem Umfang zu erwarten (UBA 2006).

Die spezifisch landwirtschaftliche Wirkungskategorie Landschaftsbild wurde nicht untersucht, da sich hierfür wegen der Vielfalt der Betriebsstandorte keine einheitlichen Bewertungsparameter definieren lassen. Tabelle 11 gibt einen Überblick über die untersuchten Wirkungskategorien.

Bezugsgrößen

Für die Bewertung einer Umweltwirkung ist eine Bezugsgröße nötig. Klassischerweise werden Ökobilanzen auf die erzeugten Produkteinheiten bezogen; das wäre hier ein Liter Milch. Dieser an sich sinnvolle Bezug weist jedoch ein Problem auf: Wie bereits von GEIER et al. (2000) dargelegt, ist es ein Spezifikum der Landwirtschaft, auf einige Umweltwirkungskategorien nicht nur *quantitativ*, sondern *qualitativ* einzuwirken. In

diesen Fällen kann eine negative Umweltwirkung an einem Ort nicht durch positive Wirkungen an einem anderen Ort ausgeglichen werden (GEIER 2000). Dies gilt hier insbesondere für die Artenvielfalt und den Boden (lokale Wirkung), in geringerem Umfang auch für die Gewässerbelastung sowie die Versauerung und Eutrophierung von Ökosystemen (regionale Wirkung). GEIER et al. empfehlen daher für diese Wirkungskategorien die Produktionsfläche als Bezugsgröße.

Die Wirkungskategorien Tiergerechtheit und Milchqualität werden ohne Bezugseinheit für den Gesamtbetrieb bonitiert. Hier handelt es sich um rein qualitative Merkmale, die sinnvoll weder auf die Fläche noch auf die Produkteinheit bezogen werden können. Die verwendeten Bezugsgrößen sind in Tabelle 11 zusammengefasst.

Tabelle 11: Überblick über die untersuchten Wirkungskategorien, ihre Bezugsgrößen und Einheiten, Indikatoren und Allokationen

Wirkungskategorie	Bezugsgröße	Indikatoren	Allokation
Energieverbrauch	Produktbezug [MJ/1000 l FPCM]	Energieverbrauch für Feldarbeiten	Entsprechend des Anteils der Ertragsverwertung in der Milchviehhaltung
		Energieverbrauch für Heu- und Pelletstrocknung	Entsprechend des Anteils der Verwertung in der Milchviehhaltung
		Indirekter Energieverbrauch für zugekaufte Betriebsmittel	Entsprechend des Anteils der Verwertung in der Milchviehhaltung
		Energieverbrauch je Kuh in Stall u. Melkstand	
Treibhauseffekt	Produktbezug [kg CO ₂ - Äquivalente je 1000 l FPCM]	Methan	Pansenfermentation 100% Betriebszweig Milchvieh, Wirtschaftsdünger soweit aus Milchviehhaltung und Jungviehaufzucht
		Lachgas	Stall- und Lageremissionen der Exkreme aus der Milchviehhaltung und Jungviehaufzucht. Ausbringungs- und Feldemissionen aus den Flächen, die zur Futtererzeugung benötigt werden
		Kohlendioxid	aus dem Energieverbrauch (s.o.)
Gewässerschutz	Flächenbezug [kg/ha]	Nitrat	Weideemissionen Emissionen aus landw. Nutzfläche im gesamtbetrieblichen Mittel
Angrenzende Ökosysteme	Flächenbezug [kg/ha]	Ammoniak	Stall- und Lageremissionen der Exkreme aus der Milchviehhaltung und Jungviehaufzucht. Ausbringungs- und Feldemissionen als gesamtbetrieblicher Mittelwert
Boden	Flächenbezug [Bonitur]	Humusbilanz	gesamte Fruchtfolge
		Verdichtung	
		Erosion	
Biodiversität	Flächenbezug [Bonitur]	Indirekte Bewertung der Artenvielfalt im Grünland	Gesamtbetriebliche Bewertung
		Bewertung der Fruchtfolge	
Tiergerechtigkeit	Gesamtbetrieb [Bonitur]	Bonitur der Fütterung und Haltung	nur der Milchkühe und Nachzucht
Milchqualität	Gesamtbetrieb [Bonitur]	Bonitur der Milchqualität	

Systemgrenzen und Allokationen

Ziel der Arbeit ist der Vergleich von Betrieben unterschiedlicher Fütterungsintensität und Produktionsstruktur. Daher müssen die Systemgrenzen so gezogen werden, dass die Unterschiede zwischen den Betriebstypen möglichst gut erfasst werden, ohne dass irrelevante Faktoren die Analyse unnötig verkomplizieren. Grundsätzlich wurden die pflanzenbaulichen Produktionsverfahren, die Tierhaltung sowie der Zukauf von Futtermitteln und Einstreu betrachtet. Unberücksichtigt bleiben die Umweltwirkungen für den Bau und die Instandhaltung von Gebäuden. In diesem Bereich lagen nur unzureichende Daten vor. Zudem war nicht davon auszugehen, dass sich die verglichenen Betriebstypen in diesem Aspekt wesentlich unterscheiden.

In den Kategorien, die sich *global* auswirken (Energieverbrauch und Treibhauseffekt), wurden nur solche Prozesse berücksichtigt, die unmittelbar dem Betriebszweig Milchvieh zuzuordnen sind. Dazu gehören die Haltung der Milchkühe, die Aufzucht der zur Remontierung benötigten Jungtiere, der Anbau und Zukauf der benötigten Futtermittel sowie die Bereitstellung der für Milchviehhaltung und Futterbau benötigten Maschinen und Treibstoffe.

In den Kategorien mit *regionaler* oder *lokaler* Wirkung (Trinkwasserschutz, Schädigung angrenzender Ökosysteme, Biodiversität, Bodenschutz) wurde der Gesamtbetrieb bewertet. Damit wird der Tatsache Rechnung getragen, dass die Kombination des Produktionszweigs Milchvieh mit anderen Betriebszweigen, insbesondere dem Marktfruchtanbau, sich erheblich auf die Stoffflüsse auswirkt und daher eine eindeutige Zuordnung der Umweltwirkungen zu einem einzelnen Betriebszweig kaum möglich ist. So kann z.B. das Nitrataustragsrisiko auf Basis des Feldbilanzsaldos sinnvollerweise nicht für eine einzelne Kultur, sondern nur für eine Fruchtfolge abgeschätzt werden.

Die Auswirkungen zugekaufter Futtermittel auf die regional und lokal wirksamen Kategorien am Ort ihres Anbaus wurden aus denselben Gründen *nicht* berücksichtigt, da über die Einbindung der Kultur in die Gesamtheit des anbauenden Betriebes keine Aussage getroffen werden kann.

Abbildung 5 stellt die Wirkungsbereiche der einzelnen Kategorien grafisch dar. In finden sich die Wirkungsbereiche, ihre zentralen Indikatoren, ihre Bezugsgrößen sowie ihre Allokation im Überblick.

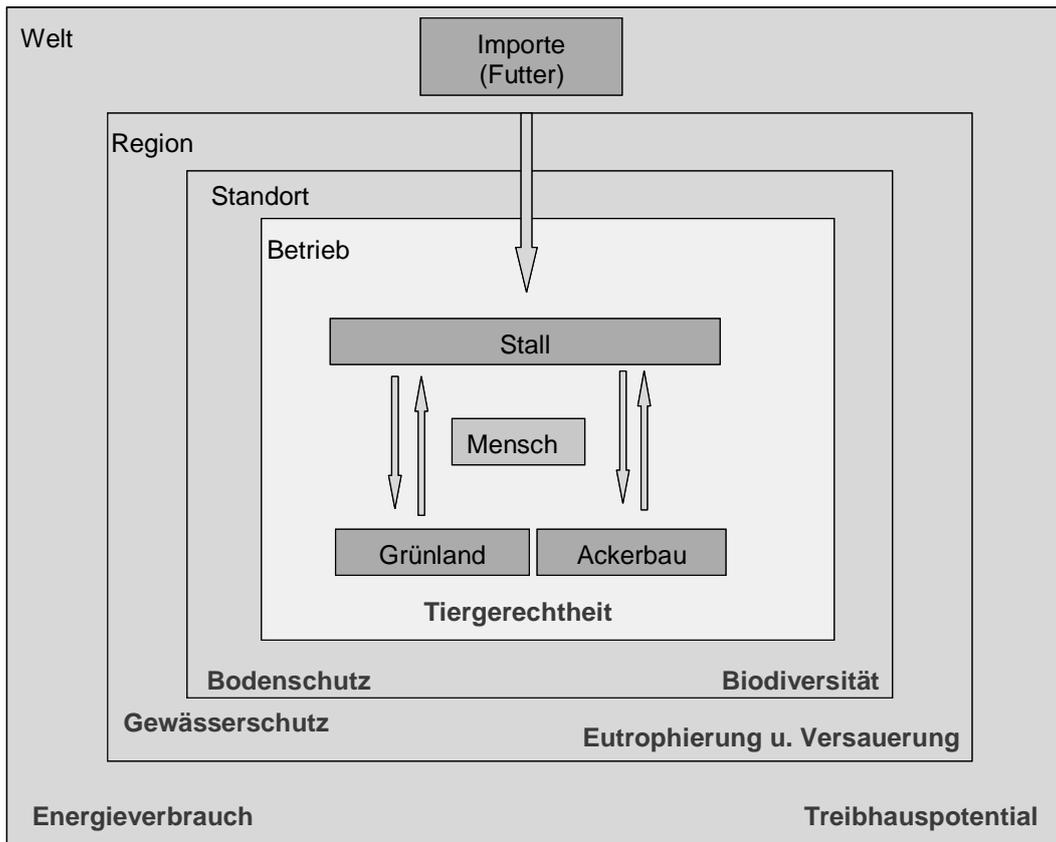


Abbildung 5: Veranschaulichung der räumlichen Bezüge der Umweltwirkungen ökologisch wirtschaftender Milchviehbetriebe

2.4.2 Energieverbrauch

Ökologisch wirtschaftende Milchviehbetriebe verbrauchen *direkt* Energie für

- den Betrieb der Melkanlage und anderer elektrischer Geräte in den Stallungen
- den Betrieb von Maschinen bei Feldarbeiten in Form von Diesel
- die Unterdachtrocknung von Heu

sowie *indirekte* Energie für

- die Bereitstellung von Maschinen und Treibstoffen
- das Trocknen und Pressen von Grundfutterpellets in Trocknungswerken
- die Bereitstellung von Zukaufsfuttermitteln.

Darüber hinaus gibt es weitere Prozesse im landwirtschaftlichen Betrieb, die Energie verbrauchen, z.B. der Bau und der Erhalt von Gebäuden oder die Verwaltung des Betriebes (z.B. PC-Arbeitsplatz). Für diese Prozesse ist jedoch kein eindeutiger Zusammenhang mit der Produktionsstruktur und Fütterungsintensität des Betriebs zu erwarten. Daher werden diese Bereiche hier nicht mit erfasst.

Der **Stromverbrauch** für die Melkanlage und andere elektrische Geräte wird einheitlich mit 614 MJ je Kuh und Jahr veranschlagt (berechnet nach KTBL 2003 S. 148).

Der **Dieserverbrauch für Feldarbeiten** wurde in Abhängigkeit vom Arbeitsverfahren ebenfalls auf Basis von KTBL (2003) berechnet. Die Arbeitsverfahren ergaben sich aus der Betriebsleiterbefragung. Der Dieserverbrauch wurde in MJ umgerechnet, wobei ein Liter 38 MJ entspricht (Datenbank Gemis 4.3).

Der Energieverbrauch für die **Unterdachtrocknung von Heu** hängt vom Typ der Trocknungsanlage und von der Einfuhrfeuchte des Trocknungsgutes ab. Der Energieverbrauch je Liter zu verdunstendem Wasser wurde Herstellerangaben entnommen (EDEL 2005). Die Einfuhrfeuchte sowie der Energieverbrauch wurden außerdem vom Landwirt geschätzt und mit den berechneten Werten abgeglichen.

Der Energieverbrauch für das **Trocknen und Pressen von Grundfutterpellets** wurde einheitlich mit 936 MJ/dt TM bewertet (KINLINGER 2007, Mittelwert Allgäuer Trocknungswerke).

Der Primärenergiebedarf für die **Bereitstellung von Strom und Treibstoffen** wurde auf Basis von Werten der Gemis - Datenbank (Version 4.3) sowie von BORKEN et al. (1999) bestimmt (Tabelle 12).

Tabelle 12: Primärenergieaufwand und Emissionen von CO₂-Äquivalenten für die Nutzung und Bereitstellung von Energieträgern

	Energiedichte [MJ/l]	CO ₂ -Äquivalente direkt [g/MJ]	Bereitstellungs- aufwand [MJ/MJ]	CO ₂ -Äquivalente indirekt (Bereitstellung) [g/MJ]	CO ₂ - Äquivalente gesamt [g/MJ]
Strom		0	3,19	196,1	196,1
Diesel	38,3	74	1,1	8,7	82,7
Heizöl	38,3	74	1,1	8,7	82,7
Schweröl	38,8	79	1,1	7,7	86,7

Quellen: Gemis 4.3, BORKEN et al. 1999

Der Primärenergiebedarf bei der **Bereitstellung landwirtschaftlicher Geräte und Maschinen** wurde nach GAILLARD et al. (1997) berechnet. Um den Primärenergieverbrauch für die Maschinenbereitstellung korrekt veranschlagen zu können, muss der „Maschinenverbrauch“ in kg/ha berechnet werden. Er ergibt sich aus dem Maschinengewicht und der Nutzungsdauer (vgl. ARMAN 2003). Die Daten hierzu wurden KTBL (2004) entnommen. Die relevanten Maschinentypen wurden auf Basis der Praxisbefragung ausgewählt.

Für **Zukaufsfuttermittel** wurde der Energieverbrauch für den Transport zum Betrieb, den Anbau und die Verarbeitung abgeschätzt. Zur Berechnung der *Transportenergie* wurden Angaben der Landwirte über ihre Bezugsquellen verwendet. Dabei wurden die in Tabelle 13 dargestellten Verbrauchswerte zu Grunde gelegt.

Tabelle 13: Energieverbrauch für den Transport von Futtermitteln (BORKEN et al. 1999)

Transportmittel	Energieverbrauch in MJ/tkm
LKW (40t)	1,4
Binnenschiff (Bergfahrt)	0,42
Hochseeschiff	0,1

Bei Futtermitteln, die über Zwischenhändler bezogen wurden, wurde der Transport zum Zwischenhändler nach Rückfragen mit Händlern auf 200 km festgesetzt.

Der Energieverbrauch für den *Anbau* landwirtschaftlicher Erzeugnisse wurde nach Standardproduktionsverfahren auf Basis von KTBL (2003) berechnet. Genauere Angaben dazu finden sich in Anhang 1.1.

Bei Nebenprodukten wie z.B. Melasse oder Presskuchen wird zusätzlich Energie für die Verarbeitung des Urproduktes benötigt. In den modellhaften Betriebstypen werden als verarbeitete Futtermittel Rapskuchen und Sojapülpe verwendet. Für Rapskuchen aus Kaltpressung berechnen KALTSCHMITT und RHEINHART (1997) 23 MJ/t Rapssaat. Die Verarbeitung von Soja erfolgt im Heißdampfverfahren und benötigt daher wesentlich mehr Energie. CEDERBERG (2000) schätzt den Energiebedarf auf 757 MJ/t. Die Allokation der Verarbeitungsenergie erfolgt nach dem Massenanteil und wurde gerundet mit 80% für die Nebenprodukte und 20% für das Hauptprodukt veranschlagt (BORKEN et al. 1999).

Als Mischfuttermittel wird als typische Mischung ein MLF 18/3 aus 40% Weizen, 20% Ackerbohnen, 15% Haferschälkleie und 25% Sonnenblumenkuchen angenommen.

Aus dem Vorhergehenden ergibt sich der in Tabelle 14 aufgeführte Energieverbrauch je dt TM der zugekauften Futtermittel.

Tabelle 14: Energieverbrauch für die Bereitstellung von Zukaufsfuttermitteln

Futtermittel	MJ/dt TM
Weizen	90
MLF 18/3	100
Rapskuchen	140
Sojapülpe	900
Sojaextraktionsschrot	430

2.4.3 Treibhauseffekt

Milchviehbetriebe emittieren die klimawirksamen Gase CO₂, CH₄ und N₂O, wobei 1 t CH₄ 21 t CO₂ entspricht und 1 t N₂O 310 t CO₂ (IPCC 2007 S. 33).

Kohlendioxid (CO₂)

Der CO₂-Ausstoß ergibt sich aus dem Energieverbrauch. Die Emissionswerte je Liter bzw. je MJ sind bereits oben in Tabelle 12 dargestellt.

Methan (CH₄)

In Milchviehbetrieben entsteht Methan bei der Lagerung von Mist und Gülle sowie bei der Fermentation im Pansen der Wiederkäuer. Die Methanemissionen aus den Pansen der Milchkühe werden nach Formel 1 berechnet:

Formel 1: Methanemissionen aus der Pansenfermentation von Milchkühen

$$\text{CH}_4 \text{ (g)} = 63 + 26 \text{ XP} + 79 \text{ XF} + 10 \text{ NfE} - 212 \text{ XL} \quad (\text{KIRCHGESSNER 1997, S. 121})$$

XP: Rohprotein (kg)

XF: Rohfaser (kg)

NfE: N-freie Extraktstoffe (kg)

XL: Rohfett (kg)

Die Emissionen aus der Verdauung des Jungviehs wurden mit Einheitswerten nach HEYER (1994) veranschlagt.

Die Methanbildung aus den **Exkrementen** wurde auf Basis der maximalen Emissionsrate für die jeweilige Tiergruppe sowie haltungsbedingter Konversionsfaktoren berechnet (HEYER 1994, S. 65f). Als maximale Emissionsrate werden für Milchkühe 345 kg CH₄ je Tier und Jahr und für Rinder 120 kg CH₄ je Tier und Jahr angenommen (HEYER 1994). Die maximale Emission wird prozentual auf die Stall- und Weidezeiten angerechnet und mit den entsprechenden Konversionsfaktoren multipliziert, die in Tabelle 15 dargestellt sind.

Tabelle 15: Konversionsfaktoren für die Methanemissionen aus Exkrementen

	Konversionsfaktor
Festmist	2,5%
Flüssigmist	30%
Weide	1,5%

Quelle: Heyer 1994, Hüther 1999

Die Methanemissionen aus Gülle sind demnach ca. 12 mal höher als die aus Festmist und sogar 25 mal höher als die Methanemissionen aus Weideexkrementen.

Lachgas (N₂O)

Die Literaturangaben zu N₂O-Entgasungsraten aus landwirtschaftlich genutzten Flächen zeigen eine hohe Variabilität mit Schwankungen von bis zu 300% (ERNST et al.1996, vgl. Zusammenstellung bei HOFFMANN 1999, S. 6). Regressionsmodelle sind angesichts dieser Tatsache kritisch zu bewerten, haben sich jedoch mangels handhabbarer Alternativen in Ökobilanzen durchgesetzt (ERNST et al.1996, MOSIER 1996, KÜHBAUCH et al.1999). Für schnittgenutztes Dauergrünland findet im Folgenden die Abschätzung nach MOSIER et al. (1998, S. 10) Anwendung, die den N₂O-Austrag auf Basis der NH₃- und NO₃-Emissionen, des N-Inputs in die Fläche sowie der N-Ausscheidung im Stall kalkuliert (siehe Tab. 14).

Auf Weiden sind etwa 1,5-2,5 mal höhere Lachgas-Emissionen zu erwarten als unter Schnittnutzung (VELTHOF und OENEMA 1995). Die höheren Emissionen aus Weideflächen sind auf den höheren punktuellen Nitratgehalt und partielle Verdichtungen des Oberbodens durch den Tritt zu erklären (KÜHBAUCH et al. 1996 S. 69). Zur Abschätzung der Lachgas-Emissionen auf Weideflächen wurde das Regressionsmodell nach ANGER verwendet, das die Emissionen von Nitrat, Ammoniak und Lachgas auf Weideflächen über den Nutzungstermin und die Exkrementzufuhr abschätzt (ANGER 2001 S. 117). In Tabelle 16 sind die verwendeten Emissionsfaktoren zusammengestellt.

Tabelle 16: Lachgasemissionen aus Wirtschaftsdünger und landwirtschaftlich genutzten Flächen

Emissionsquelle	Emissionsfaktor
N-Input in den Boden	1,25%
NO ₃ -Auswaschung	2,5 %
NH ₃ -Ausgasung	1%
N-Ausscheidung	Weide 1% des Urin-N, 0,3 % des Kot-N (Regressionsmodell nach Anger 2001) Festmist 2% Flüssigmist 1%

Quelle: MOSIER et al. 1998, BMU 1997, ANGER 2001

2.4.4 Gewässerschutz

Auch ökologisch wirtschaftende Milchviehbetriebe können die Qualität von Gewässern durch Emissionen von Nitrat und Phosphaten belasten.

Ein Austrag von Phosphaten ist in diesem Untersuchungsrahmen auf Grund vorangegangener Forschungsergebnisse nicht zu erwarten. Die Nitratausträge können dagegen möglicherweise erheblich sein. HAAS & DEITERT (2003, S. 35) ermittelten Stickstoffüberschüsse von bis zu 85 kg N je ha. Ökobilanzen berechnen den Nitrataustrag überwiegend über das Flächenbilanzsaldo (WOLFENSBERGER & DINKEL 1997, WETTERICH et al. 1999, ARMAN 2003). Dieses Verfahren findet auch hier Verwendung. N-Emissionen in Form von Lachgas und Ammoniak sowie die N-Bindung durch den Aufbau von Dauerhumus werden dabei berücksichtigt. Die N-Fixierung durch Leguminosen wurde nach STEIN-BACHINGER (2004) berechnet.

Weideflächen werden wegen des besonders hohen Nitrataustragungsrisikos gesondert betrachtet: Dort erfolgt die N-Zufuhr konzentriert in den Exkrementstellen. Auf einen Hektar umgerechnet würden solche Mengen einer N-Zufuhr von 350 bis 1000 kg N entsprechen (KÜHBAUCH et al. 1996, S. 7). Derartig hohe Konzentrationen können vom Pflanzenbestand nicht aufgenommen werden und führen dazu, dass in der Regel auf beweidetem Grünland im Vergleich zur Schnittnutzung deutlich mehr Nitrat verlagert wird (ROTH et al. 1997, S. 175). Die Nitratemissionen auf Weideflächen werden ebenfalls über das o.g. Emissionsmodell von ANGER (2001, S. 115) kalkuliert.

Es ist zu beachten, dass bei der Abschätzung der Nitratemissionen über das Feldbilanzsaldo Fehler in der Abschätzung anderer Parameter - z.B. der Ammoniak-Emissionen, der N₂-Fixierung oder des Entzugs im Erntegut - sich auch auf die Einschätzung der Nitratemissionen auswirken. Die Abschätzung über das Feldbilanzsaldo ist daher mit einer relativ hohen Unsicherheit behaftet. Einige Autoren (z.B. BÜCHTER 2003) berechnen daher die Nitratemissionen über fixe Emissionsfaktoren (bei BÜCHTER 20% des Feldbilanzsaldos). Bei der Verwendung fixer Emissionsfaktoren tritt jedoch unter Umständen ein ungeklärtes Saldo im Stickstoffkreislauf auf. Für die Bewertung der gesamtbetrieblichen Stoffkreisläufe ist diese Methodik daher weniger geeignet.

Aus den in der oben beschriebenen Weise berechneten flächenbezogenen Nitratemissionen wird der Nitratgehalt im Sickerwasser abgeschätzt. Dies ist Voraussetzung für die Wirkungsabschätzung, die über den Trinkwassergrenzwert von 50 mg/l erfolgt. Die Abschätzung der Sickerwasserbildung erfolgte dabei in Abhängigkeit vom Jahresniederschlag und der Bodenart nach dem Modell von DYCK & CHARDABELLAS (1963, zit. in HÖLTING 2005, S. 28).

2.4.5 Eutrophierung und Versauerung

Angrenzende Ökosysteme, insbesondere empfindliche Ökosysteme wie Wälder, Magerrasen etc. können durch gasförmige Emissionen aus landwirtschaftlichen Betrieben geschädigt werden. Die Schadwirkung besteht dabei in einer Eutrophierung und Versauerung der Ökosysteme. Eutrophierung entsteht vorwiegend durch die Deposition von Ammonium-Stickstoff (UBA 2007). Ammoniak ist mit ca. 45% inzwischen auch die wichtigste Ursache saurer Depositionen (SCHÖPP et al. 2001). Weitere Ursachen der Versauerung sind Stickoxid- und Schwefeldioxidemissionen. Der Anteil der Landwirtschaft an diesen Gasen ist allerdings vernachlässigbar (NO_x : 5%, SO_2 : ~ 0%, Quelle: UBA 2006, eigene Berechnungen). Für die Beurteilung der eutrophierenden und versauernden Wirkung ist daher die Betrachtung der Ammoniakemissionen hinreichend. Da die Landwirtschaft in Deutschland mit ca. 95% zugleich der Hauptverursacher der Ammoniakemissionen ist (UBA 2007), ist die Reduzierung der negativen Umweltwirkungen in dieser Kategorie von hoher Relevanz.

Ammoniakemissionen entstehen bei der Lagerung und Ausbringung von Wirtschaftsdünger und bei der Weidehaltung. Die Emissionen durch die Düngung werden von der Beschaffenheit des Düngemittels (Trockenmassegehalt, Festmist/Gülle) und der Ausbringungstechnik (Schleppschläuche/Prallteller) bestimmt. Außerdem hängen die Emissionen von der Retentionsfähigkeit des Pflanzenbestandes, den Bodeneigenschaften (pH-Wert, Bodentemperatur, Kationenaustauschkapazität und Bodenart) sowie von Umwelteinflüssen ab (MANNHEIM 1996 S.35, S. 37).

Ähnlich wie bei den Nitratemissionen hat auf Dauergrünland die Art der Flächennutzung einen erheblichen Einfluss auf die Emissionen, allerdings wirkt sich Weidewirtschaft hier positiv aus: Die Ammoniakemissionen auf der Weide sind deutlich geringer als bei Stallhaltung, und zwar um 65-78% (ANGER 2001, S.125, Regressionsformel S. 116). Zur Berechnung der Weideemissionen von Ammoniak wurde wie auch für die Lachgas- und Nitratemissionen das Modell von Anger verwendet.

Die Emissionen bei der Gülleausbringung auf Grünland wurden von ANGER (2001 S., 142) mit 12,5% (emissionsreduzierte Applikationstechnik) bzw. 35% (Prallteller) abgeschätzt. Für Ackerland ermittelte MANNHEIM auf Grund der höheren Infiltration und der Einarbeitung um ca. 35% geringere Werte (MANNHEIM 1996, S. 59 und S.62). Die Emissionen bei der Ausbringung von Stallmist betragen ca. 50% des Ammonium-N (FRICK et al. 1996). Die Ammonium-N-Gehalte sind in Rindermist von ökologisch wirtschaftenden Betrieben mit 7-8 % des Gesamtstickstoffs jedoch gering (DEWES & HÜNSCHE 1998). Insgesamt wird daher von 4% Ammoniak-Emission bei der

Festmistausbringung ausgegangen. Für die Ammoniak-Verluste aus Stall und Lager wurden die Emissionswerte von DÖHLER et al. (2002) übernommen.

Die verwendeten Ammoniak-Emissionsfaktoren sind in

Tabelle 17 zusammenfassend dargestellt.

Tabelle 17: Ammoniak-Emissionsfaktoren

Emissionsquelle	Emissionsfaktor
Stall	Anbindestall 4%
	Liegeboxenstall 12%
	Tiefstreustall 12%
	Tretmiststall 13%
	(DÖHLER et al. 2002)
Lager	Gülle 8% (Rund- oder Hochbehälter)
	Festmist 25%
	(DÖHLER et al. 2002)
Weide	Ca. 10%, Regression über Zeitpunkt der Beweidung und N-Gehalt der Ausscheidungen (ANGER 2001)
Gülleausbringung	Im Acker je nach Ausbringungstechnik 8-23% (MANNHEIMER 1996)
	Im Grünland ja nach Ausbringungstechnik 12-35% (ANGER 2001)
Stallmistausbringung	4% (DEWES & HÜNSCHE 1998, FRICK et al. 1996)

2.4.6 Bodenschutz

Die Bodenfunktionen landwirtschaftlich genutzter Flächen können durch Erosion, Verdichtung, Humusabbau und Eintrag toxischer Stoffe geschädigt werden (GEIER et al. 1999, S. 67 ff).

Toxische Stoffe können über Pflanzenschutzmittel, mineralische Düngemittel und Abfallstoffe wie z.B. Klärschlamm in den Boden gelangen. Im Ökologischen Landbau sind die Einsatzmöglichkeiten für Pflanzenschutz und Düngemittel stark eingeschränkt, so dass ein Eintrag toxischer Stoffe nicht zu erwarten ist (EG-Verordnungen 2092/91 und 1804/1999). Dieser Indikator wird deswegen nicht weiter betrachtet.

Für die übrigen drei Indikatoren – Erosion, Verdichtung und Humusabbau – werden im folgenden Bewertungsverfahren entwickelt. Dem Ergebnis der Bewertung wird eine Boniturnote zugeordnet. Die Gesamtnote im Wirkungsbereich Boden ist der Mittelwert dieser drei Einzelnoten.

Humusabbau

Die *Humusbilanz* gibt den Auf- beziehungsweise Abbau von organischer Bodensubstanz durch die Bewirtschaftung wieder. Ein hoher Humusgehalt verbessert die Puffer- und Filterkapazität des Bodens (SCHACHTSCHABEL et al. 1998). Aus Sicht des Umweltschutzes ist vor allem zu bemerken, dass bei hohen Humusgehalten das Risiko von Nährstoffemissionen (höhere Sorptionskapazität/KAK) und das Erosionsrisiko (Aggregatstabilität, verbesserter Wasserhaushalt) sinken. Es liegen verschiedene Bewertungsschemata für Ackerkulturen vor. Im Folgenden wird die Methode von LEITHOLD und HÜLSBERGEN (1997) verwendet. Aus dem Humusbilanzsaldo lässt sich die Veränderung des Humusgehaltes über die Zeit berechnen. Dieser Wert dient als Grundlage für die in Tabelle 18 dargestellte Bonitur.

Für Dauergrünland wird üblicherweise keine Humusbilanz erstellt, da dort stabile Humuswerte vorliegen, und zwar im Allgemeinen deutlich höhere als in ähnlichen Böden unter Ackernutzung (SCHACHTSCHABEL et al. 1998, S. 59). Dauergrünland wird daher mit der höchsten Boniturnote bewertet. Die Humusbilanznote der Ackerflächen und die des Grünlands werden gemäß dem Flächenanteil zu einer Gesamtnote verrechnet.

Tabelle 18: Boniturnote Humusbilanz [eigene Darstellung]

Veränderung des Humusgehaltes in 100 Jahren	Boniturnote	Interpretation
> 0,05 %	10	Deutlicher Humusaufbau, Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit
0 bis + 0,05 %	8	Neutral bis geringer Humusaufbau
- 0,05 bis 0 %	6	Mäßige Belastung: Verlust der Bodenfruchtbarkeit in über 400 Jahren bei 2% Ausgangsgehalt
- 1 bis - 0,5 %	4	Starke Belastung: Verlust der Bodenfruchtbarkeit in über 200 Jahren Bewirtschaftung bei 2% Ausgangsgehalt
-1 bis - 2 %	2	Sehr starke Belastung: in 100-200 Jahren Verlust der Bodenfruchtbarkeit bei Ausgangs-Humusgehalt von ca. 2%
< -2 %	0	Extremer Humusabbau, nicht nachhaltig. Normaler Humusgehalt von ca. 2 % wäre in weniger als 100 Jahren praktisch aufgebraucht.

Erosion

Unter Bodenerosion wird der Abtransport von Bodenteilchen verstanden. Erosion wird meist durch die Transportmedien Wind und Wasser verursacht (SCHACHTSCHABEL et al. 1998, S. 365), wobei die Bedeutung der Bodenerosion durch Wasser in Deutschland wesentlich größer ist als die durch Wind (EEA 2003a, EEA 2003b).

In ökologisch wirtschaftenden Milchviehbetrieben ist wegen des relativ geringen Anteils von erosionsgefährdeten Hackfrüchten und des hohen Anteils von Ackerfutterleguminosen in der Fruchtfolge die Erosionsgefährdung gering. Wegen potentiell irreversiblen Schäden wird der Faktor Bodenerosion jedoch mit in die Bewertung einbezogen. Dabei wird allerdings nur die potentielle Bodenerosion durch Wasser betrachtet.

Die Bewertung erfolgt mittels eines Schlüssels, der auf den Spezifizierungen der Allgemeinen Bodenabtragungsgleichung (ABAG) durch SCHWERTMANN et al. (1987), SAUERBORN (1994) und MOSIMANN et al. (1996) beruht (BILLEN et al. 2002).

Der Bewertungsschlüssel nach BILLEN wurde für Baden - Württemberg erstellt. Es kann jedoch davon ausgegangen werden, dass sich die relative Erosionsanfälligkeit der Kulturen in Nordrhein-Westfalen und Brandenburg nicht wesentlich von der in Baden - Württemberg (hier: Betriebsgruppe Allgäu) unterscheidet. Um die Vergleichbarkeit der Betriebstypen zu gewährleisten, wird hier ein einheitlicher Schlüssel verwendet.

Der aus Verschlammungswert, Geländewert und Fruchtfolgewart berechnete Gesamterosion wird von BILLEN et al. (2002) in Abhängigkeit von der Ackerzahl eine Boniturnote zugeordnet, die hier auf eine zehnstufige Skala mit 10 als Bestnote übertragen wird (Tabelle 19).

Tabelle 19: Boniturnote Erosion

Boniturnote	Boniturnote nach BILLEN et al.	Interpretation
10	0	Die Bodennutzung ist nachhaltig
8	1	sehr geringe Erosion, aktuelle Bodenfruchtbarkeit ist in ca. 500 Jahren merklich geschwächt
6	2	geringe Erosion, aktuelle Bodenfruchtbarkeit ist in ca. 200 Jahren merklich geschwächt, Maßnahmen können aber bereits die Gefährdung verringern
4	3	mittlere Erosion, aktuelle Bodenfruchtbarkeit ist in ca. 100 Jahren merklich geschwächt, Schutzmaßnahmen werden notwendig
2	4	starke Erosion, aktuelle Bodenfruchtbarkeit ist in ca. 70 Jahren (2 Generationen) merklich geschwächt, Schutzmaßnahmen dringend notwendig
0	5	extrem starke Erosion, aktuelle Bodenfruchtbarkeit ist in weniger als 70 Jahren (2 Generationen) merklich geschwächt, Schutzmaßnahmen werden dringend empfohlen

Verdichtung

Bodenverdichtung wird definiert als Zunahme der Bodenlagerungsdichte bzw. Verringerung des Porenvolumens gegenüber dem Ausgangswert (SCHACHTSCHABEL et al. 1998 S. 175). Das Ausmaß der Bodenverdichtung ist abhängig von der Intensität der

Bodenbelastung (exogene Faktoren: Radlast, Reifendruck, Kontaktfläche, Reifenform, Belastungsrichtung) und der Tragfähigkeit des Bodens (Bodengefüge, Bodenart, Wassergehalt, Gehalt an organischer Substanz). Bodenverdichtung verringert die biologische Bodenaktivität und die Bodenfruchtbarkeit. Zur Abschätzung der Bodenverdichtung wurden zahlreiche Modelle entwickelt, die die verschiedenen Einflussgrößen in unterschiedlichem Maße mit einbeziehen (NEUKAM 1995, WOLFENSBERGER und DINKEL 1997, weitere siehe DÜRR et al. 1995).

Im Folgenden wird das Verdichtungsrisiko auf Basis der gewichteten Bodenbelastung abgeschätzt (WOLFENSBERGER UND DINKEL 1997, vgl. auch ARMAN 2003). Dabei wird die Bodenbelastung in Abhängigkeit von der Druckspannung in 20 cm Bodentiefe berechnet. Als Einflussfaktoren für die Druckspannung werden Radlast, Aufstandsfläche und der Zustand des Bodens zum Zeitpunkt der Bearbeitung berücksichtigt. Die Verteilung der Radlast wurde dabei nach dem Schema von ARMAN (2003) berechnet. Angaben über die üblichen Reifenformate der eingesetzten Maschinen wurden AGRIVIEW 2000 entnommen. Maschinengewichte entstammen KTBL (2004). Angaben zur Art der eingesetzten Maschinen und Arbeitsverfahren entstammen der Betriebsleiterbefragung. Der Bodenzustandsfaktor differenziert nach lockerem Boden (Saatbettbereitung, Aussaat), teilabgesetztem Boden (Pflanzenschutz, Düngung) und abgesetztem Boden (Grunddüngung, Grundbodenbearbeitung, Stoppelbearbeitung, Ernte).

Die gewichtete Bodenbelastung wird für jede Kultur einzeln errechnet; anschließend der Mittelwert über die gesamte landwirtschaftliche Nutzfläche gebildet. Dem Ergebnis wird eine Boniturnote zugeordnet, wobei 800 kPa als Grenze für die höchste mögliche Bodenbelastung angenommen wird und für Werte unter 200 kPa die Bestnote vergeben wird. Diese Grenzwerte ergeben sich aus den praxistypischen Arbeitsverfahren (Tabelle 20).

Tabelle 20: Bonitur der Bodenverdichtung

Mittlere gewichtete Bodenbelastung in kPa	Boniturnote	Beispiele
< 200	10	Weide
200 - 350	8	Silage drei Schnitte Ostdeutschland
350 - 500	6	Getreide, Silage drei Schnitte, typische Maschinen für NRW
500 - 650	4	Silomais
650 - 800	2	Kartoffeln (leichte Maschinen)
>800	0	Futterrüben Heuernte 5 Schnitte, häufiges Wenden

2.4.7 Biodiversität

Dem Organischen Landbau wird eine positive Wirkung auf die Biodiversität zugesprochen (HOLE et al. 2005). Einige der Managementpraktiken, mit denen diese positive Wirkung auf die Biodiversität erreicht wird, gelten für alle Betriebstypen des Organischen Landbaus gleichermaßen (Verbot chemischer Pflanzenschutz- und Düngemittel), bei anderen ist eine Differenzierung zwischen den Betriebstypen zu erwarten. Dazu zählen eine limitierte Stickstoffzufuhr oder eine vielfältige Fruchtfolge.

Die Biodiversität in einem landwirtschaftlichen Betrieb kann *direkt* erfasst (*state Indikatoren*: Vegetationsaufnahmen, Erfassung der faunistischen Artenvielfalt) oder *indirekt* über *driving forces* abgeschätzt werden. Eine Erfassung der *state Indikatoren* führt nur dann zu einer verwertbaren Aussage, wenn eine statistische Analyse der Daten möglich ist. Dies ist in dieser Studie auf Grund des geringen Umfangs der Stichprobe (36 Betriebe) und der Inhomogenität der Standorte nicht gegeben. Daher beschränkt sich die Bewertung auf indirekte Einflussgrößen (*driving forces*), und zwar auf solche Einflussgrößen, die von der Art der Bewirtschaftung abhängen. Standortfaktoren werden nicht weiter berücksichtigt.

Die zentrale bewirtschaftungsabhängige Einflussgröße auf die Artenvielfalt im Grünland ist die Nährstoffzufuhr, insbesondere die Stickstoffzufuhr. Für Flächen mit einem potentiell hohen Anteil seltener und gefährdeter Arten wird eine N-Düngung bis 50 kg N/ha als Obergrenze betrachtet (SCHUMACHER 1995). Solche extensiven Grünlandflächen gelten aber auch unter ökologischen Anbaubedingungen als nicht rentabel (POSCHOLD & SCHUMACHER 1998, MÄHRLEIN 1993). Eine Düngung von 100 kg N/ha (halb-extensives Grünland) wird als Obergrenze für ein artenreiches Wirtschaftsgrünland genannt (SCHUMACHER 1995; BERTKE et al. 2003). Dieser Grünlandtyp wird z.B. durch Glatt- und Goldhaferwiesen und magere Weidelgras -

Weißkleeweiden repräsentiert. Er stellt eine bedeutende Insektenweide dar und leistet damit einen nennenswerten Beitrag zur Erhaltung der Biodiversität (SCHUMACHER 1995). 140 kg N/ha ist der theoretische Grenzwert im Grünlandextensivierungsprogramm (ANGER et al. 2000, MUNLV 2004). Dieser korreliert allerdings stärker mit abiotischen als mit biotischen Faktoren, der Beitrag zum Artenschutz ist gering. Für einige Arten bedeutet diese Düngungsbegrenzung jedoch schon eine Verbesserung der Lebensbedingungen (SCHUMACHER 1995; ANGER, MALCHAREK, HOFFMANN 2000).

Weitere Einflussfaktoren sind der Zeitpunkt der ersten Nutzung und die Nutzungshäufigkeit. Ein später erster Schnitt ermöglicht es nicht schnittbeständigen Arten zur Fruchtreife zu kommen. Wie spät der Schnitt im Einzelfall erfolgendes sollte, hängt von Höhenlage und Region ab. Im Folgenden werden die Schnitttermine der regionalen Vertragsnaturschutzprogramme als Richtlinie verwendet. Auch eine geringere Nutzungshäufigkeit verringert den Konkurrenzvorteil der Arten des intensiven Grünlands. Die Nutzungshäufigkeit schwankt in der Praxis zwischen zwei und fünf Schnitten.

Nutzungszeitpunkt und Nutzungshäufigkeit müssen allerdings im Einklang mit der Düngungsintensität stehen: Extensive Nutzung bei intensiver Düngung verlängert die Extensivierungsphase und kann zu hohen Nitratausträgen führen. Für extensive Nutzung werden daher nur dann Punkte vergeben, wenn auch die Düngung entsprechend extensiv ist.

Unter Berücksichtigung der genannten Faktoren mit Einfluss auf die Biodiversität lässt sich das in Tabelle 21 dargestellte Boniturschema für Dauergrünland aufstellen.

Für die Bewertung der Biotopqualität von Ackerflächen wurde das Bewertungsschema von FRIEBEN (1998, S. 107, Tabelle 21) übernommen. Bewertungsgrundlage ist dabei ausschließlich der Anteil einer Kulturart an der Fruchtfolge. Eine weitere Unterscheidung nach der Intensität der Ackernutzung ist nicht sinnvoll. Die Betriebsleiter orientieren sich in Düngung und Beikrautkontrolle an den Ansprüchen der Kulturart und erbringen keine weiteren biodiversitätsfördernden Leistungen. Betriebe, die nach dem Schema von FRIEBEN eine hohe Boniturnote erreichen, weisen in ihren Ackerflächen allein durch die Wahl der Kulturarten eine potentiell hohe Vielfalt an *Wildarten* auf.

Als Indikator der *Kulturartendiversität* wurde zusätzlich der Shannon-Index berechnet. Ein Shannon Index $> 2,2$ wird mit 3 Punkten optimal bewertet, ein Index $< 1,25$ als unzureichend (ECKERT et al. 1999).

In der Gesamtbewertung werden die Punktzahl aus dem Bereich Grünland jeweils mit der Hektarzahl gewichtet und anschließend gemittelt (Tabelle 21).

Tabelle 21: Boniturschema der Wirkungskategorie Potentielle Artenvielfalt

	Boniturstufen			
	0	1	2	3
Bewirtschaftungsintensität des Grünlandes				
kg N/ha aus Wirtschaftsdünger	>140	<140	<100	<50
Nutzungshäufigkeit	4 Nutzungen	3 Nutzungen	2 Nutzungen	1 Nutzung
Zeitpunkt 1. Nutzung				
NRW < 200 m ü. NN	< 20. Mai	> 20. Mai	> 01. Juni	> 15. Juni
NRW 200-400m ü. NN u. Allgäu	< 01. Juni	> 01. Juni	> 15. Juni	> 01. Juli
NRW > 400 m ü. NN, Brandenburg	< 15. Juni	> 15. Juni	>30. Juni	>15. Juli
Erreichbare Punktzahl: 9				
Biotopqualität der Fruchtfolge				
Flächenanteil der Ackerfläche von...	0	1	2	
Getreide	<30% oder >65%	30-45% oder 55-65%	45-55%	
Späte Hackfrüchte einschließlich Feldgemüse	<10% oder >30%	10-15% oder 25-30%	15-25%	
Ackerfutterleguminosen (2. Vegetationsperiode)	<15% oder >45%	15-25% oder 35-45%	25-35%	
Erreichbare Punktzahl: 6				
Kulturartendiversität				
Shannon-Index	< 1,25	< 1,725	< 2,2	> 2,2
Erreichbare Punktzahl: 3				

2.4.8 Tiergerechtigkeit

Tiergerechtigkeit ist eine spezifische Wirkungskategorie landwirtschaftlicher Ökobilanzen (GEIER et al. 1999, S. 23). Nach SUNDRUM (1998) sind Haltungsbedingungen dann tiergerecht, wenn sie „den spezifischen Eigenschaften der in ihnen lebenden Tiere Rechnung tragen, indem die körperlichen Funktionen nicht beeinträchtigt, die Anpassungsfähigkeit der Tiere nicht überfordert und essenzielle Verhaltensmuster der Tiere nicht so eingeschränkt und verändert werden, dass dadurch Schmerzen, Leiden oder Schäden am Tier entstehen“. Diese Definition umfasst auch die Leitprinzipien des deutschen Tierschutzgesetzes (TIERSCHG).

Darüber hinaus werden im Ökologischen Landbau erweiterte Konzepte der Tiergerechtigkeit diskutiert, die sich an den Begriffen Natürlichkeit, Harmonie und Integrität orientieren (ALROE et al. 2001).

Haltung

Zur Beurteilung der Tiergerechtigkeit der Tierhaltung wird im deutschsprachigen Raum vor allem der Tiergerechtheitsindex (TGI) nach SUNDRUM et al. (1994) verwendet. Die Richtlinien des Bioland-Anbauverbandes empfehlen ausdrücklich die Bewertung der Tierhaltung auf Basis des TGI (BIOLAND 2006).

Der Tiergerechtheitsindex für Rinder berücksichtigt folgende Einflussbereiche:

- Bewegungsverhalten
- Nahrungsaufnahmeverhalten
- Sozialverhalten
- Ruheverhalten
- Komfortverhalten
- Hygiene
- Betreuung.

Die meisten Indikatoren sind nicht unmittelbar von der Fütterungsintensität und Produktionsstruktur abhängig und sind theoretisch in jedem der hier untersuchten Betriebstypen zu realisieren. Dazu zählen insbesondere die Indikatoren der Wirkungsbereiche „Hygiene“ und „Betreuung“, aber auch Indikatoren, die sich auf den Stallbau beziehen, z.B. Liegeflächengröße, Strukturierung des Stalls, Fressplatzbreite, Bodenbeschaffenheit etc. Diese Indikatoren werden hier nicht erfasst. Der Nachweis eines eventuell vorhandenen indirekten Zusammenhangs (ein solcher wäre z.B. „schlechtere Hygiene in extensiven Betrieben“) ist auf Grund des geringen Stichprobenumfangs nicht zu erwarten.

Mit der Produktionsstruktur und Fütterungsintensität unmittelbar verbunden ist der Indikator „Weidegang“. Im Tiergerechtheitsindex nach SUNDRUM et al. (1994, S. 30ff) wird Weidegang in allen Kategorien außer bei der Betreuung als positiver Indikator gewertet. Dabei wird nach der Dauer des Weidegangs im Jahr (Anteil der Vegetationsperiode) unterschieden. In den befragten Praxisbetrieben finden sich deutlichere Unterschiede in der Weidedauer je Tag als in der Weidedauer je Jahr. Da Begründungen von Sundrum für den Indikator Weidegang keinen Zusammenhang mit dem Jahresverlauf aufweisen, scheint es angemessen, das Bewertungsschema auf die Weidedauer je Tag zu übertragen (Tabelle 22).

Tabelle 22: Gründe für die Bewertung des Weidegangs als Indikator für eine hohe Tiergerechtigkeit in den einzelnen Beurteilungskategorien des Tiergerechtheitsindex nach SUNDRUM 1994

Kategorie	Begründung für den Indikator Weide
Nahrungsaufnahme	Weide ist die natürliche Art der Futterraufnahme.
Bewegungsverhalten	Weide ist die nahezu natürliche Umwelt und ermöglicht ausgeprägte Lokomotion
Sozialverhalten	Bei Weidehaltung sind mögliche technische Störgrößen für das Sozialverhalten ausgeschlossen. Die Bewegungsfreiheit ermöglicht freie Wahl der Sozialkontakte.
Ruheverhalten	Weidegang ermöglicht freie Wahl des Weideplatzes unter Wahrung der Individualdistanz
Komfortverhalten	Weidegang ermöglicht Wahlmöglichkeiten hinsichtlich Temperatur, Sonneneinstrahlung und Windgeschwindigkeit
Hygiene	Positive Stimulans der Strahlungsintensität, Frischluft mit hohem Sauerstoffgehalt und niedrigem Keimgehalt

Eine differenzierte Bewertung verschiedener Weidesysteme erfolgt bei SUNDRUM nicht. Die in Tabelle 22 zitierten Gründe für die positive Bewertung des Weidegangs legen jedoch eine Differenzierung nahe.

Die Nahrungsaufnahme auf der Weide ist von der Weidedauer zu unterscheiden. Eine „Joggingweide“ wie sie auf einigen Betrieben praktiziert wird, kann für den Einflussfaktor Nahrungsaufnahme nicht positiv bewertet werden. Der Anteil des Weidefutters an der Gesamtration ersetzt daher im Einflussbereich „Nahrungsaufnahme“ den Indikator „Weidegang“.

Die positive Bewertung der Weide ist aus hygienischer Sicht wegen des Risikos der Infektion mit Weideparasiten, insbesondere bei Jungtieren, nicht unumstritten (PROSL 1996). Das Infektionsrisiko steigt bei Überbeweidung an. Ein geringer Anteil von Weidefutter in der Ration senkt den Anteil von aufgenommenen Larven je kg TM der Gesamtration. Gerade Betriebe mit geringer Weidefutteraufnahme treiben ihre Tiere aber häufig auf einer tendenziell überweideten Standweide aus. Im Folgenden wird daher die Weidefläche je Tier (Besatzstärke) als zusätzlicher Indikator für die Weidehygiene verwendet.

Bewegung und Sozialverhalten sind je nach Weideform in unterschiedlichem Maße möglich. Herden auf Standweiden werden überwiegend als ruhig beschrieben (THOMET 2002), Portionsweiden können die Individualdistanz der Tiere einschränken und zu Unruhe in der Herde führen (PORZIG UND SAMBRAUS, 1991 S 72). Daher wird die Besatzdichte als weiterer Indikator für diese Wirkungskategorien verwendet.

Zusätzlich zu den oben erwähnten Kategorien des Tiergerechtheitsindex wird dem Weidegang von einigen Autoren auch eine positive Wirkung auf die Tiergesundheit zugesprochen, z.B. auf die Klauengesundheit und die Fruchtbarkeit (BARTUSSEK 1999).

Fütterung

Nach der o.g. Definition von Tiergerechtheit nach SUNDRUM dürfen die körperlichen Funktionen der Tiere nicht beeinträchtigt und die Anpassungsfähigkeit nicht überfordert werden. Eine wesentliche physiologische Funktion des Wiederkäuers ist die Pansenverdauung. Eine wiederkäuergerechte Ration sollte so gestaltet sein, dass sie das Wachstum der Pansenflora optimal fördert (SÜDEKUM 1999). Durch eine Ration mit zu geringem Strukturwert und einem relativ hohen Gehalt an leicht pansenlöslicher Stärke kann es zu einer Absenkung des Pansen-pH-Wertes (Pansenazidose) kommen. Dadurch wird die Fermentation im Pansen negativ beeinträchtigt. Es kommt zu sekundären Entzündungen, z.B. Klauenrehe (NOCEK 1997). Die Wiederkäuergerechtheit des Futters wird daher im Allgemeinen über den Strukturwert der Ration bewertet (SCHWARZ 2000).

Zentrale Einflussgrößen für den Strukturwert sind die Häcksellänge und der Fasergehalt (DE BRABANDER et al. 1999). SPRANGER (1999, S. 10) empfiehlt einen Gehalt an strukturwirksamer Rohfaser von mindestens 20%. Dieser hohe Wert geht jedoch von einer geringen Futteraufnahme aus. Nach PIATOWSKY & VOIGT (1989) ist der Rohfaserbedarf vom Pansenvolumen und damit indirekt vom Gewicht der Tiere abhängig. Für Milchkühe werden 400 g strukturwirksame Rohfaser je 100 kg Körpergewicht empfohlen, also bei 600 kg Lebendgewicht ca. 2,4 kg. Dieser Wert entspricht auch in etwa der Empfehlung von GfE (2001, S. 65) mit 2,5 kg Rohfaser je Tag. Für das Verhältnis von Gesamtrohfaser und strukturwirksamer Rohfaser gibt HOFFMANN (1990) einen Umrechnungsfaktor von 0,5 für gehäckseltes Grünfutter und 1 für ungehäckseltes Futter an. Bei einer TM-Aufnahme von 10 kg müsste der mittlere Gehalt an strukturwirksamer Rohfaser daher ca. 20% betragen, bei einer TM-Aufnahme von 20 kg TM wären 10% ausreichend.

Eine tiergerechte Ration muss ferner dem leistungsabhängigen Bedarf der Kühe angepasst sein (EG-VO Nr. 1804/1999). Die Leistungsgerechtigkeit der Ration wurde schon bei der Datenerfassung vorausgesetzt und als Konsistenzindikator verwendet. Sie geht daher hier nicht in die Bewertung mit ein.

Gesundheit und Integrität

Behornung und Zellgehalte sind Indikatoren der Integrität bzw. der Gesundheit der Tiere. Sie erlauben eine unmittelbare Aussage über den Status der Tiergerechtheit (*State*

indikatoren statt *driving forces*). Zeigen sich in diesen Indikatoren Unterschiede zwischen den Betriebstypen, so kann auf die Tiergerechtheit der betrachteten Verfahren rückgeschlossen werden.

Auch in ökologisch wirtschaftenden Betrieben werden Kälber und Milchkühe häufig enthornt, um das Verletzungsrisiko für den Menschen und andere Tiere zu verringern (MENKE et al. 1998). Das Enthornen von (unter sechs Wochen alten) Rindern ist nach § 5 Tierschutzgesetz von der Betäubungspflicht ausgenommen. Die Reaktion der Tiere sowie auch Untersuchungen der Histologie und des Cortisolspiegels belegen jedoch, dass der Eingriff für die Tiere in hohem Maße schmerzhaft ist (TASCHKE 1995).

Außerdem spielt die Behornung eine wichtige Rolle bei der Bildung einer Rangordnung innerhalb der Herde. In behornen Herden ist die Rangordnung stabiler und es treten weniger kämpferische Verhaltensweisen auf als in nicht behornen Herden (SAMBRAUS 1997). Die natürliche Behornung der Tiere erleichtert insofern das artspezifische Verhalten.

In erweiterten Konzepten der Tiergerechtheit wird die Enthornung von Kühen zudem als Eingriff in ihre Integrität aufgefasst (ALROE et al. 2001).

Der Zellgehalt der Milch ist ein Indikator, der Auskunft über die Eutergesundheit gibt (MÜLLER & SAUERWEIN 2005, S. 19). In der Literatur finden sich Grenzwerte zwischen 100.000 und 200.000 Zellen/ml (DE KRUIF et al. 1998, KIELWEIN 1994, SCHEPERS et al. 1994, DVG 2002). Allerdings hat auch das Alter der Kuh Einfluss auf den Gehalt an somatischen Zellen in der Milch (DOHOO & MEEK, 1982) – ältere Kühe haben in der Regel höhere Zellzahlen. Wenn in einem Betriebstyp das durchschnittliche Herdenalter und die Zelldichte deutlich über dem Durchschnitt der Betriebe liegen, ist dies in der Interpretation der Ergebnisse zu berücksichtigen.

Gesamtbonitur

Die Bereiche Fütterung und Gesundheit/Integrität wurden zusammen ebenso stark gewichtet wie der Bereich Haltung. Da es sich bei dem Indikator „Faseraufnahme“ aus dem Wirkungsbereich „Fütterung“ um eine indirekte Einflussgröße auf die Gesundheit handelt, erschien es angebracht die beiden Bereiche Gesundheit und Fütterung in der Bewertung zusammen zu fassen. In der Gesamtbonitur wurden also die Punkte aus dem Bereich Gesundheit mit dem Faktor 5 und aus dem Bereich Fütterung mit dem Faktor 2,5 multipliziert, so dass in diesen Bereichen zusammen 30 Boniturlpunkte erreicht werden können, ebenso wie im Bereich Haltung.

Tabelle 23 stellt die Bonitur im Wirkungsbereich Tiergerechtheit zusammenfassend dar.

Tabelle 23: Boniturschema für den Wirkungsbereich Tiergerechtigkeit

		Bonitурpunkte und Bewertungskriterien				Gewichtung
Bereich Haltung	Indikatoren	0	1	2	3	1
Nahrungsaufnahme	Weidefutter	< 20%	20% - 50%	50% - 80%	> 80%	
Bewegungsverhalten	Besatzdichte	<0,1 ha/Kuh	<0,2 ha/Kuh	<0,3 ha/Kuh	>0,3 ha/Kuh	
	Weidedauer	< 1 h	< 6 h	< 12 h	> 12 h	
	Auslauf	nein	stundenweise zugänglich		immer zugänglich	
Sozialverhalten	Besatzdichte	<0,1 ha/Kuh	<0,2 ha/Kuh	<0,3 ha/Kuh	>0,3 ha/Kuh	
	Weidedauer	< 1 h	< 6 h	< 12 h	> 12 h	
	Auslauf	nein	stundenweise zugänglich		immer zugänglich	
Ruheverhalten	Weidedauer	< 1h	< 6 h	< 12 h	> 12 h	
Hygiene	Besatzstärke	<0,15 ha/Kuh	<0,3 ha/Kuh	<0,5 ha/Kuh	>0,5 ha/Kuh	
	Weidedauer	< 1 h	< 6 h	< 12 h	> 12 h	
Erreichbare Punktzahl						0 - 30
Fütterung		0	1	2	3	5
Faseraufnahme	Gesamtaufnahme strukturierter Rohfaser (kg/Kuh und Tag)	<2,5 kg	<3 kg		> 3 kg	
Erreichbare Punktzahl						0 - 15
Gesundheit		0	1	2	3	2,5
Behornung		enthornt			nicht enthornt	
Zellzahl		>300.000	>150.000	>100.000	<100.000	
Erreichbare Punktzahl						0 - 15
Erreichbare Gesamtpunktzahl						0 - 60

2.4.9 Milchqualität

Verschiedene Studien haben in den letzten Jahren einen Einfluss der Fütterung auf das Fettsäuremuster der Milch nachgewiesen, insbesondere den Gehalt an konjugierten Linolen-Säuren (CLAs) und Omega-3-Fettsäuren (CHOUINARD et al. 2001, COLLOMB et al. 2001, DHIMAN 1999, JIANG et al. 1996, KELLY et al. 1998, WARD et al. 2003, WEIß et al. 2006). CLAs werden verschiedene positive Wirkungen auf die menschliche Gesundheit zugesprochen, z.B. eine antikanzerogene (HA et al. 1987), antidiabetogene (HOUSEKNECHT et al. 1998) und antithrombotische (TRUITT et al. 1999) Wirkung. Omega-3-Fettsäuren wirken vor allem protektiv gegen Herz-Kreislauf-Erkrankungen (ALBERT et al. 2002, LEAF 2002). Des Weiteren wird ein Einfluss der Fütterung auf den Antioxidantiengehalt der Milch diskutiert (NIELSEN et al. 2004, HAVEMOOS 2004).

Die ernährungsphysiologisch höhere Qualität des Produktes ist strenggenommen keine Wirkungskategorie der Ökobilanz, sondern eher ein Produktivitätskriterium: Geringere gesundheitsfördernde Eigenschaften stellen keinen Schaden für den Konsumenten da, sondern nur eine Schlecht-Erfüllung seiner Ernährungsansprüche, also eine geringere Leistung des Produktes. Die Kategorie Milchqualität wurde hier dennoch dem Bereich der Umweltwirkungen zugerechnet, und zwar aus folgendem Grund:

Eine hohe Milchqualität wird bis dato nur in Ausnahmefällen über den Preis honoriert (Ausnahme: Modellprojekt Aktiv-3, www.aktivdrei.de). Eine geringere Milchqualität bedeutet also keinen ökonomischen Schaden für den Landwirt, sondern - ebenso wie eine höhere Umweltbelastung - einen negativen externen Effekt. Eine Einordnung des Wirkungsbereiches „Milchqualität“ erschien daher an dieser Stelle sinnvoll. Außerdem zählt eine hohe Produktqualität ebenso wie eine hohe ökologische Qualität zu den erklärten Zielsetzungen des Ökologischen Landbaus (IFOAM 2002, S. 13). Sie bildet damit eine weitere Rahmenbedingung für die ökologische Produktion.

Eine besonders positive Wirkung auf die Milchqualität wird dem Weidegang zugesprochen (WEIß 2006, DHIMAN et al. 1999, WARD et al. 2003, KELLY et al. 1998). Ein hoher Kraftfutter- und Maisanteil in der Ration wirkt sich dagegen negativ auf die Fettsäurezusammensetzung aus (DHIMANN et al. 1999, DEWHURST et al. 2003, WEIß 2006, DE WIT et al. 2006). Nach DEWHURST (2003) hat zudem Kleeegrassilage im Vergleich zu Grassilage einen positiven Effekt auf die Gehalte an CLAs und Omega-3-Fettsäuren. MOREL (2005) fand einen positiven Effekt von Luzernefutter. Silagefreie Fütterung hat nach SCHÄREN et al. (2005) ebenfalls einen tendenziell positiven Effekt, der allerdings nicht statistisch abgesichert werden konnte. Die Korrelation zwischen Rationsgestaltung und CLA-Gehalt war tendenziell stärker als zwischen Rationsgestaltung und dem Gehalt an Omega-3-Fettsäuren (DE WIT 2006).

Die Unterschiede zwischen verschiedenen Fütterungssystemen waren im Winter deutlich geringer als im Sommer, der Effekt der Weidehaltung also stärker als der verschiedener Futterkonserven (MOLKENTIN 2006, BAARS et al. 2005).

HAVEMOSE et al. (2004) zeigten, dass ein hoher Anteil von Maissilage gegenüber einer grassilagebasierten Fütterung den Gehalt an Antioxidantien in der Milch senkt.

Auf Basis dieser Studien wurde das folgende Boniturschema erstellt (Tabelle 24).

Tabelle 24: Boniturschema Milchqualität

Futtermittel	Bonitur	Begründung (Unterschiede zu Standard)
Weide	3	Deutlich höhere Gehalte an CLA in diversen Studien, tendenziell mehr Omega-3-Fettsäuren
Klee-/Luzerne Heu	2	Signifikant positiver Einfluss von Leguminosen gegenüber Gras, tendenziell positiver Einfluss silagefreier Fütterung
Klee-/Luzerne Silage	1	positiver Einfluss von Leguminosen gegenüber Gras
Gras-Heu	1	positiver Einfluss silagefreier Fütterung
Gras-Silage	0	(Standard)
GPS	0	(keine Untersuchungen vorliegend)
Silomais	-2	signifikant geringerer CLA-, Omega-3- und Antioxidantiengehalt
Kraftfuttermittel	-2	signifikant geringere CLA- und Omega-3-Gehalte

2.5 Produktivität und Produktionseffizienz

Die Begriffe Produktivität und Effizienz werden unterschiedlich definiert, in der Praxis aber auch synonym verwendet (vgl. GUBI (2006), DLG (2004)). Hier bezeichnet der Begriff Produktivität, welche Produktmenge mit Hilfe eines gegebenen Inputs erzeugt wurde, und der Begriff Produktionseffizienz die benötigte Menge an Produktionsmitteln für eine gegebene Produktmenge. Im Milchviehbetrieb ist die Milch das produzierte Primärprodukt. Zu ihrer Gewinnung werden hauptsächlich Arbeit und Fläche für die Futterproduktion benötigt. Für die Beschreibung von Betriebstypen unterschiedlicher Fütterungsintensität wird außerdem das eingesetzte Kraftfutter als separater Produktionsfaktor aufgefasst. Der klassische Produktionsfaktor Kapital wurde in dieser Arbeit nicht bestimmt, da die entsprechenden Daten von den Landwirten nicht freigegeben waren.

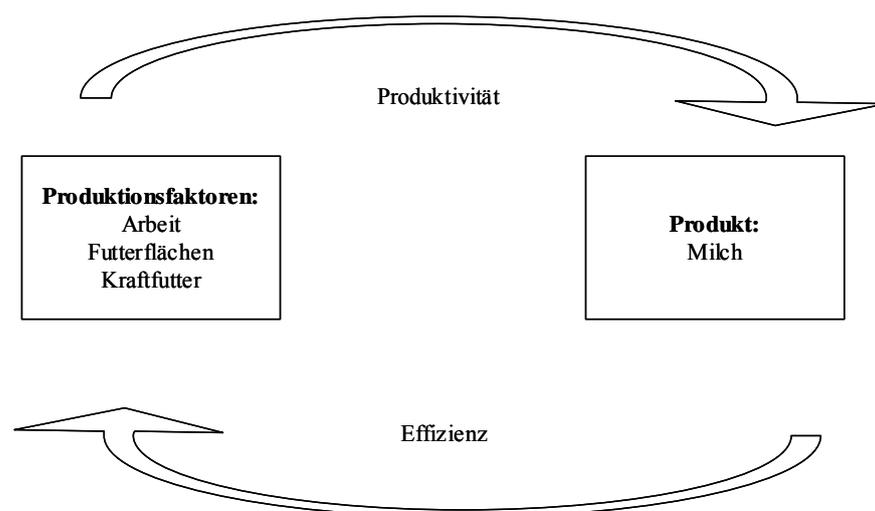


Abbildung 6: Veranschaulichung des Begriffspaars Produktivität und Effizienz

Die **Flächenproduktivität** wird in der Einheit kg FPCM je Hektar angegeben. Berücksichtigt werden dabei nur die für die Fütterung des Milchviehs benötigten Flächen. Zugekauften Futtermitteln wird durch Standardertragsannahmen ebenfalls ein Flächenbedarf zugeordnet (Tabelle 25). Sofern es sich um Futtermittel handelt, die als Nebenprodukte eines Produktionsprozesses einzustufen sind (Sojapülpe, Rapskuchen, Biertreber), wurde von einem Standardertrag für das verarbeitete Feldprodukt ausgegangen und die Anteile von Primär- und Nebenprodukt an den verarbeiteten Erzeugnissen abgeschätzt. Die **Effizienz der Flächennutzung** ergibt sich als Kehrruch aus der Flächenproduktivität in der Einheit ha je 1000 kg FPCM. Der **Futterflächenbedarf je Kuh** ist ein weitere gebräuchliche Kenngröße im Zusammenhang mit der Beschreibung der Flächenproduktivität eines Betriebssystems, die zu Vergleichszwecken ebenfalls ausgewiesen wird. Auch dabei werden innerbetriebliche Flächen und Flächen für Zukaufsfuttermittel berücksichtigt. Die Jungviehaufzucht wird als separates, von der Intensität der Milchviehhaltung weitgehend unabhängiges Verfahren aufgefasst und der entsprechende Flächenbedarf wird nicht dem Betriebszweig Milchvieh zugeordnet. Die Sensitivität von Berechnungen der Flächenproduktivität gegenüber Ertragsannahmen wird an einem Beispiel mit geänderten Erträgen für Zukaufsfuttermittel dargestellt (Kapitel 3.4.1).

Das Maß der **Arbeitsproduktivität** ist in der Einheit kg FPCM je Akh definiert, wobei nicht zwischen Familienarbeitskräften und Angestellten unterschieden wird. Es werden nur die für das Milchvieh benötigten Arbeitsstunden berücksichtigt. Entsprechend ergäbe sich das Maß der **Arbeitseffizienz** als Kehrruch der Produktivität in der Einheit Akh je 1000 kg FPCM. In der Praxis ist jedoch die Kenngröße Akh je Kuh gebräuchlich, die daher auch hier dargestellt wird. Da landwirtschaftliche Betriebe nicht nur als Produzenten von Nahrungsmitteln, sondern auch als Arbeitgeber in häufig strukturschwachen Regionen fungieren, wird außerdem das **Arbeitsplatzpotential** des Betriebszweigs definiert als die Anzahl von Arbeitskräften, die im gegenwärtigen Zustand auf der bewirtschafteten Fläche beschäftigt werden (AK je 100 ha), wobei wiederum nicht zwischen Familienarbeitskräften und Angestellten unterschieden wird.

Für die **Produktivität des Kraftfuttereinsatzes** wird das Maß kg FPCM/kg Kraftfutter verwendet. Die Berechnung erfolgt auf Grundlage der mit dem Kraftfutter verfütterten Energiemenge, indem der Energieanteil der Kraftfuttermittel am Energiegehalt der Gesamtration die aus Kraftfutter produzierte Milchmenge festlegt. Saftfuttermittel werden dabei dem Kraftfutter zugeordnet.

Tabelle 25: Ertragsannahmen für Zukaufsfuttermittel

Futtermittel	Ertragsannahme
Milchleistungsfutter*)	32 dt TM/ha
Rapskuchen	24 dt TM/ha
Sojapülpe	4,6 dt TM/ha
Getreide	40 dt TM/ha
Kartoffeln	105 dt TM/ha
Lupinen	25 dt TM/ha
Biertreber	0,5 dt TM/ha
Ackerbohnen	35 dt TM/ha

*) Gewichtetes Mittel der Erträge der Komponenten gemäß Kap. 2.4.2.

Als **Kraftfuttermittel** wird nicht wie bei den Produktionsfaktoren Fläche und Arbeit der Kehrbuch der Kraftfutterproduktivität ausgewiesen. Stattdessen wird, entsprechend der üblichen Praxis der Quotient aus Kraftfuttermenge und Gesamtleistung, nicht der Leistung abzüglich Grundfutterleistung, angegeben (DLG 2004, TRÜTKEN 2007). Die Kraftfuttermittel beinhaltet dadurch gleichzeitig Aspekte von Fütterungseffizienz und Fütterungsintensität.

Häufig wird auch die Ökoeffizienz von Produktionsverfahren untersucht, um die Umweltwirkungen, die mit einem Produktionsverfahren einhergehen, zu beschreiben. Dabei werden üblicherweise einzelne Umweltkategorien isoliert betrachtet oder zu einem gemeinsamen Indikatorwert verdichtet. Auf dieses Vorgehen wird hier zugunsten der in Kapitel 2.4 dargestellten differenzierten Ökobilanzierung verzichtet.

2.6 Optimierte Betriebstypen

Die Erfolge der Praxisbetriebe in Bezug auf pflanzenbauliche Erträge, Kraftfuttermittel und Remontierungsrate liegen zum Teil weit über oder unter dem Mittelwert. Entsprechend groß ist die Bandbreite der ökonomischen und ökologischen Ergebnisse auf einzelbetrieblicher Ebene. Die Ursachen dafür sind vielfältig und liegen unter anderem in den Ausgangsbedingungen (Standort, Zuchtmaterial, etc.), jedoch auch in individuellen Schwerpunkten, Erfolgen und Misserfolgen der einzelnen Betriebsleiter, die nicht Gegenstand der vorliegenden Untersuchung sein können. Um das Optimierungspotential der einzelnen Betriebstypen in ökonomischer wie ökologischer Hinsicht verallgemeinernd abschätzen zu können, wurde für alle Typen ein idealisierter Zustand beschrieben. In diesem Zustand erzielen die Modellbetriebe in allen Produktionsbereichen überdurchschnittliche Erfolge und ergreifen daneben eine Reihe von hochwirksamen Umweltmaßnahmen: So wurde bei Flüssigmistwirtschaft

generell emissionsreduzierte Ausbringungstechnik angenommen. Für alle Typen wurde auf 5% der Grünlandfläche extensive Bewirtschaftung angenommen. Auf den übrigen Flächen (Grünland und Acker) wurde ein für den jeweiligen Standorttyp sehr hohes Ertragsniveau postuliert. Auch die Milchleistung liegt über dem Durchschnitt der Intensitätsklasse. Der Kraftfuttereinsatz wurde nach Ausnutzung des verfügbaren Grundfutters und des Futteraufnahmevermögens der Tiere optimal an die Milchleistung angepasst. Parameter der Rationskontrolle (Energie- und Proteinversorgung, ruminale Stickstoffbilanz und Rohfasergehalt) wurden teilweise vom Rand des Toleranzbereichs in dessen Mitte verschoben. Wenn das verfügbare Grundfutter deutlich unter der Aufnahmekapazität der Herde lag, wurde entweder die Herdengröße gesenkt, oder das Anbauflächenverhältnis zugunsten von Ackerfutter angepasst. In Anlehnung an Praxisempfehlungen wurde generell eine Grundfutterreserve von ca. 10% einkalkuliert. Milchleistung, Fütterungsintensität und Fütterungsstrategie wurden jedoch nur innerhalb der durch den Betriebstyp bzw. die dazugehörige Betriebsklasse vorgegebenen Bandbreite variiert. Der Spielraum der im Modell vollzogenen Anpassungsmaßnahmen ergab sich dabei nicht nur aus den vorliegenden numerischen Daten, sondern auch aus Angaben der Betriebsleiter zu Produktionszielen und Leitlinien ihrer Tätigkeit. Die resultierenden optimierten Betriebstypen wurden derselben Analyse im Hinblick auf Ökologie, Ökonomie und Produktivität wie die Typen im IST-Zustand unterzogen und die Ergebnisse denen der Ausgangstypen gegenübergestellt (Kap.3.5).

2.7 Szenarienrechnung

In diesem Kapitel wird der Frage nachgegangen, wie sich die Umweltwirkungen und die Ökonomie der Betriebstypen entwickeln, wenn sich die Rahmenbedingungen der Produktion ändern. Dazu wurde zum einen Modifikationen der Produktionsverfahren betrachtet, zum anderen veränderte ökonomische Rahmenbedingungen wie Preisänderungen oder Änderungen im Prämiensystem.

2.7.1 Produktionsbezogene Szenarien

In den Richtlinien einzelner Anbauverbände und in Umweltschutzprogrammen gibt es Prinzipien und Vorschriften, die zum Teil deutlich über die Richtlinien der EU-Verordnung für den Ökologischen Landbau hinausgehen. Eventuell könnte durch eine entsprechende Verschärfung der EU-Richtlinien eine Verbesserung der Ökobilanz erreicht werden. Dabei ist jedoch zu beachten, welche ökonomischen Konsequenzen eine solche Verschärfung für die Betriebe bedeuten würde. Wenn eine Verschärfung der Richtlinien einen solchen Kostenanstieg zur Folge hätte, dass ein Ausgleich auch bei

einem Anstieg der Preise nicht realistisch ist, würde dies im Zweifelsfall zu einem Ausscheiden des Betriebes aus der Produktion führen. Die Gesamtökobilanz würde dadurch nicht verbessert.

Es werden fünf ökologisch begründete Restriktionen der Produktionsstruktur sowie ihre Auswirkungen auf die Umwelt und die Ökonomie der Betriebstypen untersucht.

Die Anpassung der Betriebe an diese Szenarien ist nicht in allen Fällen trivial und eindeutig. Es wurde versucht, einen möglichst linearen und transparenten Anpassungsprozess zu wählen.

a) Limitierung des GV-Besatzes

Die „Richtlinien zur Förderung einer markt- und standortangepassten Landbewirtschaftung“ (MUNLV NRW 2007) schreiben für extensiviertes Grünland einen Viehbesatz von maximal 1,4 GV/ha HFF vor. Ziel dieses Grünland-Extensivierungsprogramms ist die Erhaltung der Grünlandflächen, der abiotische Ressourcenschutz sowie in geringerem Maße die Förderung einer vielseitigen Grünlandvegetation. Im Ökologischen Landbau sind 2 GV/ha LN erlaubt, so dass ein höherer Viehbesatz als im Grünlandextensivierungsprogramm möglich ist. Damit ist es theoretisch möglich, dass ökologisch wirtschaftende Betriebe in den genannten Kategorien geringere Umweltleistungen erbringen als konventionelle Betriebe. Es wurde also ein Szenario berechnet, in dem der maximal zulässige Viehbesatz auf 1,4 GV/ha HFF begrenzt ist, um die Auswirkungen einer solchen Restriktion auf die Ökonomie und Ökologie der Betriebstypen zu untersuchen.

Eine Anpassung der Betriebstypen an die Bedingung dieses Szenarios erfolgte durch eine Reduktion der Anzahl der Milchkühe und eine Anpassung der Ration durch entsprechende Erhöhung der Grundfutteraufnahme (soweit möglich) mit entsprechender Reduzierung des Kraftfuttereinsatzes. Soweit fütterungstechnisch realistisch, wurde eine Erhöhung der Einzeltierleistung durch die größere verfügbare Futtermenge je Kuh angenommen.

b) 100% eigenes Futter

Möglichst geschlossene Betriebskreisläufe sind ein erklärtes Leitbild des Ökologischen Landbaus. Nach den Richtlinien des Demeterverbandes ist „vollständige Selbstversorgung“ anzustreben (DEMETER 2002).

Die Anpassung der Betriebstypen an dieses Szenario erfolgte in Grünlandbetrieben durch Weglassen des Kraftfutters bei entsprechend nach unten korrigierter Milchleistung. Wo dies zu extrem geringen Milchleistungen führte, wurde der Viehbesatz etwas reduziert und die Grundfutterleistung entsprechend erhöht.

In Ackerbaubetrieben erfolgte ein Ersatz von Zukaufsfutter durch eigene Futtermittel. Dazu wurde die Fruchtfolge entsprechend angepasst. Als betriebseigene Kraftfuttermittel wurden Getreide und Körnerleguminosen (NRW: Ackerbohnen, Ost: Lupinen) eingesetzt.

c) 50% Weideanteil in der Sommerration

Die Futteraufnahme über Weidegang gilt als besonders wiederkäuergerecht. Nach den Richtlinien des Demeterverbandes ist „eine Futteraufnahme über Weidegang anzustreben“ (DEMETER 2002). In diesem Szenario wird untersucht, welche Effekte es hätte, wenn 50% der Trockenmasse der Sommerration über die Weide aufgenommen werden müssten.

Die Anpassung der Betriebstypen erfolgte durch Anpassung der Nutzungsverteilung im Grünland auf das notwendige Niveau beweideter Fläche sowie eine Erhöhung der täglichen Weidezeit. Dadurch sind Unterschiede in der Energieeffizienz, in den Stickstoffausträgen sowie in der Tiergerechtigkeit und der Milchqualität zu erwarten.

d) Höchstens 10% Kraftfutter

Im Schweizer Anbauverband Bio-Suisse sind maximal 10% Kraftfutter in der Ration von Milchkühen zugelassen (BIO-SUISSE 2007).

Die Anpassung an dieses Szenario erfolgte in Grünlandbetrieben durch eine Reduktion des Kraftfuttereinsatzes mit entsprechend sinkender Milchleistung. Falls erforderlich wurde entweder eine Reduktion des Viehbesatzes oder eine Erhöhung der Grundfutterleistung angenommen, um eine realistische Einzeltierleistung zu erzielen.

e) Regionales Kraftfutter

Der Import überregional erzeugter Futtermittel wird im Ökologischen Landbau zum Teil kritisch gesehen. Weite Transportwege können unter Umständen viel Energie kosten. Mangelnde Transparenz der Erzeugungsbedingungen – insbesondere bei Import aus Entwicklungsländern – kann zudem bedeuten, dass die ökologische und soziale Qualität nicht sichergestellt werden können. Der Bioland-Verband untersagt daher den Import von Futtermitteln aus der „Dritten Welt“ (BIOLAND 2006).

In diesem Szenario werden Sojaprodukte, die überwiegend noch aus Import-Soja stammen, durch andere eiweißhaltige Futtermittel (Rapskuchen, Ackerbohnen) aus regionaler Produktion ersetzt.

f) Umstellung auf 100% Biofütterung

Bei der Modellierung der Betriebstypen wurde bereits von der aktuellen Regelung ausgegangen, nach der das Futter für die Milchkühe ausschließlich aus ökologischem

Anbau stammen muss. Ein Teil der untersuchten Betriebe verfütterte jedoch vor der Umstellung auf vollständige Biofütterung im Jahr 2003 Biertreber und Kraftfuttermittel aus konventioneller Produktion. Rationen mit Biertreber und Kraftfutter aus konventioneller Produktion wurden für alle betroffenen Betriebstypen aufgestellt und in ökologischer und ökonomischer Hinsicht mit den aktuellen Rationen verglichen um zu untersuchen, ob die Einführung der 100% -Bio-Regelung für die Betriebstypen mit ökologischen oder ökonomischen Vor- bzw. Nachteilen verbunden war.

2.7.2 Variation der ökonomischen Rahmenbedingungen

Im Gegensatz zu den dargestellten produktionsbezogenen Szenarien wurden in den ökonomischen Szenarien keine Anpassungsreaktionen auf veränderte Rahmenbedingungen modelliert. Die Betriebe werden mit unverändertem Produktionsspektrum, insbesondere mit gleichbleibender Fütterung und Milchleistung unter den verschiedenen Szenarien betrachtet.

a) Erhöhung der Kraftfutterpreise und der Pachtpreise für Ackerland (+20%)

Aufgrund der Flächenkonkurrenz zwischen der herkömmlichen landwirtschaftlichen Produktion und dem Anbau nachwachsender Rohstoffe sind in einigen Gebieten derzeit bereits Anstiege des Pachtpreises für Ackerland zu beobachten. Eine weitere Erhöhung der Kraftfutterpreise ist dadurch in der Zukunft zu erwarten. In der Szenarienrechnung wird von einem Anstieg der Preise für Ackerpacht und Kraftfutter um 20% ausgegangen.

b) Änderung der Öffentlichen Direktzahlungen durch die GAP-Reform

Durch die Agenda 2000 wurden für landwirtschaftliche Betriebe produktionsbezogene Prämien für die Tier- und die Pflanzenproduktion festgelegt (BMVEL 2002a und 2002b). Für die Darstellung der Förderungssituation der Betriebstypen im Jahr 2004 wurden die direkt auf den Betriebszweig Milchvieh bezogenen Prämien sowie die Prämien für Flächen, die für die Futterproduktion für das Milchvieh benötigt wurden, addiert und auf die produzierte Milchmenge umgerechnet. Dabei werden Milch- und Schlachtprämie berücksichtigt sowie im Pflanzenbau die Kulturpflanzen-Ausgleichszahlungen. Zahlungen aus Agrarumweltprogrammen (Vertragsnaturschutz, Weideprämie, Festmistprämie) werden dagegen nicht berücksichtigt.

Seit der GAP-Reform wird die Betriebsprämie unabhängig von der aktuellen Produktion gezahlt. Die individuelle Betriebsprämie wird aus dem Produktionsspektrum zu einem festgesetzten Stichtag und des länderspezifischen Wertansatzes abgeleitet, um einen Modulationssatz gekürzt und bis zum Jahr 2013 stufenweise in eine je Bundesland einheitliche Prämie je ha umgewandelt (BMELV 2006). In der

Szenarienrechnung wird die voraussichtliche Situation des Jahres 2013 derjenigen im Jahr 2004 gegenübergestellt. Eine Zuordnung zum Betriebszweig Milchvieh erfolgt im Modell jedoch ebenfalls über die für das Milchvieh benötigte Betriebsfläche.

c) Wegfall der Bioprämie

Die Bioprämie stand in der Vergangenheit mehrfach zur Diskussion. In einzelnen Bundesländern wurde sie bereits gekürzt. Andererseits wird immer wieder ein Ausbau der zweiten Säule der Agrarpolitik und die Beibehaltung der Bioprämie gefordert. In der Szenarienrechnung wird ausgehend von der Situation im Jahr 2004 der Verlust je kg FPCM dargestellt, der durch den Wegfall der Bioprämie entstehen würde.

d) Wegfall der Trocknungskostenbeihilfe

Die Trocknungskostenbeihilfe für die Herstellung von Pellets aus betriebseigenem Futter wurde im Zuge der GAP-Reform bereits gekürzt und soll bis zum Jahr 2013 ganz wegfallen. Für den Betriebstyp ALLGÄU wird der Verlust, der sich dadurch je kg FPCM ergibt, dargestellt. Dabei wird davon ausgegangen, dass die Fütterungsstrategie trotz Wegfall der Trocknungskostenbeihilfe beibehalten wird.

e) Bindung der Prämienzahlungen an den Faktor Arbeit

Von verschiedener Seite wird der GAP-Reform vorgeworfen, kleine und mittlere bäuerliche Betriebe gegenüber flächenstarken Großbetrieben zu benachteiligen. Die Bindung der öffentlichen Direktzahlungen an sozioökonomische Kriterien wird gefordert. Ein Vorschlag (ABL 2005) kürzt die Prämien stufenweise in Abhängigkeit von der Prämiensumme und sieht daneben vor, für sozialversicherungspflichtige Beschäftigungsverhältnisse einen Teil dieser Kürzungen ausgleichen zu können (Tabelle 26).

Tabelle 26: Prämienumverteilung nach dem Vorschlag der ABL, eigene Darstellung

Prämiensumme	Änderung
< 30.000 €	keine
30.001 € - 100.000 €	-25%
100.001 € - 200.000 €	-50%
> 200.000 €	-75%
Ausgleich	
je angestellte AK	+15.000 €

3 Ergebnisse und Diskussion

3.1 Produktionsdaten der Betriebstypen

Die sechs Betriebstypen oder Modellbetriebe unterteilen sich in jeweils drei Typen auf Grünlandstandorten und drei Typen, deren Grünlandanteile unter 55% liegen. Zwei der Betriebstypen auf Grünlandstandorten sind in Hügellagen in NRW angesiedelt (EXT_GL und INT_GL), der dritte Betriebstyp auf Grünland ist der Typ ALLGÄU, der in Baden-Württemberg liegt. Abweichend von der Praxiserhebung wurde hier angenommen, dass es sich um Betriebe mit 100% Grünlandanteil handelt, während in der Praxis gelegentlich auch auf typischen Grünlandstandorten in geringem Umfang Ackerbau betrieben wird. Von den Ackerbautypen befinden sich ebenfalls zwei Betriebe in NRW (EXT_AB und INT_AB), während der dritte Betriebstyp mit Ackerbau (OST) in Ostdeutschland auf einem sandigen Standort angesetzt wurde, beispielsweise im Land Brandenburg im Spreewald. Flächenausstattung und Standortgegebenheiten sind in Tabelle 27 dargestellt.

Tabelle 27: Flächenausstattung Standortgegebenheiten der Betriebstypen

Merkmal	Einheit	EXT_GL	INT_GL	EXT_AB	INT_AB	ALLGÄU	OST
Landwirtschaftliche Nutzfläche	ha	65	110	65	115	55	1700
Grünlandanteil	%	100%	100%	54%	48%	100%	41%
Höhenlage	m. ü. NN	300	550	150	25	710	60
Jahresniederschlag	mm	900	730	1150	720	1100	500
Temperatur	°C	8	8,3	7,9	9,9	6,8	8,5
Bodenart		L	sL	sL	IS	L	S
Ackerzahl		35	0	45	45	0	19
Grünlandzahl		38	27	45	45	50	23
Ackerkulturen		-	-	Rotklee- gras Getreide Kartoffeln, Feldgemüse	Rotklee- gras Getreide, Kartoffeln, Mais	-	Ackergras; Getreide, Lupinen, Mais
Viehbesatz	GV/ha	1,2	1,4	1,0	1,2	1,4	0,4
Nutzungshäufigkeit Dauergrünland	Max. Anzahl	3	4	3	4	5	3
Ertrag Dauergrünland	dt TM/ Jahr	75	75	80	80	85	35

Unter den vier Betriebstypen in NRW arbeiten zwei mit geringerer und zwei mit höherer Fütterungsintensität – gemessen an der eingesetzten Kraftfuttermenge. Entsprechend den Betriebsklassen der Praxisbetriebe liegt dabei die Kraftfuttermenge

des intensiv fütternden Typs auf Ackerbaustandort (INT_AB) nur geringfügig über dem extensiven Typ auf Grünlandstandort (EXT_GL) (Tabelle 28). Durch den Einsatz von Silomais erreicht der Typ INT_AB jedoch eine höhere Energiekonzentration des Grundfutters als der Typ EXT_GL. Der Typ OST wurde als relativ intensiv fütternder Betrieb modelliert, dessen Kraftfuttereinsatz höher liegt als der des Typs INT_AB. Gleichzeitig erreicht der Typ OST jedoch nicht so hohe Leistungen wie der Typ INT_AB. Der Typ INT_GL stellt einen Betrieb auf Grünlandstandort mit sehr intensiver Fütterung dar und erreicht von allen Typen die höchste Milchleistung. Die extensiver fütternden Betriebstypen EXT_GL, EXT_AB und ALLGÄU unterscheiden sich hinsichtlich der Milchleistung weniger stark als die intensiv wirtschaftenden Betriebstypen. Unterschiede entstehen hier durch den Einsatz von Silage beim Typ EXT_GL, deren Energie- und Proteingehalte höher eingeschätzt wurden als das beim Typ EXT_AB eingesetzte Bodenheu. Der Betriebstyp ALLGÄU produziert durch Unterdachtrocknung höherwertiges Heu und setzt außerdem Pellets ein, die dem Grundfutter zugerechnet wurden und daher die rechnerische Grundfutterleistung der Tiere erhöhten. Die drei extensiven Betriebstypen sind deutlich kleiner als die intensiven Typen: ein Sachverhalt, der den Beobachtungen in der Praxis entspricht (Abbildung 7).

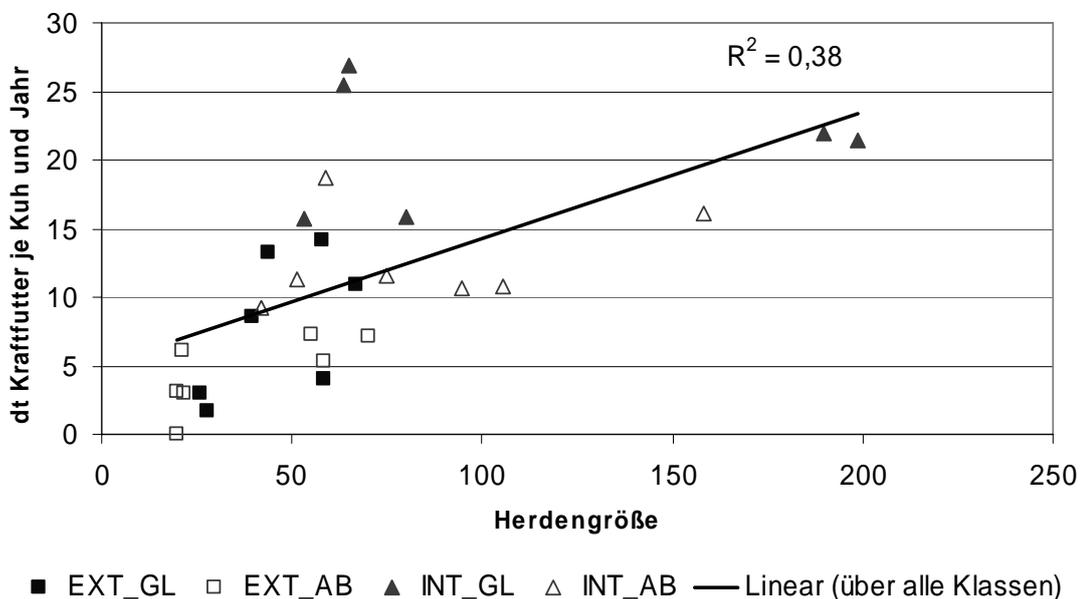


Abbildung 7: Herdengröße und Fütterungsintensität der Betriebsmediane der Praxisbetriebe (NRW)

Den Ackerbautypen in NRW wurde ein geringerer Viehbesatz unterstellt als den Grünlandbetrieben. Dabei halten die extensiver wirtschaftenden Typen jeweils weniger Großvieheinheiten je ha als die intensiv wirtschaftenden. Im Allgäu entspricht der Viehbesatz von 1,4 GV/ha dem des Typs INT_GL in NRW. In Ostdeutschland dagegen

werden nur 0,4 GV je ha gehalten. Auf Standorten mit niedrigerem Viehbesatz wird das Grünland mit maximal drei Nutzungen pro Jahr weniger intensiv genutzt als bei den übrigen Typen.

Im Allgäu sind sogar fünf Nutzungen pro Jahr die Regel. Dort liegt auch der Ertrag im Grünland mit 85 dt TM je ha am höchsten. Der Betriebstyp OST erreicht nur maximal drei Nutzungen pro Jahr, wobei etwa 70% seiner Grünlandflächen noch seltener genutzt werden. Der Durchschnittsertrag wird entsprechend mit 35 dt TM je ha deutlich niedriger angesetzt. In Tabelle 28 findet sich eine Übersicht über die Produktions- und Fütterungsdaten der Betriebstypen.

Tabelle 28: Produktions- und Fütterungsdaten der Betriebstypen

Merkmal	Einheit	EXT_GL	INT_GL	EXT_AB	INT_AB	ALLGÄU	OST
Milchproduktion							
Herdengröße	Stück	45	75	35	85	40	350
Milchleistung	kg FPCM/Kuh und Jahr	6.000	8.400	5.600	7.600	6.000	6.800
Grundfütterleistung	kg FPCM/Kuh und Jahr	4.734	4.462	4.661	5.311	5.394	4.191
Milchviehfütterung							
Fütterungsintensität	dt TM Kraftfutter/Kuh und Jahr	9	22	4	11	4	16
Weideanteil	% der TM in Sommerration	50%	15%	60%	25%	45%	9%
Weidezeit	h je Jahr	2.194	790	2.984	1.229	1.580	878
Heuanteil	% der Winterration	-	-	85% (Heulage)	-	75%	-
Eingesetzte Grundfüttermittel		Weide, Silage	Weide, Silage	Weide, Heu (Boden), KG-Heu Grassilage	Weide, Grassilage, KG-Silage, Silomais	Weide, Heu (UDT)	Weide Grünfütter Grassilage KG-Silage Silomais
Eingesetzte Kraft- und Saftfüttermittel		MLF 18/3 Rapskuchen	Getreide MLF 18/3 Rapskuchen Sojapülpe	Getreide (eigen) Kartoffeln (eigen)	Getreide (eigen) MLF 18/3, Rapskuchen Sojapülpe	MLF 18/3, Rapskuchen	Getreide (eigen) MLF 18/3 Rapskuchen Sojapülpe Lupinen (eigen)

Hinsichtlich Erstkalbealter, Zwischenkalbezeit und Zellzahlen der Milchkühe ist in der Praxis der Zusammenhang zum Betriebstyp nur schwach ausgeprägt. Für Betriebe, die

durch die Typen INT_GL, INT_AB und OST repräsentiert werden, fand sich ein niedrigeres Erstkalbealter von 28 Monaten. Gleichzeitig weisen diese Betriebstypen höhere Remontierungsraten auf. Nur beim Typ INT_GL wurden in der Praxis durchschnittliche Zelldichten von unter 200.000 Zellen/ml festgestellt. Die übrigen Betriebe hatten in der Regel Zelldichten von etwa 200.000 Zellen/ml oder darüber. Die Mehrzahl der Tiere auf den Praxisbetrieben war nicht behornt. Als typisches Merkmal wurde Behornung der Milchkühe nur bei den Betriebstypen EXT_AB und ALLGÄU vorgefunden. Die genannten Kennzahlen der Milchviehherde sind in Tabelle 29 noch einmal zusammengefasst.

Tabelle 29: Reproduktions- und weitere Kennzahlen der Milchviehherden der Betriebstypen

Merkmal	Einheit	EXT_GL	INT_GL	EXT_AB	INT_AB	ALLGÄU	OST
Remontierungsrate	%	24%	35%	20%	29%	20%	30%
Erstkalbealter	Monate	30	28	32	28	32	28
Zwischenkalbezeit	Tage	400	400	400	400	385	420
Zellzahlen		215.000	160.000	200.000	200.000	210.000	255.000
Behornung		nein	nein	ja	nein	ja	nein

Der Betriebstyp OST ist als Genossenschaftsbetrieb modelliert. Die übrigen Betriebe waren in der Mehrzahl Familienbetriebe. Der Typ EXT_AB ist im Modell eine Betriebsgemeinschaft, die Flächen und Gebäude von einem Verein gepachtet hat. Nicht alle Betriebe mit diesen Standort- und Managementmerkmalen haben diese Betriebsform, jedoch wird sie als typisches Merkmal dieses Betriebstyps festgelegt. Die Betriebsgemeinschaft vom Typ EXT_AB verarbeitet darüber hinaus den Großteil ihrer Milch selbst in einer hofeigenen Käserei und betreibt Direktvermarktung ihrer Produkte. Die übrigen Betriebstypen beliefern eine Molkerei oder - im Fall des Typs ALLGÄU – eine Käserei (Tabelle 30).

Tabelle 30: Betriebsform und Vermarktungswege der Betriebstypen

Merkmal	EXT_GL	INT_GL	EXT_AB	INT_AB	ALLGÄU	OST
Rechtsform	Familienbetrieb	Familienbetrieb	Betriebsgemeinschaft	Familienbetrieb	Familienbetrieb	Genossenschaft
Vermarktungsweg	Molkerei	Molkerei	Hofkäserei, Direktvermarktung	Molkerei	Käserei	Molkerei

Andere Autoren arbeiten vorwiegend nicht mit Modellbetrieben, sondern mit Größen- oder Erfolgsklassen von Praxisbetrieben (vgl. RAHMANN et al. (2004), LEISEN&RIEGER

(2007), LEL (2004), MLUV (2005)). Für Großbetriebe in Ostdeutschland haben STOLZE & ASCHERMANN (2005) ein Typmodell erstellt, das dem hier definierten Typ mit gleicher Milchleistung und ähnlicher Herdengröße, Fütterungsintensität, Ertragsniveau und Betriebsorganisation sehr nahe kommt.

3.2 Stückkosten der Milchproduktion

Einzelbetrieblich kann der ökonomische Erfolg in hohem Maße von individuellen Faktoren wie den Produktionsbedingungen oder der Betriebsleiterpersönlichkeit abhängen, die hier nicht im Detail erfasst wurden. Eine Ausgangshypothese dieser Arbeit besteht jedoch darin, dass neben solchen individuellen Faktoren auch Kennzeichen der Betriebstypen und darunter insbesondere die Fütterungsintensität für das Kostenniveau verantwortlich sind. Ausgehend von den modellierten Produktionssystemen wurden daher Betriebszweigauswertungen für die modellhaften Typen aufgestellt (Kap.3.2.1) und die Erfolgskennzahlen in einem Ausgangsszenario von Preisen und öffentlichen Direktzahlungen ermittelt (Kap. 3.2.2). Die dabei zu Grunde gelegten Kosten der Futterproduktion basieren auf den einzelbetrieblichen Auswertungen (Kap. 3.2.3). Die Bandbreite der einzelbetrieblichen Ergebnisse in der Praxis wird in Kapitel 3.2.4 dargestellt.

3.2.1 Produktionskosten der Betriebstypen (CD)

In NRW sind die *Kosten je Kuh und Jahr* bei den intensiver fütternden Betriebstypen INT_GL und INT_AB um 14% bzw. 19% höher als bei den extensiver fütternden Typen EXT_GL und EXT_AB (Abbildung 8). Dieser Sachverhalt ist vor allem auf größere Futtermengen je Kuh sowie auf höhere Kosten für die Bestandesergänzung durch höhere Remontierungsraten zurückzuführen. Beim Betriebstyp ALLGÄU fallen höhere Kosten je Kuh und Jahr an als bei den extensiven Typen EXT_GL und EXT_AB in NRW. Der Unterschied beträgt hier etwa 6%. Dieser Betriebstyp zeichnet sich durch silagefreie Fütterung mit Unterdachrocknung von Heu und den Einsatz von Grünfütter-Pellets aus, was zu hohen Kosten in der Grundfutterproduktion und hoher Grundfutteraufnahme der Tiere führt. Außerdem ist das Pachtniveau bei diesem Typ höher als bei den anderen Typen auf Grünlandstandorten. Der intensive Betriebstyp OST wirtschaftet zu um 4 % höheren Kosten je Kuh als der Typ INT_AB in NRW. Dieser Unterschied ist vor allem auf hohe Kosten in der Futterproduktion aufgrund standortbedingt extrem geringer Erträge zurückzuführen (Kapitel 3.1).

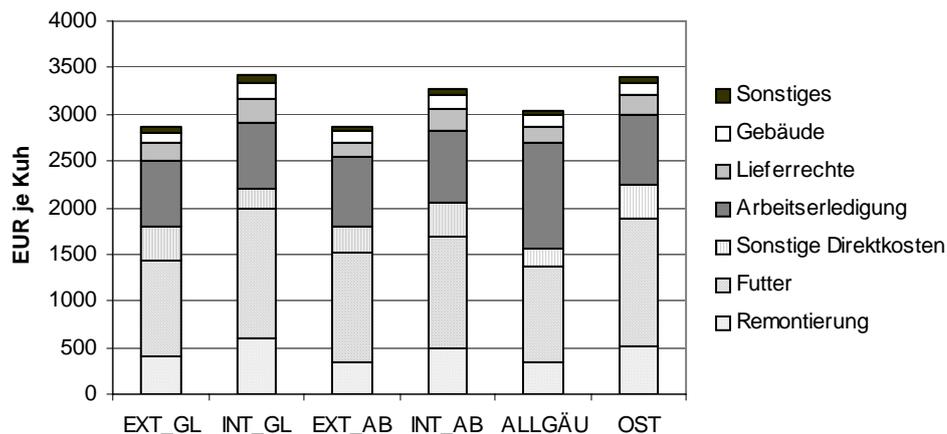


Abbildung 8: Produktionskosten der Betriebstypen bezogen auf das Einzeltier (Eigene Berechnung)

Die Arbeitserledigungskosten je Kuh liegen beim Typ OST nur um 2% unter denen des Typs INT_AB und 8% über denen des Typs INT_GL.

Innerhalb der Vollkosten dominieren bei allen Betriebstypen die Futter- und Arbeitserledigungskosten. Zusammen haben diese Kostenblöcke in allen Betriebstypen Anteile von 60% bis 70% an den Gesamtkosten. Direkt- und Arbeitserledigungskosten machen zusammen 85% bis 88% der Vollkosten aus. Der Anteil der Futterkosten an den Vollkosten schwankt zwischen 34% beim Typ ALLGÄU und 41% beim Typ INT_GL (Abbildung 9).

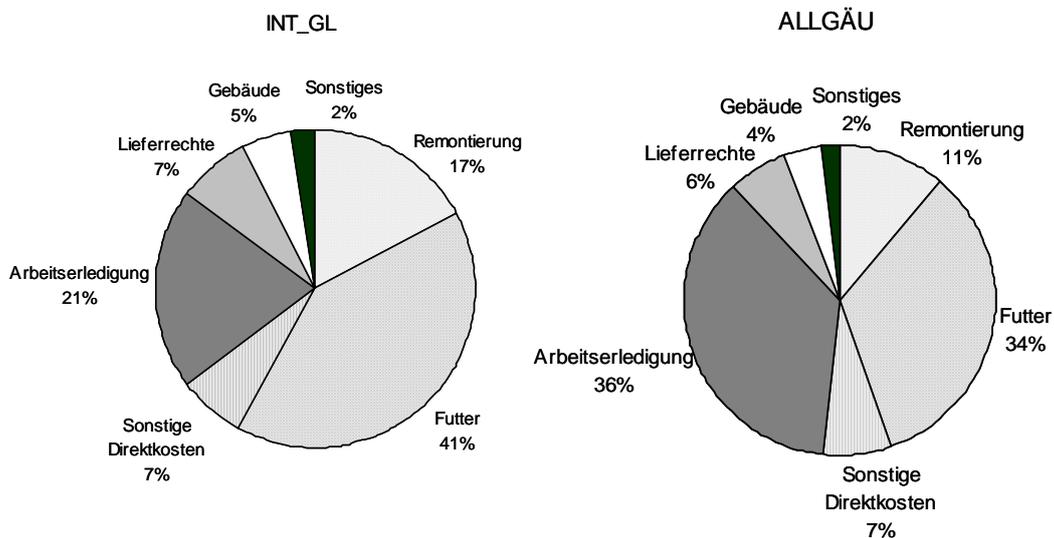


Abbildung 9: Kostenstruktur der Betriebstypen INT_GL und ALLGÄU (Eigene Berechnung)

Durch die höhere Milchleistung sind die *Stückkosten* (Vollkosten je kg Milch) bei den intensiver fütternden Betriebstypen in NRW jedoch um etwa 15% niedriger als bei den

entsprechenden extensiver wirtschaftenden Typen (Abbildung 10). Beim Betriebstyp ALLGÄU fallen ähnlich hohe Kosten an wie beim Typ EXT_AB. Gegenüber dem Typ EXT_GL produziert der Typ ALLGÄU mit seiner silagefreien Fütterungsstrategie zu um 6% höheren Kosten.

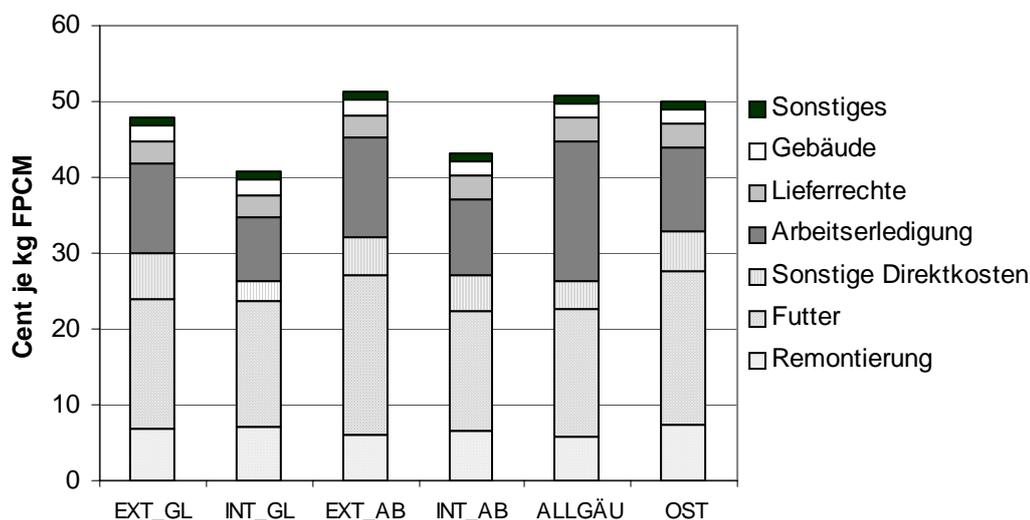


Abbildung 10: Vollkosten der Betriebstypen je Produkteinheit

Der Typ OST wirtschaftet im Modell trotz sehr intensiver Fütterung zu sehr hohen Stückkosten von 50 Cent je kg Milch, ähnlich wie EXT_GL und ALLGÄU. Die Kosten liegen bei diesem Betriebstyp da ca. 16% über denen des Betriebstyps INT_AB und 23% über denen des Betriebstyps INT_GL. Die Futterkosten je kg Milch sind bei den Betriebstypen EXT_AB und OST höher als bei den übrigen Typen. Beim Typ EXT_AB ist dies auf höhere Kosten bei der Produktion betriebseigener Futtermittel zurückzuführen, die in der Praxis bei den kleinen, vielfältig strukturierten Betrieben auf Standorten mit hohem Pachtniveau festgestellt wurden, beim Typ OST auf seinen Standortnachteil: Der Typ OST produziert seine Grundfuttermittel im Modell zwar mit um 50% und Kraftfuttermittel mit 25% geringeren Kosten je Flächeneinheit und auf niedrigem Pachtniveau. Extrem geringe Erträge und eine gemessen an der Milchleistung überdurchschnittlich intensive Fütterung führen jedoch auch hier zu hohen Stückkosten.

Bei den Typen EXT_AB und ALLGÄU fallen außerdem die relativ hohen Arbeitserledigungskosten je Kuh durch die geringe Milchleistung dieser Typen bei den Stückkosten stark ins Gewicht, ähnlich auch beim Typ EXT_GL. Die Arbeitserledigungskosten je kg Milch liegen beim Typ OST zwischen denen der übrigen intensiven und der extensiven Betriebstypen. Mit deutlich größeren Herden

erreicht dieser Typ weder in der Betrachtung je Kuh noch in der je Produkteinheit geringere Kosten als die kleineren Betriebe in NRW.

3.2.2 Erfolgskennzahlen der Betriebstypen

Der Milcherlös wurde für alle Betriebstypen ausgehend von einem Milchpreis von 36 Cent je kg FPCM berechnet. Tatsächlich erzielen die Betriebe der Klasse ALLGÄU höhere Erlöse durch Qualitätszuschläge für silagefreie Fütterung. Der Typ EXT_AB vermarktet seine Milch bzw. den daraus produzierten Käse im Modell direkt. Da die Kosten der Verarbeitung und Vermarktung der entsprechenden Praxisbetriebe nicht bekannt waren, ist die Angabe des tatsächlich erreichten Milcherlöses nicht möglich.

Der Betriebstypen INT_GL und INT_AB erreichen mit 1288€ bzw. 1093€ die höchste Direktkostenfreie Leistung je Kuh. Damit ist die Direktkostenfreie Leistung dieser Betriebstypen um 80% bzw. 111% höher als jene der extensiv wirtschaftenden Betriebe EXT_GL und EXT_AB (Abbildung 11). Bezogen auf die Produkteinheit beträgt der Vorteil der intensiver wirtschaftenden Betriebstypen 29% bzw. 55%, was 3 bzw. 5 Cent je kg FPCM entspricht. Der Betriebstyp OST erzielt eine Direktkostenfreie Leistung von 629 € je Kuh und liegt damit um 42% unter der des Typs INT_AB. Bezogen auf die Produkteinheit ist die Direktkostenfreie Leistung noch 36% geringer. Der Typ ALLGÄU erreicht in beiden Bezugsgrößen eine um 25 % höhere Direktkostenfreie Leistung als der Typ EXT_GL, was rund 4 Cent je kg FPCM entspricht.

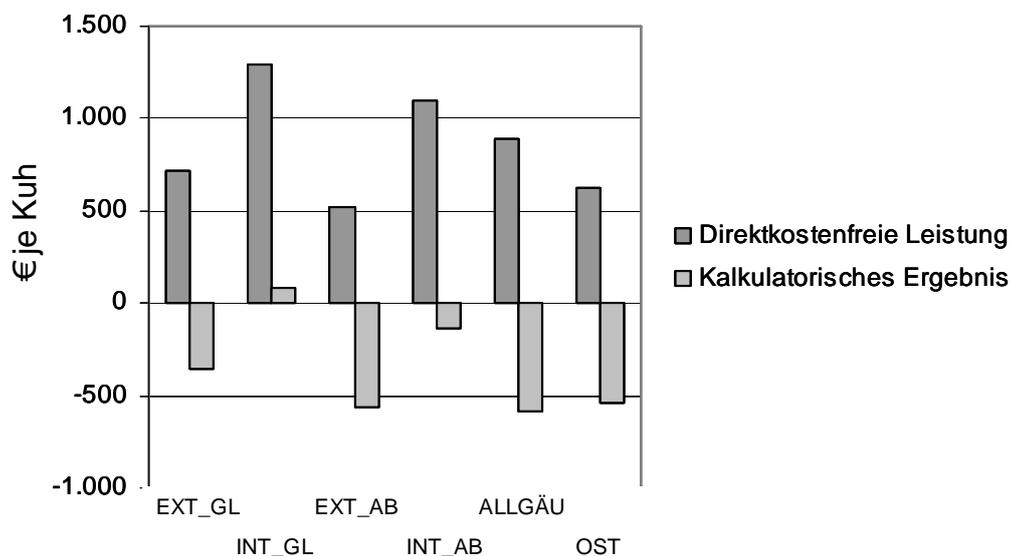


Abbildung 11: Erfolgskennzahlen der Betriebstypen: Werte je Kuh, ohne Berücksichtigung von Prämienleistungen [€/Kuh]

Im Kalkulatorischen Betriebszweigergebnis, d.h. bei Saldierung der Leistungen ohne Prämien und der Vollkosten inklusive Faktorkosten erzielt nur der Betriebstyp INT_GL ein schwach positives Ergebnis, bei dessen Interpretation jedoch zu berücksichtigen ist, dass Zinsansätze für Viehkapital und Feldinventar sowie gezahlte Zinsen nicht in Ansatz gebracht wurden (vgl. Kapitel 2.3.2). Die extensiv wirtschaftenden Betriebstypen EXT_AB und ALLGÄU und der Typ OST erreichen mit etwa –550 € je Kuh das schwächste Ergebnis.

Bezogen auf die Produkteinheit liegt das Kalkulatorische Ergebnis bei den extensiv fütternden Betriebstypen EXT_AB und ALLGÄU mit rund – 10 Cent je kg FPCM am niedrigsten. Unter den übrigen Typen ist das Kalkulatorische Ergebnis beim Typ INT_AB mit –2 Cent je kg FPCM fast ausgeglichen, während der extensiven Typ EXT_GL und der ertragsschwache Typ OST mit –6 bzw. –8 Cent je kg FPCM deutlich negative Ergebnisse erzielen und damit ihre Vollkosten nicht decken können.

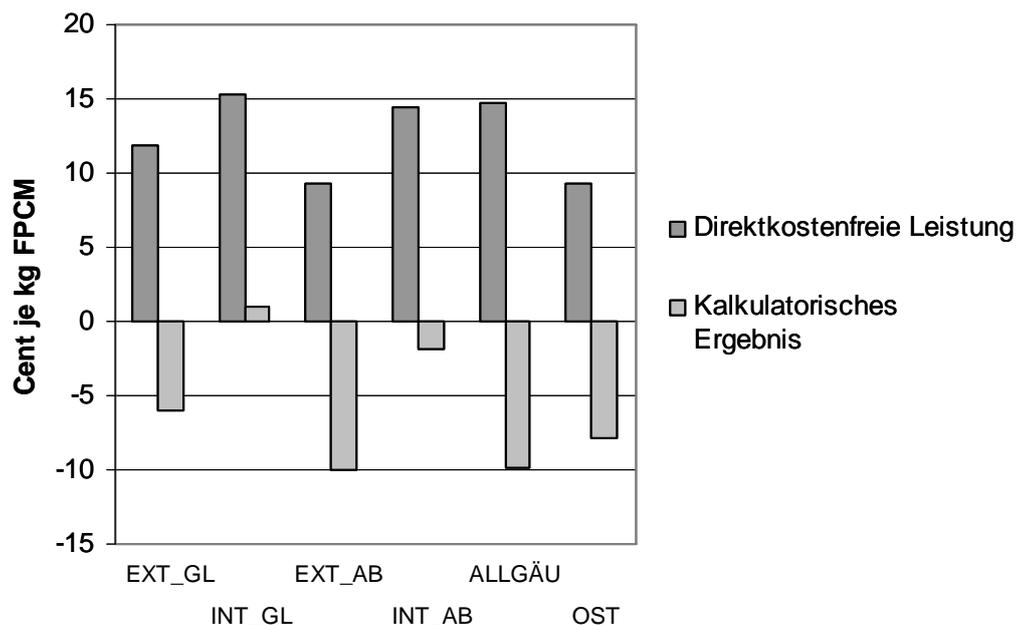


Abbildung 12: Erfolgskennzahlen der Betriebstypen ohne Prämien: Werte in Cent je kg FPCM

Unter Einbeziehung von Prämienleistungen, wobei von den länderspezifischen Hektarprämien des Jahres 2013 ausgegangen wurde, liegt die Direktkostenfreie Leistung je Produkteinheit in allen Betriebstypen zwischen 18 und 22 Cent je kg, beim Typ ALLGÄU sogar leicht darüber, wobei die Betriebstypen ALLGÄU und OST die höchsten Werte erreichen (Abbildung 13). Das Kalkulatorische Ergebnis des Typs ALLGÄU bleibt jedoch auch bei Einbeziehung von Prämienleistungen negativ, ebenso

beim Typ EXT_AB. Beide Betriebstypen sind demnach darauf angewiesen, zur Deckung ihrer Vollkosten höhere Marktpreise als die im Modell angesetzten Standardwerte zu erzielen. Um ein ausgeglichenes Ergebnis zu erzielen müsste der Typ ALLGÄU mindestens 4 Cent je kg FPCM mehr an Marktleistung erzielen, der Typ EXT_AB mindestens 1 Cent je kg FPCM.

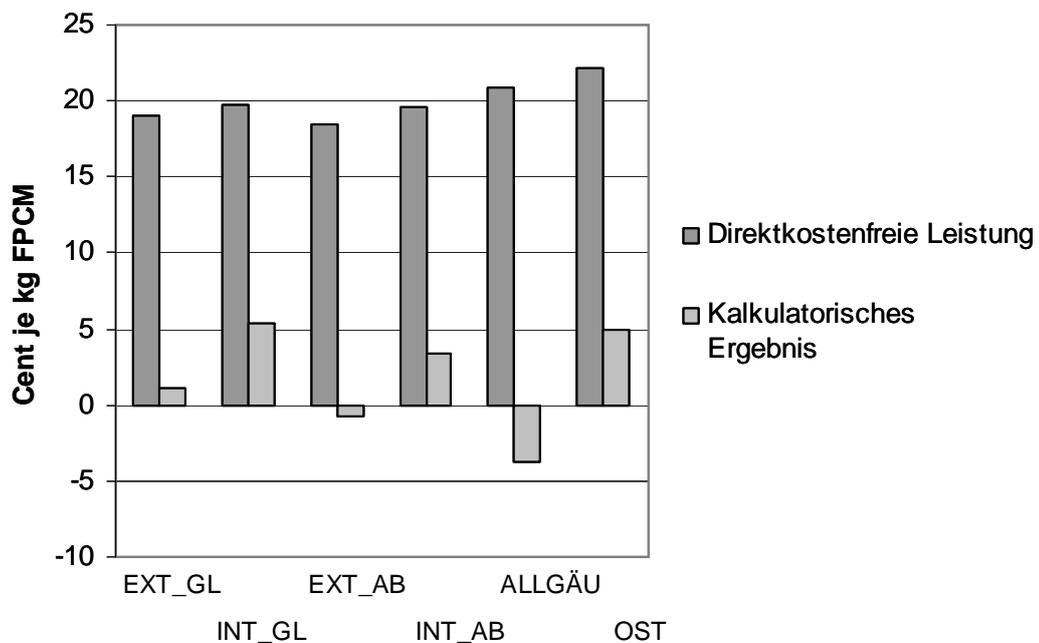


Abbildung 13: Erfolgskennzahlen der Betriebstypen mit Prämien: Werte in Cent je kg FPCM

Bei den Familienbetrieben (Betriebstypen EXT_GL, INT_GL, INT_AB und ALLGÄU) wird die Arbeit im Betriebszweig Milchvieh in der Regel von nicht entlohnten Arbeitskräften verrichtet, die im Modell mit einem Lohnansatz von 12,50 € je Akh bewertet sind. Subtrahiert man diese Kosten von den Vollkosten und verteilt das resultierende Kalkulatorische Ergebnis mit Prämienleistungen auf die aufgewandten Arbeitsstunden, so ergibt sich für den Betriebstyp ALLGÄU die geringste und für den Typ INT_GL die höchste tatsächliche Arbeitsentlohnung mit einem Unterschied von 15,5 € je Akh. Die Typen EXT_GL und INT_AB erwirtschaften dagegen ein ähnliches Ergebnis je Akh. Die Arbeitsentlohnung dieser Betriebstypen liegt etwa in der Mitte zwischen den Werten der Betriebstypen ALLGÄU und INT_GL (Abbildung 14).

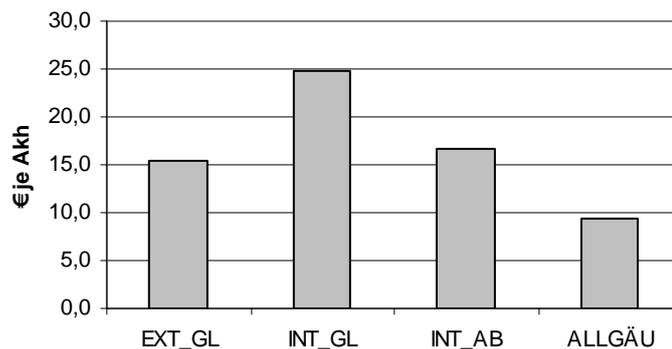


Abbildung 14: Erwirtschaftetes Kalkulatorisches Ergebnis je Akh (mit Prämien) für die Familienbetriebe

Wegen der oben bereits angeführten methodischen Abweichungen vom DLG-Schema, durch die mehrere Kostenpositionen nicht in Ansatz gebracht wurden, wenn nicht für alle Betriebe hinreichend verlässliche Werte vorlagen, geben diese Ergebnisse keinen Hinweis auf die absolute Höhe des kostendeckenden Milchpreises für Praxisbetriebe.

3.2.3 Produktionskosten betriebseigener Futtermittel

Die Futterkosten, die den Kostenberechnungen der Modellbetriebe zu Grunde liegen, basieren auf den Medianen der Betriebszweigauswertungen, die für die einzelnen Futtermittel vorlagen.

Bei Betrachtung der Vollkosten je Flächeneinheit ist die Weide in den Betriebszweigauswertungen der Praxisbetriebe mit 543 € je ha deutlich günstiger als die übrigen Futtermittel (Abbildung 15). Unter den konservierten Grobfuttermitteln ist Grassilage rund 100 € je ha günstiger als Heu und 200 € je ha günstiger als Kleegrassilage. Pellets vom Dauergrünland sind ohne Berücksichtigung der Trocknungskostenbeihilfe fast doppelt so teuer wie Grassilage.

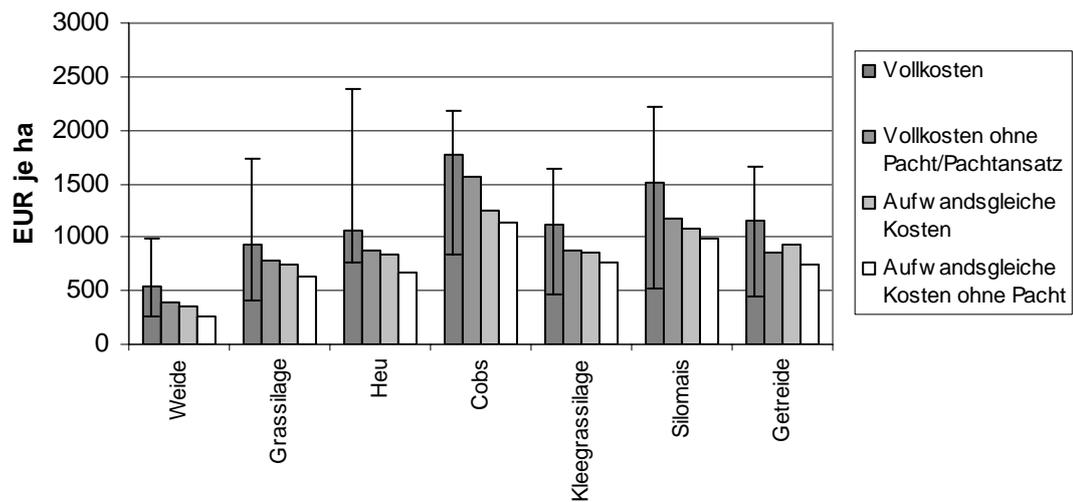


Abbildung 15: Kosten der Futterproduktion in den Praxisbetrieben (Medianwerte; bei Vollkosten Spannweite der einzelbetrieblichen Ergebnisse)

Silomais kostet in der Betrachtung je Flächeneinheit dreimal so viel wie die Weide und ist das kostenintensivste Grobfuttermittel abgesehen von den Pellets. Getreide verursacht je Flächeneinheit nur geringfügig höhere Kosten als Heu und Kleegrassilage. Dabei ist die Spannweite der einzelbetrieblichen Ergebnisse jedoch groß, und es finden sich auch erhebliche Unterschiede zwischen den Einzeljahresauswertungen des selben Betriebs.

Bei Betrachtung der rein verfahrensabhängigen Kosten, d.h. der Vollkosten abzüglich der Flächennutzungskosten, bleiben die Verhältnisse der Futtermittel untereinander ähnlich. Auch bezüglich der Aufwandsgleichen Kosten mit und ohne Pacht bleibt die Weide je Flächeneinheit das günstigste Verfahren, während Pellets und Silomais deutlich kostenintensiver sind.

Innerhalb der Vollkosten dominieren die Arbeitserledigungskosten mit 60 - 70 % bei Heu, Grassilage und Kleegrassilage und 50 % bei der Weide (Abbildung 16). Für die Produktion von Pellets/Cobs fallen hohe Trocknungskosten an: ein Unterschied, der die übrigen Kosten, also die Vollkosten abzüglich Arbeitserledigungs- und Flächenkosten, auf rund 40% erhöht. Auch beim Silomais sind die Übrigen Kosten fast doppelt so hoch wie zum Beispiel beim Heu. Dieser Sachverhalt ist vor allem auf Kosten für das Saatgut zurückzuführen.

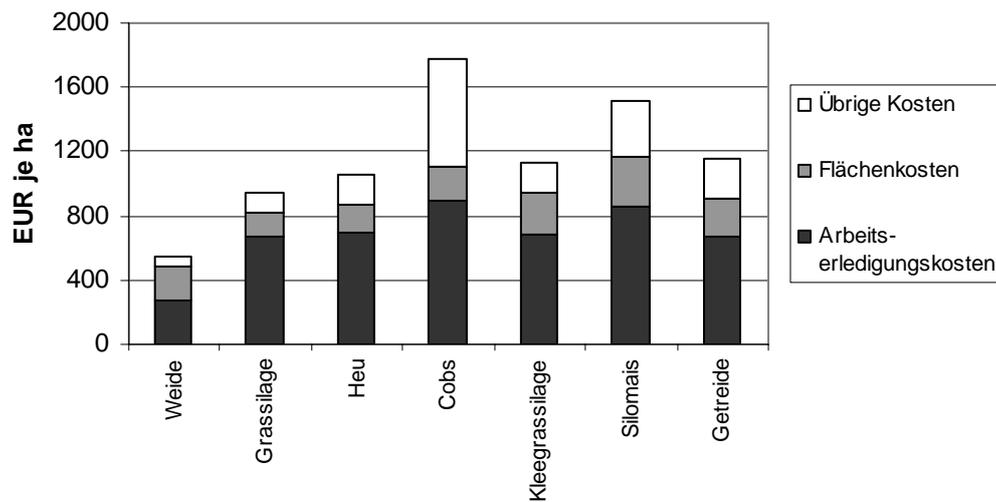


Abbildung 16: Zusammensetzung der Futterproduktionskosten (Vollkosten einschließlich Faktorkosten)

Für die Berechnung der Kosten je Energieeinheit werden die flächenbezogenen Kosten durch das Produkt von Ertrag und Energiegehalt dividiert. Mit den in Tabelle 31 dargestellten Annahmen zu Nettoerträgen und Energiegehalten ist die Weide bezogen auf die Energieeinheit weiterhin das günstigste Futtermittel im Median der Praxisauswertungen, gefolgt von Grassilage und Silomais. Kleegrassilage, Heu und Pellets sind mit ähnlichen Kosten die teuersten Grobfuttermittel und dabei im Median teurer als Getreide (Abbildung 17). Dabei führt die Spannweite der einzelbetrieblichen Ergebnisse bei den flächenbezogenen Kosten auch hier zu erheblichen Überschneidungen zwischen den Futtermitteln. Außerdem unterliegt die tatsächliche Höhe von Ertrag und Energiegehalt in der Praxis erheblicher Unsicherheit. Der relative Fehler bezüglich Ertrag und Energiegehalt setzt sich in erster Näherung additiv auf Fehler im Quotienten fort. Geht man von Unsicherheiten bei den Annahmen zu Erträgen und Inhaltsstoffen von $\pm 10\%$ bzw. $\pm 5\%$ aus, so ergibt sich für Getreide ein Fehlerkorridor von ± 4 Cent je 10 MJ NEL und für Kleegrassilage von ± 5 Cent je 10 MJ NEL um den Medianwert, so dass die Aussage, welches Futtermittel in der Praxis günstiger ist, hier nicht abschließend getroffen werden kann. Deutlich wird jedoch, dass Kraftfutter und Grobfutter sich allenfalls geringfügig unterscheiden, so dass kein eindeutiger ökonomischer Vorzug der Grobfuttermittel gegenüber dem Getreide besteht. Lediglich die Weide ist deutlich günstiger als alle übrigen Futtermittel.

Tabelle 31: Annahmen zu Erträgen und Energiegehalten der Futtermittel

Futtermittel	Nettoertrag* [dt TM je ha]	Energiegehalt [MJ NEL/kg TM]
Weide	64	6
Grassilage	64	6,1
Heu	55	5,7
Pellets	80	6,4
Kleegrassilage	55	6,1
Silomais	80	6,7
Getreide (ohne GPS)	50	8,5

* abzgl. Ernte- und Lagerungsverluste

Bezogen auf die Mengeneinheit liegen die Produktionskosten für Getreide bei 23 € je dt TM. Der Preis für zugekauftes Getreide war in den vergangenen Jahren teilweise niedriger, weshalb sich verstärkter Einsatz zugekauften Kraftfutters als ökonomisch vorteilhaft erwies. Hält der aktuelle Trend der stark ansteigenden Getreidepreise an, würde selbst produziertes Getreide für die Betriebe wieder interessanter werden.

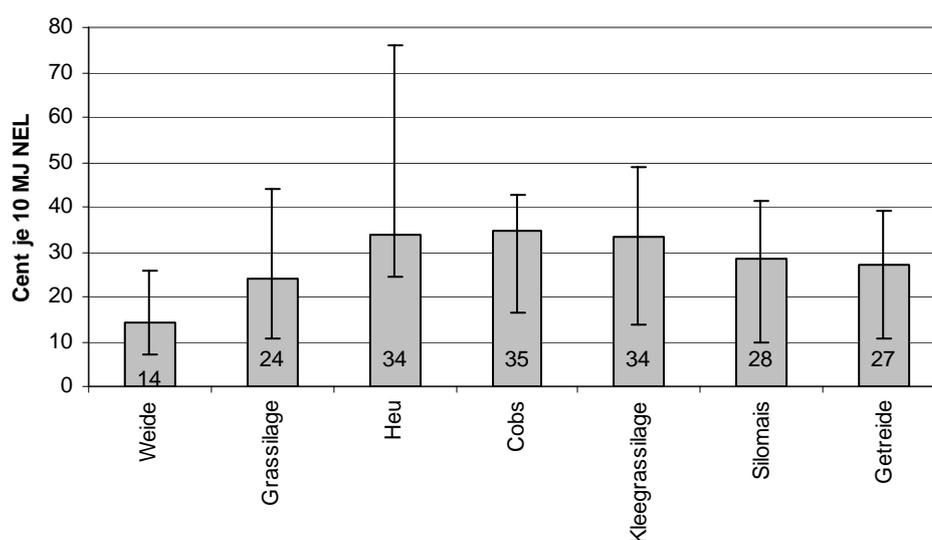


Abbildung 17: Kosten der betriebseigenen Grobfuttermittel bezogen auf die Energieeinheit (Medianwerte in Vollkostenrechnung, dazu Spannweiten der einzelbetrieblichen Werte)

Die hier ermittelten Werte stimmen im Wesentlichen mit anderen veröffentlichten Ergebnissen überein. TRÜTKEN (2007) stellt die Vollkosten im Futterbau im Mittelwert über die von ihm untersuchten Betriebe ohne Differenzierung der einzelnen Futtermittel im Flächenbezug dar und ermittelt Vollkosten von 1072 € je ha, wobei allerdings der organische Dünger innerbetrieblich verrechnet wurde. Ohne diese Verrechnung ergeben sich Durchschnittskosten von 907 € je ha, was innerhalb der hier gefundenen

Größenordnung liegt und den ermittelten Kosten für Grassilage nahe kommt. REDELBERGER (2004) bietet Standardwerte für die Kalkulation der Deckungsbeiträge ausgewählter Grobfuttermittel an. Die von ihm verwendeten Ansätze für Direktkosten und variable Kosten für Weide, Grassilage und Heu weichen nur geringfügig von den hier gefundenen Werten ab (Abbildung 18).

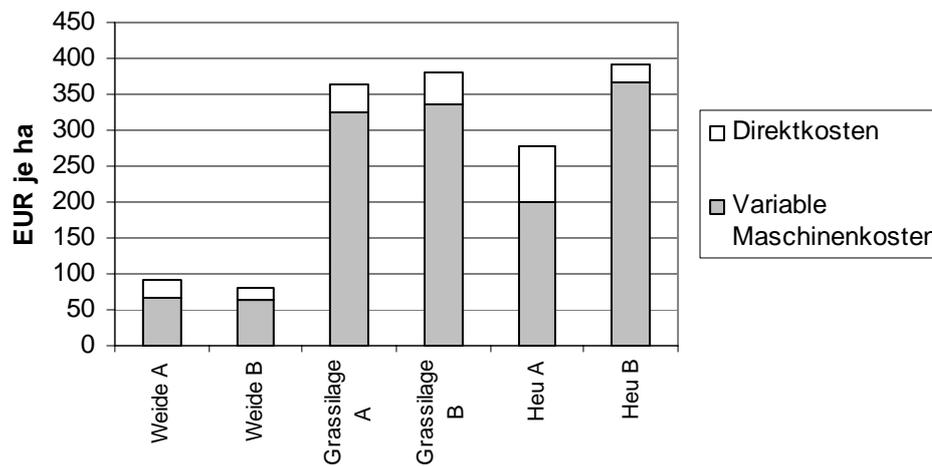


Abbildung 18: Direktkosten und Variable Maschinenkosten ausgewählter Verfahren (A: Medianwerte Praxisbetriebe, B: REDELBERGER (2004))

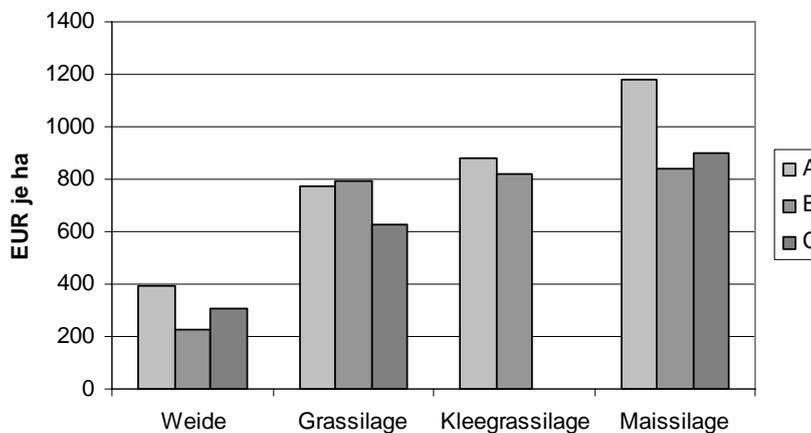


Abbildung 19: Flächenbezogene Kosten für ausgewählte Verfahren (Vollkosten ohne Flächenkosten; A: Medianwerte Praxisbetriebe, B: Koesling (2004), C: Müller et al. (2006))

Für den konventionellen Futterbau nennen KOESLING (2004) und MÜLLER et al. (2006) ähnliche Werte, die auch die Verhältnisse der Futtermittel untereinander bestätigen, die in dieser Untersuchung vorgefunden wurden (Abbildung 19).

Bezogen auf die Energieeinheit findet sich ebenfalls eine gute Übereinstimmung mit der Literatur (vgl. Abbildung 20). Auch hier bestätigen mehrere Untersuchungen die ermittelte Rangfolge der Futtermittel.

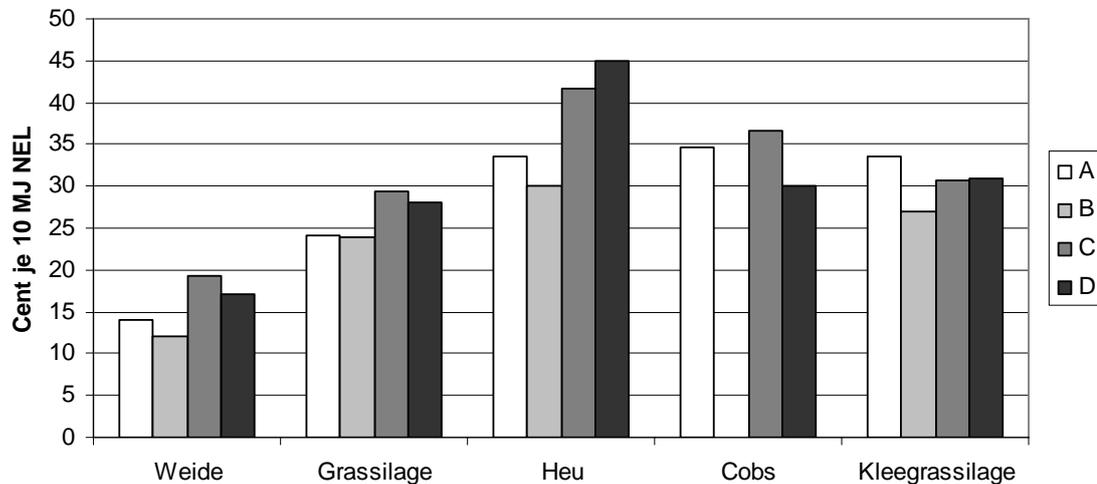


Abbildung 20: Kosten je Energieeinheit für ausgewählte Grobfuttermittel (Vollkosten; A: Medianwerte Praxisbetriebe, B: SACHER & DIENER (2004), C: DILGER (2006), D: STARK (2004))

SACHER & DIENER (2004) finden für alle untersuchten Futtermittel etwas niedrigere Kosten als die vorliegende Untersuchung. Datengrundlage sind hier ökologisch und konventionell wirtschaftende Betriebe in Sachsen. DILGER (2006) und STARK (2004) ermitteln für die Untersuchungsgebiete Bayern bzw. Österreich höhere Kosten als SACHER & DIENER. Auch hier werden die Weide als günstigstes Verfahren und Heu als teuerstes Futtermittel bestätigt.

Für den Betriebstyp EXT_AB wurde ein Zuschlag von 20% auf den Median Vollkosten je ha ohne Flächenkosten kalkuliert. Beim Typ OST wurden die Kosten ohne Flächenkosten um 50% gegenüber dem Medianwert gesenkt. Für beide Typen lagen nur wenige Praxisauswertungen des Futterbaus vor. Personal- und Maschinenausstattung dieser Typen, die Angaben der Praxisbetriebe zu den Arbeitsverfahren, sowie einzelne vorliegende Auswertungen rechtfertigen jedoch diese Annahmen. Tiefergehende Analysen der einzelbetrieblichen Kosten, insbesondere im Zusammenhang mit Details des Grünlandmanagements, die für den Betriebsleiter mit erheblichem Aufwand verbunden wären, waren innerhalb dieser Untersuchung nicht möglich.

Im Mittel über alle vorliegenden Auswertungen ist die Weide das günstigste Futtermittel bezogen auf die Energieeinheit. Gras- und Maissilagen und Getreide sind hinsichtlich ihrer Wirtschaftlichkeit vergleichbar während Kleegrassilagen, Heu und Pellets deutlich teurer sind. Einzelbetrieblich ist die Schwankungsbereite jedoch erheblich.

3.2.4 Bandbreite der Stückkosten der Milchproduktion in der Praxis

In der Praxis ergibt sich aus den Betriebszweigauswertungen der Einzeljahre in NRW eine große Spannweite der Vollkosten von 2.456 bis 4.541 € je Kuh und 38 bis 88 Cent je kg Milch. Als bestimmende Faktoren können hier die Milchleistung und die Fütterungsintensität angesehen werden (Tabelle 32): Die Kosten je Kuh sind eng positiv korreliert mit der Fütterungsintensität ($r = 0,55$) und etwas schwächer mit der Milchleistung ($r = 0,49$). Für die Einzeljahresauswertungen aus NRW ergeben sich Korrelationskoeffizienten von $r = -0,71$ zwischen Milchleistung und Vollkosten je kg Milch und $r = -0,5$ für Fütterungsintensität und Vollkosten. Für Milchleistung und Aufwandsgleiche Kosten liegt der Korrelationskoeffizient bei $r = -0,5$. Obwohl die Weide als günstigstes Futtermittel bestätigt wurde, ist der Anteil von Weidefutter in der Ration positiv mit den Stückkosten korreliert, da in der Praxis hochleistende Betriebe selten einen hohen Weideanteil aufwiesen und sich die tendenziell niedrigeren Kosten je Kuh so nicht in niedrigeren Stückkosten niederschlugen. Bei Betrachtung der Betriebsmediane anstelle der Einzeljahresauswertungen ergibt sich bei leicht veränderten Korrelationskoeffizienten ein qualitativ ähnliches Bild.

Die Arbeitserledigungskosten je Kuh sind in NRW negativ mit der Herdengröße korreliert ($r = -0,25$). Da die größeren Betriebe in NRW zumeist auch eine höhere Milchleistung erzielen, beträgt der Korrelationskoeffizient bezogen auf die Stückkosten sogar $r = -0,55$.

Betrachtet man alle Betriebe einschließlich der Betriebe im Allgäu und in Ostdeutschland, so werden die Korrelationen zwischen Fütterungsintensität und Leistung einerseits und Kosten andererseits schwächer, sowohl in Bezug auf die Kosten je Kuh als auch auf die Stückkosten. Auch der Einfluss der Herdengröße auf die Arbeitserledigungskosten ist kaum noch vorhanden.

Tabelle 32: Korrelation zwischen Managementfaktoren und Stückkosten der Milchproduktion (Einzelbetriebe NRW, Korrelationskoeffizient r)

	Vollkosten je Kuh	Arbeitsleistungskosten je Kuh	Vollkosten je kg FPCM	Arbeitsleistungskosten je kg FPCM
Herdengröße	0,13	-0,25	-0,49	-0,55
Milchleistung [kg FPCM]	0,49	-0,03	-0,71	-0,74
Fütterungsintensität [dt TM Kraftfutter je Kuh]	0,55	-0,01	-0,50	-0,60
Grundfutterleistung [kg FPCM]	-0,34	-0,12	-0,18	-0,02
Liefermenge [kg FPCM]	0,21	-0,23	-0,51	-0,59
Weideanteil	-0,39	-0,06	0,55	0,58
Remontierungsrate	0,29	-0,10	-0,45	-0,42

Tabelle 33: Einteilung der Praxisauswertungen aus NRW in Bezug auf die Vollkosten je Produkteinheit (Mittelwerte und Spannweiten)

		Alle BZA (n=59)		+ 25%*) (n=15)		- 25% (n=15)	
Vollkosten	Cent/kg FPCM	51		41		64	
		37	88	37	43	56	88
davon Remontierung	Cent/kg FPCM	8		7		7	
		4	15	5	9	4	15
davon Futterkosten	Cent/kg FPCM	21		16		28	
		12	42	14	20	19	42
davon Arbeitsleistung	Cent/kg FPCM	11		9		15	
		6	21	6	11	10	21
Herdengröße	Stück	76		100		40	
		20	202	50	194	20	65
Remontierungsrate		30%		33%		24%	
		9%	54%	19%	48%	9%	42%
Einzeltierleistung	kg FPCM	7.175		8.236		6.173	
		4.619	9.290	6.719	9.290	4.619	8.613
Fütterungsintensität	dt TM Kraft- und Saftfutter	16		19		12	
		2	41	10	32	2	41
Grundfutterleistung	kg FPCM	4.559		5.035		4.441	
		2.724	6.030	3.942	6.030	2.896	5.259

*) Gruppe der kostengünstigsten Produzenten

Das Quartil der kostengünstigsten Produzenten verfügt über eine höhere durchschnittliche Milchleistung und eine höhere Fütterungsintensität (Tabelle 33). Die Milchleistung ist dabei um 33% höher als die des kostenintensiven Quartils, während die Intensität der Fütterung fast um 60 % größer ist. Die durchschnittliche Grundfutterleistung des erfolgreichen Quartils ist verglichen mit dem unteren Quartil um 13% höher. Betriebe mit höheren Stückkosten unterscheiden sich von den günstiger produzierenden Betrieben vor allem im Bereich der Futterkosten und der Arbeitserledigungskosten. Bei den Remontierungskosten je kg FPCM besteht dagegen kein Unterschied zwischen den Quartilen, da die höhere Remontierungsrate durch die größere Milchmenge ausgeglichen wird.

Der Vergleich der ermittelten absoluten Kosten mit den Ergebnissen anderer Untersuchungen ist wegen der beschriebenen möglichen methodischen Abweichungen grundsätzlich problematisch. TRÜTKEN (2007) ermittelt ohne Berücksichtigung von Prämienleistungen im Futterbau Vollkosten von 3180 € je Kuh und 55,8 Cent je kg ECM. Seine Ergebnisse betätigen ebenso wie JOREK (2006) und OFFERMANN & NIEBERG(2002), dass in der Praxis Betriebe mit geringeren Produktionskosten häufig auch größer sind und höhere Einzeltierleistungen erreichen als Betriebe mit höheren Stückkosten. Aus Baden-Württemberg finden sich Auswertungen, nach denen die erfolgreicherer Betriebe zwar überdurchschnittliche Milchleistungen aufweisen, in der Fütterung aber etwas weniger intensiv wirtschaften als das untere Quartil der Betriebe (MANIERO et al. (2005), HÖLSCHER et al. (2004)). Die dort betrachtete Gesamtheit der Betriebe weist jedoch eine im Mittelwert niedrigere Leistung (unter 6000 kg FPCM) und Fütterungsintensität (unter 9 dt FM je Kuh) auf als die der anderen Untersuchungen, so dass sich das Ergebnis nicht auf das hier untersuchte Spektrum übertragen lässt.

Größere Betriebe mit intensiver Fütterung und höherer Milchleistung produzieren in der Praxis häufiger zu geringeren Vollkosten als extensivere Betriebe, die dabei gleichzeitig in der Regel auch kleiner sind. Unter den kostenintensiv produzierenden Betrieben finden sich jedoch auch einzelne sehr intensiv fütternde Betriebe. Die Unterschiede entstehen vor allem durch höhere Futter- und Arbeitserledigungskosten. Die Remontierungskosten unterscheiden sich dagegen nicht, da höhere durchschnittliche Remontierungsraten mit höherer Durchschnittsleistung einhergehen.

3.3 Ökobilanz der Betriebstypen

3.3.1 Energieverbrauch

Der Energieverbrauch je Einheit erzeugter Milch ist im Betriebstyp ALLGÄU wegen der energieintensiven Heu- und Pelletstrocknung deutlich höher als in den übrigen Betriebstypen (Abbildung 21). Er wurde hier mit ca. 3,6 GJ/1000 kg FPCM kalkuliert. Der Anteil der Energie für das Trocknen und Pressen von Graspellets betrug dabei 55% des Energiebedarfs für die Unterdach-Trocknung von Heu. Der Betriebstyp OST weist mit ca. 1,9 GJ/1000 kg zwar einen wesentlich geringeren Energieverbrauch je Produkteinheit auf als der Betriebstyp ALLGÄU, aber immer noch einen höheren Verbrauch als die Betriebstypen in NRW mit 1,2-1,5 GJ/1000 kg FPCM. Dieser Sachverhalt ist durch die geringen Erträge begründet, die eine ineffiziente Energienutzung bei den Feldarbeiten zur Folge haben: Für die gleiche Menge Futtermittel muss mehr Fläche bestellt werden. Unter den nordrhein-westfälischen Betrieben nutzt der Betriebstyp INT_GL die Energie am wenigsten effizient, der Betriebstyp INT_AB am effizientesten, dicht gefolgt vom Betriebstyp EXT_GL. Die geringe Energieeffizienz des Betriebstyps INT_GL ist auf einen hohen Energieverbrauch für die Bereitstellung der Zukaufsfuttermittel zurückzuführen. Das positive Ergebnis des Betriebstyps INT_AB ist auf die effiziente Erzeugung von Ackerfuttermitteln zurückzuführen. Der Betriebstyp EXT_AB verbraucht Energie fast ausschließlich für die Feldarbeiten. Die Milchleistung ist in diesem Betriebstyp am geringsten. Dadurch ist der Erhaltungsbedarf je Liter erzeugter Milch höher, damit auch der Energiebedarf für die Futtererzeugung je Liter erzeugter Milch.

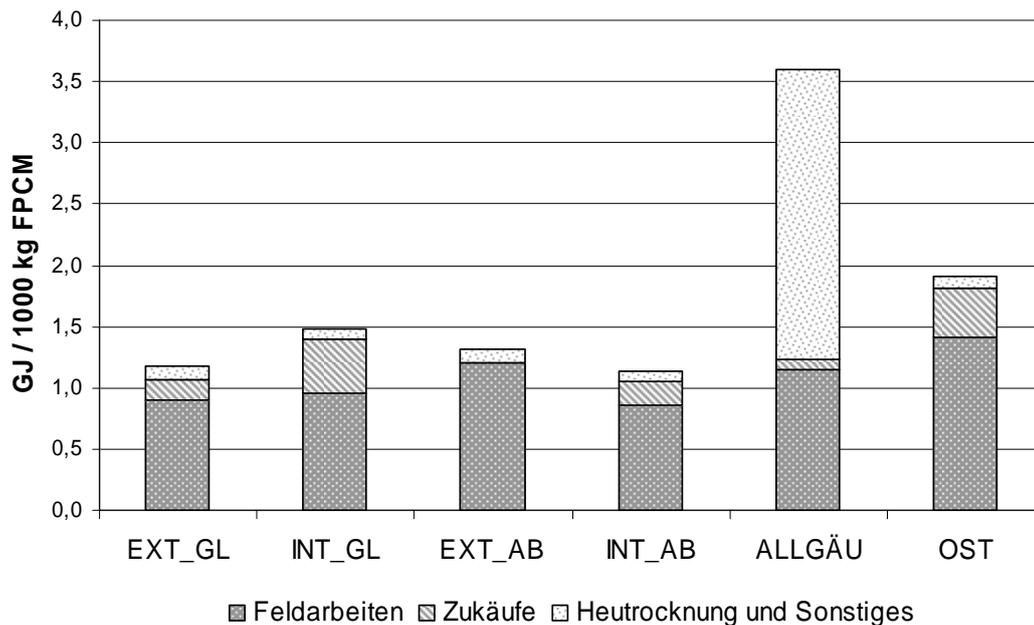


Abbildung 21: Energieverbrauch in GJ/1000 kg FPCM

Der Anteil der Landwirtschaft am Gesamtenergieverbrauch in Deutschland ist mit 0,72% gering (STATISTISCHES BUNDESAMT 2007). Da jedoch viele Wirtschaftsbereiche für sich genommen nur einen geringen Anteil am Gesamtenergieverbrauch haben, kann dies nicht als Grund dienen, der Energieeffizienz der landwirtschaftlichen Erzeugung nur eine geringe Bedeutung beizumessen. Trotz des geringen Anteils am Gesamtverbrauch ist eine Effizienzsteigerung in der Energieverwendung sinnvoll, sofern dadurch nicht andere Umweltgüter in einem Maß geschädigt werden, das den Nutzen aus der Energieeinsparung übersteigt. Ferner könnte eine „ineffiziente“ Energieverwendung dann gerechtfertigt sein, wenn durch das energieintensivere Produktionsverfahren ein höherwertiges Produkt erzeugt wird. Der höhere Energieverbrauch muss dann zum Mehrwert des Produktes – hier z.B. einer gesundheitsfördernden Wirkung – in einem angemessenen Verhältnis stehen. Die Angemessenheit des Energieverbrauchs kann ohne genaue Kenntnisse der Präferenzen nicht beurteilt werden. Ein Vergleich kann die Beurteilung aber erleichtern: Der Mehrverbrauch an Energie für einen Liter Allgäuer Milch aus heubasierter Fütterung im Vergleich zu einem Liter Milch aus nordrhein-westfälischen Ackerbaubetrieben ist äquivalent zu ca. 0,9 Kilometer PKW – Fahrt (bei 2,8 MJ/km PKW Mittel, GEMIS 4.3): Bei einem mittleren täglichen Verzehr von 1,3 Liter Milch und Milchprodukten je Person (ZMP 2006) entspräche dies im Jahr 427 km PKW-Fahrt. Die Differenz im Energieverbrauch je Produkteinheit zwischen den Betriebstypen in NRW entspricht max. 0,3 MJ/ Liter Milch und damit bezogen auf den Jahresverbrauch ca. 40 km Autofahrt je Person und Jahr.

Der Energieverbrauch für die Heutrocknung hängt stark von der verwendeten Trocknungstechnik ab. Derzeit wird in den Untersuchungsbetrieben noch überwiegend mit Heizöl getrocknet. Die Verwendung einer Solartrocknung kann den Energieverbrauch um bis zu 2/3 reduzieren (EDEL 2005). Damit könnte der Energieverbrauch des Betriebstyps Allgäu etwa auf den Verbrauch des Betriebstyps OST gesenkt werden.

Der Betriebstyp ALLGÄU weist wegen der energieintensiven Heutrocknung einen mehr als doppelt so hohen Energieverbrauch je Produkteinheit auf als die übrigen Betriebstypen. Die Unterschiede zwischen den übrigen Typen erscheinen demgegenüber marginal; es ist aber festzuhalten, dass hinsichtlich des Energieverbrauchs auf Ackerbaustandorten tendenziell eine intensive und auf Grünlandstandorten eine extensive Bewirtschaftung vorteilhaft ist. Der Betriebstyp OST wirtschaftet wegen des geringen Ertragsniveaus weniger energieeffizient als die Betriebe in NRW.

Der Energieverbrauch des Betriebstyps ALLGÄU kann durch den Einsatz alternativer Trocknungstechniken bis etwa auf das Niveau des Betriebstyps OST verbessert werden.

3.3.2 Treibhauseffekt

Die Methanbildung bei der Fermentation im Pansen der Wiederkäuer hat für die Klimarelevanz der Milcherzeugung die größte Bedeutung. Über 50% der emittierten CO₂-Äquivalente sind dieser Quelle zuzurechnen, weitere ca. 20% entstehen durch Methanausgasungen aus den Exkrementen. Lachgasemissionen spielen mit ca. 20% ebenfalls eine relativ große Rolle. Die Relevanz des Energieverbrauchs (12%) ist demgegenüber gering (Abbildung 22).

Die höchsten Emissionen von CO₂-Äquivalenten je Produkteinheit treten im Betriebstyp ALLGÄU mit 1362 kg CO₂ - Äquivalenten je 1000 kg FPCM auf. Die Futterration dieses Betriebstyps ist heubetont und faserreich. Den zweithöchsten Emissionswert erreicht der Typ EXT_GL mit 1172 kg CO₂ -Äquivalenten je 1000 kg FPCM. Die Emissionen der Betriebstypen OST und INT_AB sind demgegenüber mit 823 und 917 kg CO₂ - Äquivalenten je 1000 kg FPCM deutlich geringer. Diese Betriebstypen setzen eine faserarme Ration mit hohem Kraftfutteranteil ein. Der Betriebstyp OST wirtschaftet zusätzlich mit Festmistsystemen, denen ein deutlich geringeres Methan-Emissionspotential zugesprochen wird als Flüssigmistsystemen. Die Emissionen der Betriebstypen INT_GL und EXT_AB liegen im mittleren Bereich. Die Emissionen der

Betriebstypen auf Ackerbaustandort sind geringer als die Emissionen der entsprechenden Betriebstypen auf Grünlandstandort.

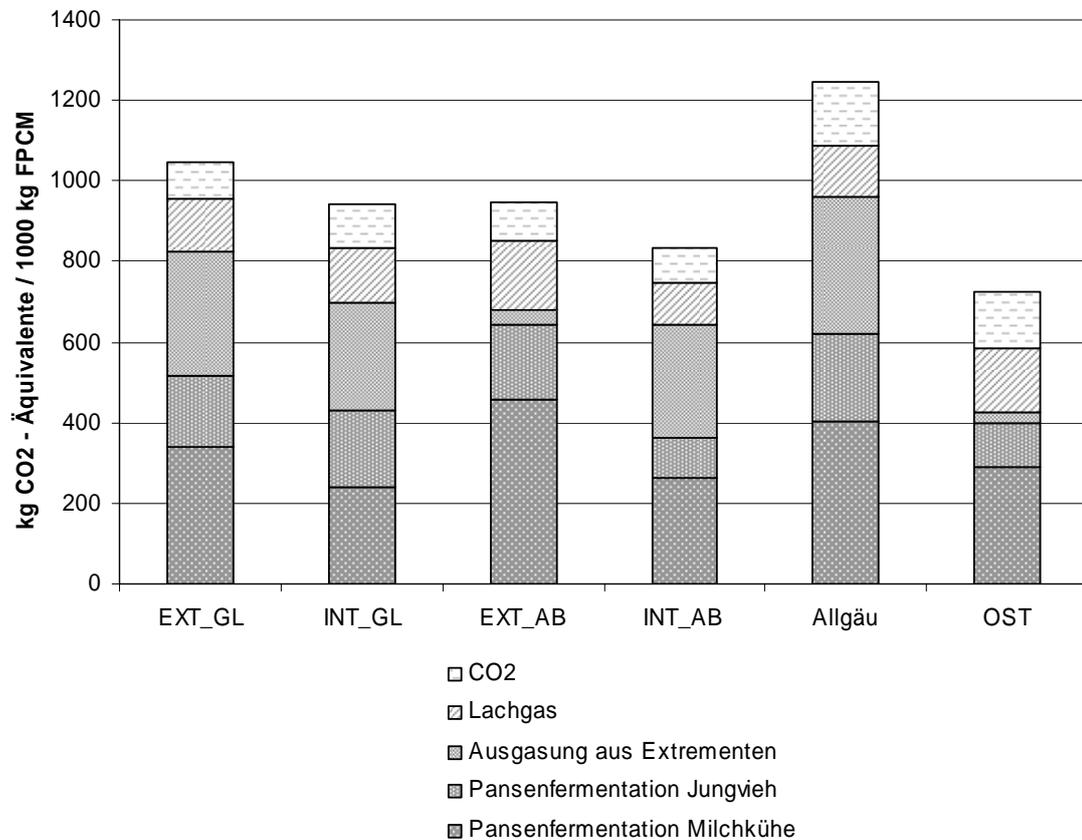


Abbildung 22: Emissionen klimarelevanter Gase in kg CO₂/1000 kg FPCM

Die Landwirtschaft ist in Deutschland zu 9% an den Emissionen klimarelevanter Gase beteiligt (UBA 2007). Die Methanemissionen spielen dabei die größte Rolle. Neuere Schätzungen veranschlagen den Anteil der Landwirtschaft an den Methanemissionen der BRD mit ca. 60% (UBA 2007). Wichtigste Methanquelle in der Landwirtschaft ist die Pansenfermentation der Wiederkäuer. Die Senkung der Methanemissionen aus der Landwirtschaft ist für eine Senkung der klimawirksamen Emissionen in Deutschland daher wesentlich. Der in dieser Kategorie ungünstigste Betriebstyp Allgäu emittiert ca. 1,7 mal so viel CO₂ je Liter erzeugter Milch wie der effizienteste Betriebstyp OST, die Differenz beträgt ca. 540 g CO₂/Liter, was ungefähr 2,6 km PKW-Fahrt entspricht.¹ Insgesamt entspricht die Klimawirksamkeit eines Kilogramms Käse aus Allgäuer Heumilch ca. 66 km PKW-Fahrt, aus den nordrhein-westfälischen Betriebstypen 44-56,

¹ 1 km PKW = 2,8 MJ = 207 g CO₂. Berechnung hier ohne indirekte Energie!

und aus dem Betriebstyp OST ca. 40 km. Auch unter Berücksichtigung der Emissionen, die im Ackerbaubetrieb durch Humusabbau entstehen können (hier für Betriebstyp OSTEN: 66 g/l) ändert sich die Relation zwischen den Betriebstypen nicht. Anders sähe es aus, wenn Grünland in Ackerland umgewandelt würde: Müssten die im Betriebstyp INT_AB zur Erzeugung von 100 l Milch benötigten 0,10 ha Ackerfläche durch Grünlandumbruch bereitgestellt werden, so wäre bei einer dadurch bedingten Abnahme des Humusgehaltes mit einer erheblichen zusätzlichen CO₂-Freisetzung zu rechnen. Unterstellt man z.B. eine Abnahme des Humusgehaltes von 4% auf 2% über einen Zeitraum von 20 Jahren, so würden in diesen Zeitraum zusätzlich ca. 130 kg CO₂ je 1000 kg FPCM emittiert. Dies entspricht in etwa der Differenz zwischen den Betriebstypen INT_GL und INT_AB. Realistischerweise sollten daher nur Betriebstypen mit gleichem Standorttyp verglichen werden.

Die Methan-Bindung der landwirtschaftlichen Nutzfläche beträgt nach MOSIER (1991) nur 5,1 g/ha und Tag für Grünland bzw. 1,7 g/ha und Tag für Ackerflächen. Dies entspricht max. 9 kg CO₂-Äquivalenten je 1000 l. Das Kompensationspotential der landwirtschaftlichen Nutzfläche ist also vernachlässigbar.

In den Betriebstypen mit Flüssigmistsystemen entfallen ca. 20-25% der CO₂-Äquivalente auf die Methanemissionen aus den Exkrementen. Diese könnten durch die Fermentation in Biogasanlagen der Emission in die Atmosphäre entzogen und zur Energieerzeugung genutzt werden. Die Betriebstypen mit Festmistsystemen EXT_AB und OST würden sich damit relativ verschlechtern.

Der Betriebstyp ALLGÄU ist wegen der faserreichen Ration und der energieintensiven Futtertrocknung aus Sicht des Klimaschutzes kritisch zu beurteilen. Die Betriebstypen auf Ackerbaustandort emittieren weniger CO₂ je kg Milch als die Grünland-Betriebstypen sowie intensive Betriebstypen weniger als extensive Betriebstypen. Der Betriebstyp OST wirtschaftet hinsichtlich des Klimaschutzes am effizientesten. Durch den Einsatz von Biogasanlagen kann die Energiebilanz in Betrieben mit Flüssigmistsystemen um ca. 30% verbessert werden.

3.3.3 Gewässerschutz

Die Nitratausträge sind in den intensiven Betriebstypen in Nordrhein-Westfalen deutlich höher als in den entsprechenden extensiven Betriebstypen. In Ackerbaubetrieben ist die Differenz geringer als in Grünlandbetrieben (Abbildung 23). Die im Vergleich zu

extensiven Grünlandbetrieben höheren potentiellen Nitratemissionen der extensiven Ackerbaubetriebe sind auf das höhere Austragsrisiko im Ackerbau zurückzuführen. Die geringen Nährstoffeinträge in den extensiven Grünlandbetrieben bei vergleichsweise hohen Entzügen führen selbst bei ausgedehntem Weidegang nicht zu übermäßigem Austragsrisiko. Auffällig sind die geringen Austräge des Betriebstyps ALLGÄU und die vergleichsweise hohen Werte des Betriebstyps OST. Die Nitrat austräge im Allgäu wurden so gering geschätzt, weil die Erträge bei mäßiger Düngung hoch sind (im Mittel 85 dt/ha). Im Betriebstyp OST ist das Düngenniveau wegen des geringen Viehbesatzes zwar sehr niedrig. Die im Verhältnis dazu noch geringeren Entzüge führen aber zu hohen Feldbilanzsalden, die bei hohem Ackerflächenanteil und sandigen Böden einem hohen Auswaschungsrisiko unterliegen.

Bei geringer Sickerwasserbildung kann es in den Betriebstypen INT_GL (bei < 250 mm Sickerwasser) und OST (bei < 200 mm Sickerwasser) zu einer Überschreitung des Trinkwasser-Grenzwertes von 50 mg/l im Sickerwasser kommen, sofern tatsächlich alles potentiell auswaschbare Nitrat ausgewaschen wird. Die N-Konzentrationen im Sickerwasser finden allerdings sich nicht immer vollständig im Grundwasser wieder, da weitere Denitrifizierungsprozesse auftreten (BOBE et al. 2004). Eine Überschreitung des Trinkwassergrenzwertes ist daher nur in Ausnahmefällen zu erwarten.

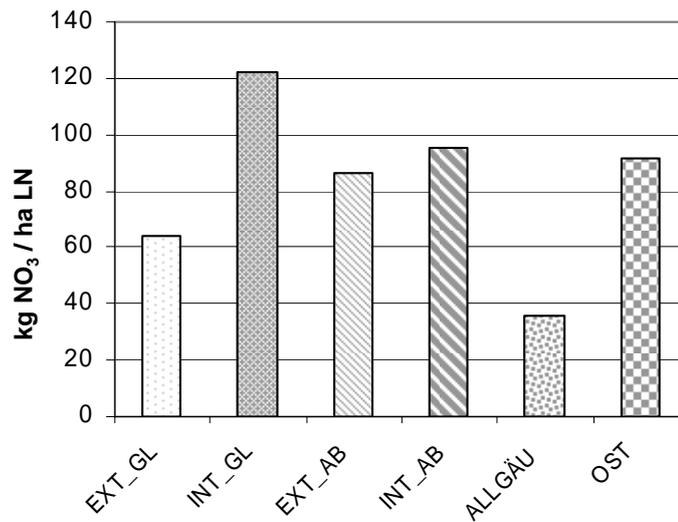


Abbildung 23: Potentielle Nitratemissionen der Betriebstypen in kg/ha

Die potentiellen Nitratemissionen sind in intensiven Betrieben zwar deutlich höher als in extensiven Betrieben.

3.3.4 Eutrophierung und Versauerung

Der Betriebstyp INT_GL emittiert mit fast 50 kg NH₃/ha am meisten Ammoniak (Abbildung 24). Bei einem Anteil der landwirtschaftlichen Nutzfläche von 51% an der Gesamtfläche und angenommener gleichmäßiger Verteilung der Deposition (LANDWIRTSCHAFTSKAMMER NRW 2004) kann es bei diesem Emissionsniveau zu einer Überschreitung der Belastungsgrenze für Wälder von 20 kg NH₃-N/ha (FERM 1998, MURL 1992) kommen. Der Betriebstyp EXT_GL bleibt mit 44 kg NH₃/ha nur wenig unter dem Wert des Betriebes INT_GL. Die fast ebenso hohen Ammoniak-Emissionen des extensiv wirtschaftenden und des intensiv wirtschaftenden Betriebstyps auf Grünlandstandort sind darauf zurückzuführen, dass für den extensiv wirtschaftenden Betriebstyp EXT_GL eine Gülleausbringung mit Pralltellern angenommen wurde, während der intensive Betriebstyp zum Teil Schleppschläuche zur Emissionsreduzierung einsetzt. Wird im extensiv wirtschaftenden Betriebstyp ebenfalls eine emissionsreduzierende Ausbringungstechnik angewendet, reduziert sich das Emissionspotential auf ca. 35 kg NH₃/ha. Damit erhöht sich allerdings der potentielle Nitrataustrag, falls es nicht gelingt den zusätzlich verfügbaren Stickstoff im Erntegut zu binden. Da die potentielle Nitratemission im Sickerwasser bei den extensiven Betriebstypen allerdings deutlich unter dem Grenzwert für Trinkwasser liegt, bedeutet dieser Sachverhalt kein weiteres Umweltrisiko.

Die Betriebstypen EXT_GL, INT_AB und ALLGÄU weisen Ammoniak-Emissionen von 35 – 45 kg auf, was einem Eintrag von 12 – 18 kg NH₃-N je ha entspricht. Bei Emissionen dieser Größenordnung können hoch empfindliche Grünlandvegetationen bereits geschädigt werden (MURL 1992). Die geringsten Ammoniak-Emissionen treten in den Betriebstypen EXT_AB und OST auf. Das Ammoniak-Emissionsrisiko des Betriebstyps EXT_AB ist wegen des allgemein geringen Stoffumsatzes minimal. In Ostdeutschland ist der niedrige Viehbesatz die Hauptursache der sehr geringen Emissionen.

Alle Betriebstypen könnten ihre Ammoniakemissionen durch den konsequenten Einsatz emissionsreduzierender Technologien wie Schleppschläuche und Schleppschuhe weiter senken..

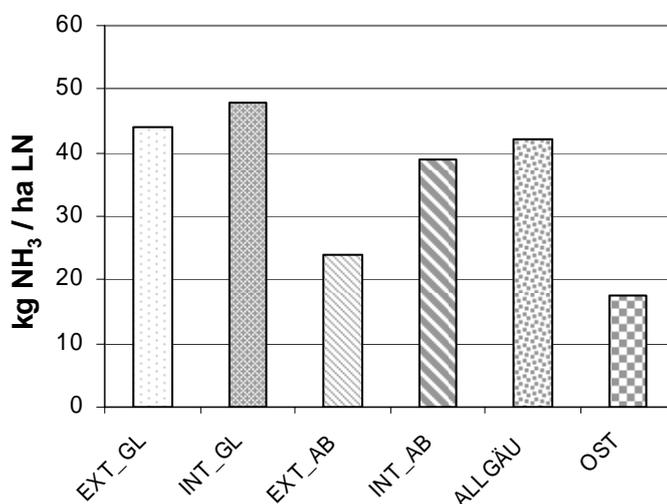


Abbildung 24: Ammoniakemissionen in kg NH₃/ha

Nur im intensiven Betriebstyp INT_GL treten Ammoniak-Emissionen auf, die die Belastungsgrenzen für Wälder überschreiten.

3.3.5 Bodenschutz

Eine erhebliche Gefährdung der Bodenfruchtbarkeit tritt in keinem Betriebstyp auf. In den Betriebstypen mit Ackerbau, insbesondere im Typ INT_AB, gibt es leichte Abzüge in den Kategorien Erosionsrisiko und Humusbilanz.

Das Erosionsrisiko ist in den Betriebstypen INT_AB und OST gering, in allen anderen Betriebstypen praktisch nicht vorhanden.

Das Verdichtungsrisiko ist im Betriebstyp OST gering. Bei der hier angewandten Methodik der „gewichteten Bodenbelastung“ wirken sich die großen Arbeitsbreiten

positiv aus: Zwar ist mit diesen Maschinen auf Grund der hohen Gewichte die Belastung in der Fahrspur höher, der Anteil der Fahrspuren an der Gesamtfläche ist aber wegen der großen Arbeitsbreiten geringer, sodass sich insgesamt eine geringere mittlere Druckbelastung auf der Gesamtfläche ergibt. Würde die Maximalbelastung in den Fahrspuren als Beurteilungskriterium herangezogen, wäre dieser Betriebstyp schlechter zu bewerten. Die im Vergleich zum Betriebstyp INT_AB positive Bewertung des Betriebstyps OST in der Kategorie Verdichtung führt zu der insgesamt besseren Bewertung des Betriebstyps OST bei vergleichbarem Ergebnis in der Humusbilanz und dem Erosionsrisiko. Im Betriebstyp INT_AB ist das Erosionsrisiko am höchsten.

Die Humusbilanz ist im Betriebstyp OST negativ mit einem Bilanzsaldo von -0,6 % Humusgehalt in 100 Jahren. Eine negative Humusbilanz ist auf lange Sicht nicht nachhaltig. Der Betriebstyp INT_AB wirtschaftet mit einer ausgeglichenen Humusbilanz, der Betriebstyp EXT_AB mit einer positiven Humusbilanz von +0,65 % Humusaufbau in 100 Jahren. Die übrigen Betriebstypen sind reine Grünlandbetriebe, in denen die Humuswerte annähernd konstant bleiben.

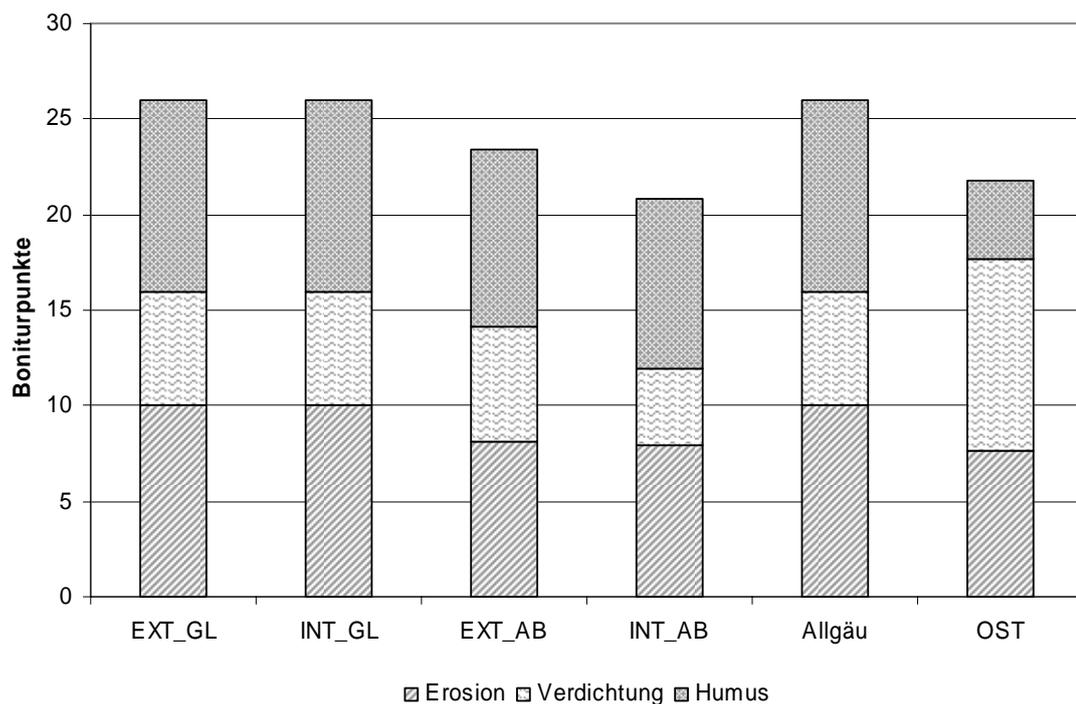


Abbildung 25: Boniturnote der Wirkungskategorie Bodenschutz

In den Betriebstypen INT_AB und OST ist die Bodenfruchtbarkeit potentiell beeinträchtigt. Daher ist auf eine bodenschonende Umsetzung der Produktionsverfahren zu achten. Gefährdungspotential liegt im Betriebstyp INT_AB in einem hohen Verdichtungsrisiko, im Betriebstyp OST in der negativen Humusbilanz. In den übrigen Betriebstypen kann die Bewirtschaftung als nachhaltig angesehen werden. Insgesamt ist die Belastung der Bodenfruchtbarkeit in ökologisch wirtschaftenden Milchviehbetrieben gering.

3.3.6 Biodiversität

In der Wirkungskategorie Biodiversität erreichen die Betriebe insgesamt nur geringe Boniturnoten (Abbildung 26). Dieser Umstand entspricht der Feststellung, dass auch der Ökologische Landbau die Flächen überwiegend zu intensiv nutzt, als dass dort noch in erheblichem Maße seltene Arten des Grünlandes oder der Ackerbegleitflora anzutreffen wären (POSCHOLD UND SCHUMACHER 1998). Die Betriebstypen EXT_AB, OST und EXT_GL erreichen relativ gesehen die höchste Boniturnote mit mehr als doppelt so vielen Punkten wie die Typen INT_AB und ALLGÄU, der Betriebstyp INT_GL erhielt die Boniturnote 0. Die relativ günstige Bewertung des Betriebstyps OST ist auf die extensive Grünlandnutzung zurückzuführen: Die ostdeutschen Betriebe haben im Mittel einen Viehbesatz von weniger als 0,5 GV. Damit ist die Nährstoffzufuhr in die Flächen sehr gering und Lebensbedingungen für Arten des mageren Grünlandes damit günstig.

Im Bereich Ackerbau erhielt dieser Betriebstyp die gleiche Punktzahl wie der Betriebstyp INT_AB. Die hohe Punktzahl des Betriebstyps EXT_AB ist auf eine mäßig intensive Grünlandnutzung (2 bis 3 Schnitte, < 140 kg N je ha) sowie auf eine artenreiche Fruchtfolge im Ackerbau zurückzuführen. Der Betriebstyp INT_GL erreicht im Grünland die gleiche Boniturnote wie der Typ EXT_AB. Die vergleichsweise schlechte Bewertung der Allgäuer Betriebe ist auf die sehr intensive Grünlandnutzung mit 4 bis 5 Schnitten und den hohen Viehbesatz von 1,4 bis 2 GV zurückzuführen. Die Stickstoffzufuhr ins Grünland liegt in den intensiven Betriebstypen INT_GL und INT_AB bei ca. 150 kg N/ha LN und Jahr, bei den extensiven Betriebstypen um 130 kg, und beim Betriebstyp OST bei ca. 50 kg N/ha LN und Jahr.

An dieser Stelle ist noch einmal zu betonen, dass hier nur die potentiellen Auswirkungen der Bewirtschaftungsweise bewertet wurden, nicht das standortbedingte Biodiversitätspotential. Dieses kann im Allgäu deutlich höher sein.

Die Auswirkung verschiedener Bewirtschaftungsarten und Intensitäten in der ökologischen Milchviehhaltung auf die Biodiversität ist relativ gering. Deutlich höhere ökologische Leistungen werden durch ergänzende Maßnahmen wie die Anlage von Biotopen (Hecken etc.) und die Teilnahme an Vertragsnaturschutzprogrammen erbracht. Diese sind vom Bewirtschaftungstyp unabhängig und gingen daher hier nicht in die Bewertung mit ein. Berücksichtigt wurde jedoch die extensive Bewirtschaftung von Grünlandflächen, sofern das extensive Grünland auch zur Erzeugung von Futtermitteln für den Betriebszweig Milchvieh dient.

Die produktiv genutzten landwirtschaftlichen Flächen der Betriebe leisten insgesamt nur einen geringen Beitrag zum Erhalt seltener und gefährdeter Arten. Relativ gesehen sind die Betriebstypen OST und EXT_AB am günstigsten zu beurteilen. Im Betriebstyp OST wirkt sich die geringe Bewirtschaftungsintensität des Grünlandes positiv aus, im Betriebstyp EXT_AB die ebenfalls relativ geringe Düngung des Grünlandes sowie die vielfältige Fruchtfolge. Einzelmaßnahmen in den Praxisbetrieben haben einen höheren Einfluss auf die Biodiversität als die Unterschiede zwischen den Betriebstypen.

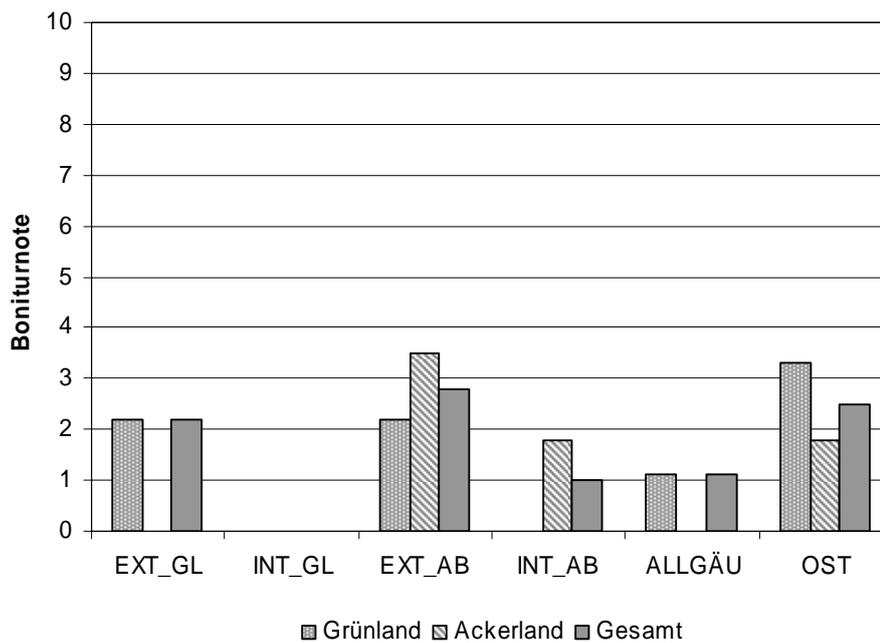


Abbildung 26: Boniturnoten der Betriebstypen in der Wirkungskategorie Biodiversität

3.3.7 Tiergerechtigkeit

In der Wirkungskategorie Tiergerechtigkeit erreicht der Betriebstyp EXT_AB die höchste Punktzahl, gefolgt von den Typen ALLGÄU und EXT_GL. Die Betriebstypen OST und INT_GL erreichen deutlich weniger Boniturnote. Insgesamt sind die Boniturnoten im Gegensatz zum Wirkungsbereich Biodiversität jedoch relativ hoch (Abbildung 27). In der Unterkategorie Gesundheit/Integrität wurde bei den Betriebstypen ALLGÄU und EXT_AB die Behornung der Tiere positiv bewertet, die intensiven Grünlandbetriebe erhielten in dieser Kategorie Punkte für vergleichsweise geringe Zellzahlen. In der Unterkategorie Fütterung erhielten die Betriebstypen EXT_GL, EXT_AB und ALLGÄU wegen eines Anteils strukturwirksamer Rohfaser in der Ration von > 3 kg je Tag die Maximalpunktzahl. Die Ration des Betriebstyp OST weist einen Gehalt an strukturwirksamer Rohfaser von unter 2,5 kg und damit eine mehr als 20% geringere Rohfaseraufnahme am Tag auf. Dieser Betriebstyp erhält keine Punkte in der Unterkategorie „Fütterung“. In der Unterkategorie Haltung wurde der Betriebstyp EXT_AB ebenfalls am besten bewertet. Betriebe dieses Typs zeichnen sich häufig durch einen hohen Weideanteil in der Ration, ausreichend Weidezeiten und geringe Besatzdichte aus. Der Betriebstyp EXT_GL unterscheidet sich hierin nur unwesentlich vom Typ EXT_AB. Obwohl die Betriebe vom Typ EXT_GL wegen der häufig besseren Ausstattung mit hofnahen Grünlandflächen die Möglichkeit hätten, mehr weiden zu lassen als die Betriebe vom Typ EXT_AB, ist dies in der Praxis jedoch überwiegend

nicht der Fall. Der Grund könnte darin liegen, dass die Betriebe vom Typ EXT_AB häufig eher dem klassischen Leitbild des Ökologischen Landbaus folgen und aus ideellen Gründen einer artgerechten Haltung hohe Priorität einräumen. Ein weiterer Grund könnte darin bestehen, dass Betriebe des Typs EXT_AB, die häufig ihre Milch direkt vermarkten, sich an der Kundenerwartung orientieren müssen und auf eine hohe Milchqualität besonderen Wert legen (vgl. Kapitel 3.3.8). Die hohen Qualitätsanforderungen sind auch ein Grund für die Allgäuer Betriebe, auf eine weidebasierte und faserreiche Fütterung zu achten. Auf Grund des hohen Viehbesatzes und der ungünstigeren Witterungsverhältnisse ist der Weidegang bei diesen Betrieben jedoch eingeschränkter als in den extensiven nordrhein-westfälischen Betrieben. Im Betriebstyp OST spielt die Weidefutteraufnahme ebenso wie in den Betriebstypen INT_GL und INT_AB eine untergeordnete Rolle.

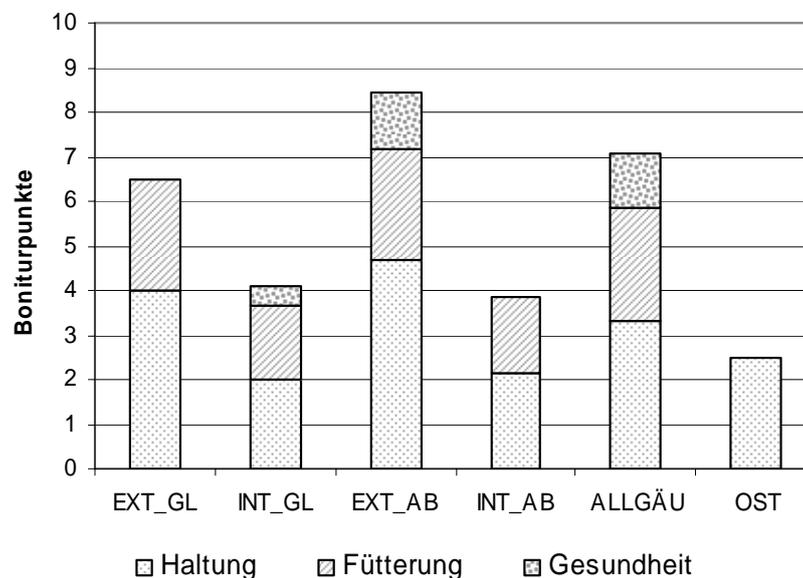


Abbildung 27: Boniturnoten der Betriebstypen in der Wirkungskategorie Tiergerechtigkeit.

Die Boniturnoten dieser Kategorie wurden auf Basis eines sehr einfachen Verfahrens erstellt, das nur wenige Parameter berücksichtigt. In der Praxis sind weitere Faktoren, die vor allem durch den Betriebsleiter bestimmt sind, für die Beurteilung der Tiergerechtigkeit wesentlich. Dazu gehört z.B. die Hygiene oder die Ausstattung der Stallungen. Diese Merkmale sind jedoch nicht unmittelbar mit der Produktionsstruktur korreliert und wurden daher hier nicht in die Bewertung mit einbezogen (vgl. Kapitel 2.4.8). Eine positive oder negative Bewertung in diesen Merkmalen hebt die Effekte der hier untersuchten Merkmale nicht auf.

Die geringe Faseraufnahme von < 2,5 kg strukturwirksamer Rohfaser je Kuh und Jahr im Betriebstyp OST ist problematisch zu bewerten, da hierdurch erhebliche

Gesundheitsrisiken auftreten können. Die geringe Faseraufnahme im Betriebstyp OST kann durch eine Optimierung der Fütterung erreicht werden, ohne dass dazu eine wesentliche Umstrukturierung der Betriebe erforderlich wäre.

Der geringe Weideanteil in den Betriebstypen OST, INT_GL und INT_AB ist dagegen in der Praxis nur schwer zu erhöhen. Häufig ist die dazu notwendige Arrondierung nicht gegeben, ein hoher Kraftfuttereinsatz und ein hoher Weideanteil in der Ration sind zudem technisch schwierig zu vereinbaren (Weidetransponder). Die schwankende Futterqualität der Weide schafft zudem bei hochleistenden Kühen ein ernährungsphysiologisches Problem. Der geringe Weideanteil in intensiv fütternden Betrieben ist daher strukturell bedingt und hinsichtlich der Zielsetzungen des Ökologischen Landbaus kritisch zu diskutieren.

Extensive Ackerbaubetriebe sind hinsichtlich der systembedingten Auswirkungen auf die Tiergerechtigkeit am besten zu bewerten, gefolgt vom Betriebstyp ALLGÄU und den extensiven Grünlandbetrieben. Die Tiergerechtigkeit des Betriebstyps OST ist vor allem wegen der faserarmen Fütterung und dem sehr geringen Weidegang kritisch zu beurteilen.

3.3.8 Milchqualität

Extensive Fütterung wirkt sich positiv auf die Milchqualität aus (Abbildung 28). Die typische Rationsgestaltung in Betrieben mit Ackerbau wurde etwas besser bewertet als in Grünlandbetrieben, da in Grünlandbetrieben deutlich mehr Kraftfutter eingesetzt wird. Der Betriebstyp EXT_AB füttert kein Kraftfutter und als Grundfutter ausschließlich Heu und Weide. Damit wurde er noch etwas besser bewertet als der typische Allgäuer Betrieb, der etwas mehr Kraftfutter verfüttert und die Tiere weniger weiden lässt. In die Untersuchung ging allerdings nicht mit ein, dass Bergmilch sich in einigen Studien im Omega-3-Gehalt noch einmal positiv von Talmilch aus ähnlicher Ration unterschied (u.a. COLLOMB et al. 2002, KRAFT et al. 2003), so dass vermutet werden kann, dass die Komposition des Allgäuer Grünlandbestandes noch einen zusätzlichen positiven Effekt auf die Milchqualität hat. Die Milch des Betriebstyps OST erhielt die geringste Boniturnote. Dieser Betriebstyp hat einen sehr geringen Weideanteil in der Ration bei gleichzeitig hohem Kraftfutteranteil und hohem Silomaisanteil.

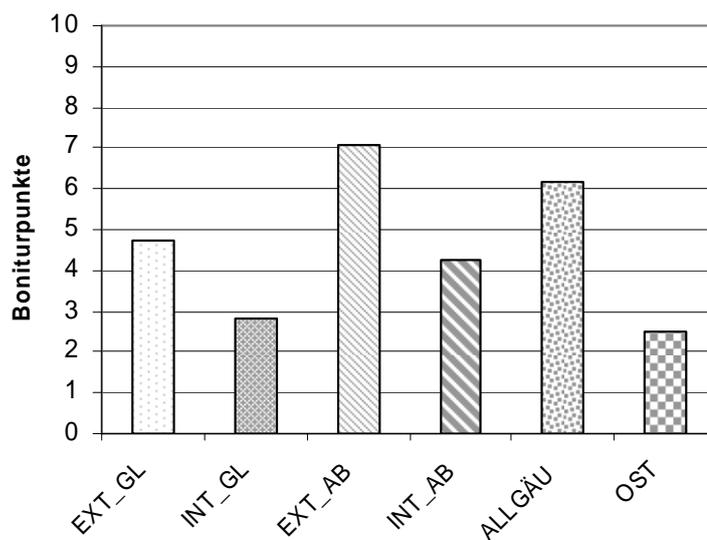


Abbildung 28: Bewertung der Milchqualität der Betriebstypen (normierte Note: 10 Bestnote, 0 schlechteste Note)

Die tatsächlichen Gehalte an Omega-3-Fettsäuren in ökologisch erzeugter Milch schwanken nach EHRLICH (2003) zwischen 7,6 und 17,2 mg/g und liegen im Mittel bei ca. 11 mg/g. Ein durchschnittlicher Verzehr von 25 g Milchfett aus ökologisch erzeugter Milch deckt damit 12%-28% des Tagesbedarfs. Der gesamte Bedarf an Omega-3-Fettsäuren kann bei normalen Ernährungswohnheiten nicht über Milchprodukte gedeckt werden (Tabelle 34). Es ist außerdem zu beachten, dass die Omega-3-Fettsäuren in Milch überwiegend die geringerwertigen ALA-Fettsäuren sind, die nur zu ca. 10% in die ernährungsphysiologisch wirksamen Omega-3-Fettsäuren umgewandelt werden können (GEBAUER et al. 2006). Ein hoher Gehalt an Omega-3-Fettsäuren in der Milch leistet also einen erheblichen Beitrag zur Deckung des Bedarfs an Omega-3-Fettsäuren, ist aber für sich zur Bedarfsdeckung nicht hinreichend.

Während Omega-3-Fettsäuren in anderen Lebensmitteln – insbesondere Fisch – in deutlich höheren Gehalten zu finden sind als in Milch, ist für CLAs Milch und Wiederkäuerfleisch die wichtigste Quelle (FRITSCHKE et al. 1998). Richtlinien für die CLA-Aufnahme liegen jedoch nicht vor. Die Kenntnisse über gesundheitliche Wirkungen der Aufnahmemengen sind dafür bislang nicht hinreichend (EFSA 2004). Auf Grund der nachweislich gesundheitsfördernden Wirkung von CLAs ist eine Fütterung, die einen hohen Gehalt der Milch an CLAs fördert, grundsätzlich anzustreben. Eine genaue Wirkungsabschätzung lässt die Datenlage jedoch nicht zu.

Forschungsbedarf besteht dahingehend, inwieweit eine extensive und damit den Leguminosenanteil fördernde Bewirtschaftung des Grünlandes sich positiv auf den CLA-Gehalt auswirkt (vgl. Ergebnisse von DEWHURST et al. (2003)).

Auf Grund des mäßigen Beitrags zur Bedarfsdeckung an Omega-3-Fettsäuren und der fehlenden Richtwerte für die Aufnahme von CLAs sollten die Unterschiede in der Kategorie Milchqualität nicht überbewertet werden.

Tabelle 34: Erforderlicher täglicher Verzehr von Milchprodukten zur Deckung des Tagesbedarfs an Omega-3-Fettsäuren

Milch	Omega-3-Gehalt [mg/ g Fett]	Milchfett	Entspricht: Butter (85 % Fett)	Schnittkäse (48% Fett in Tr.)
Omega-3 reich Öko	17,2 mg/g ¹	87 g	102 g	302 g
Omega-3 mittel Öko	11,2 mg/g ¹	134 g	158 g	465 g
Omega-3 arm Öko	7,6 mg/g ¹	197 g	232 g	684 g
Hering	150-270 mg/g ²	10g Heringsfett = ca. 70 g Hering = 100 % Tagesbedarf		

¹EHRlich 2007; ²BLOCH et al. 1996; Vorausgesetzt wurde ein Tagesbedarf von 1,5 g DGE 2000 (vgl. EHRlich 2007)

Extensive Fütterung fördert den Gehalt der Milch an den wertgebenden Inhaltsstoffen die CLAs und Omega-3-Fettsäuren. Eine Abschätzung der tatsächlichen positiven Gesundheitswirkung, die durch eine veränderte Fütterung erzielt werden kann, ist auf Grund der Datenlage jedoch nicht möglich.

3.3.9 Zusammenfassende Darstellung der Betriebstypen

Die oben für die einzelnen Umweltwirkungskategorien dargestellten Ergebnisse werden im Folgenden zu einer Gesamtdarstellung zusammengefasst, die einen besseren Vergleich der Betriebstypen untereinander ermöglicht (Abbildung 29 und Abbildung 30).

Dazu wurde aus den Einzelergebnissen die relative Umweltwirkung bestimmt. Für die quantitativ bewerteten Kategorien wurde die relative Umweltwirkung definiert als die Umweltwirkung, die der einzelne Betriebstyp im Verhältnis zum jeweils „besten“ und „schlechtesten“ Einzelbetrieb erbringt. Hohe Prozentwerte stehen für eine geringe Umweltbelastung und umgekehrt (Formel 2).

Formel 2: Relative Umweltwirkung

$$relativeUmweltwirkung[\%] \equiv \frac{(Maximum - Wert)}{(Maximum - Minimum)}$$

Für die mittels eines Boniturverfahrens bewerteten Kategorien (Biodiversität, Tiergerechtigkeit, Bodenschutz und Milchqualität) entsprechen 100% der Boniturnote 10 und 0% der Boniturnote 0. In diesen Kategorien wurde nicht die Relation zum jeweils

besten bzw. schlechtesten Betrieb gewählt, da das Boniturverfahren schon die Bandbreite des in der Praxis möglichen berücksichtigt.

Der Vergleich der beiden Grünland-Betriebstypen in Nordrhein-Westfalen (EXT_GL und INT_GL) zeigt, dass der extensive Betriebstyp in allen Kategorien außer Treibhauseffekt und Bodenschutz günstiger bewertet wurde. Der Vorteil des intensiven Betriebstyps in der Wirkungskategorie Treibhauseffekt ist im Vergleich zum Gesamtspektrum der in der Praxis anzutreffenden Werte marginal, hinsichtlich des Bodenschutzes finden sich keine Unterschiede (Abbildung 29). Der dritte Betriebstyp auf Grünlandstandort (ALLGÄU) wurde wegen der energieintensiven Trocknung von Heu und Pellets und der auf Grund des hohen Fasergehaltes der Ration hohen Methanemissionen in den Kategorien Treibhauseffekt und Energieverbrauch deutlich schlechter bewertet als die nordrhein-westfälischen Betriebstypen. In der Wirkungskategorie Biodiversität wurde er mittelmäßig bewertet: Das Biodiversitätspotential der Allgäuer Standorte ist zwar hoch, die Bewirtschaftung der Grünlandflächen aber intensiv und daher die Ausschöpfung dieses Potentials eher gering. In der Kategorie Milchqualität wurde der Betriebstyp ALLGÄU noch einmal deutlich besser bewertet als der extensive Betriebstyp in NRW.

Unter den Betriebstypen auf Ackerbaustandorten ist der intensive Betriebstyp in NRW in den beiden Kategorien Treibhauseffekt und Energieverbrauch günstiger bewertet worden als der extensive Betriebstyp, in den Kategorien Gewässerschutz und Bodenschutz in etwa gleich gut und in allen anderen Kategorien deutlich schlechter (Abbildung 30). Der Betriebstyp OST erreicht in den Kategorien Treibhauseffekt, Eutrophierung und Versauerung und Biodiversität hohe Werte, in den Kategorien Tiergerechtheit und Milchqualität hat er jedoch von allen Betriebstypen die geringsten Werte.

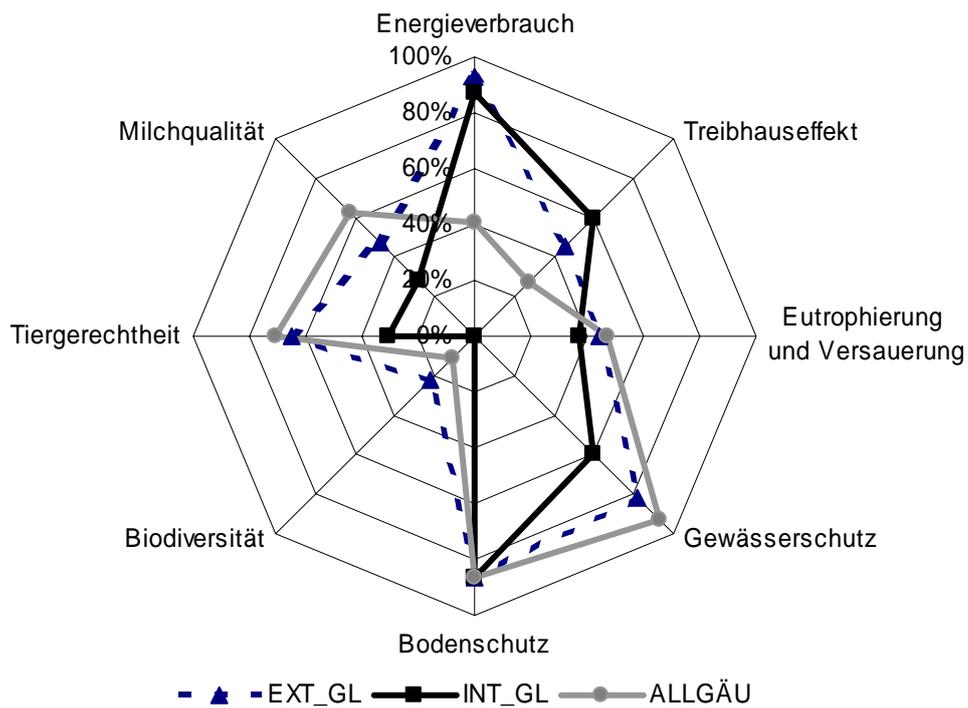


Abbildung 29: Umweltwirkungen der Betriebstypen auf Grünlandstandort (normiert: 10 = bester Wert, 0 = schlechtester Wert)

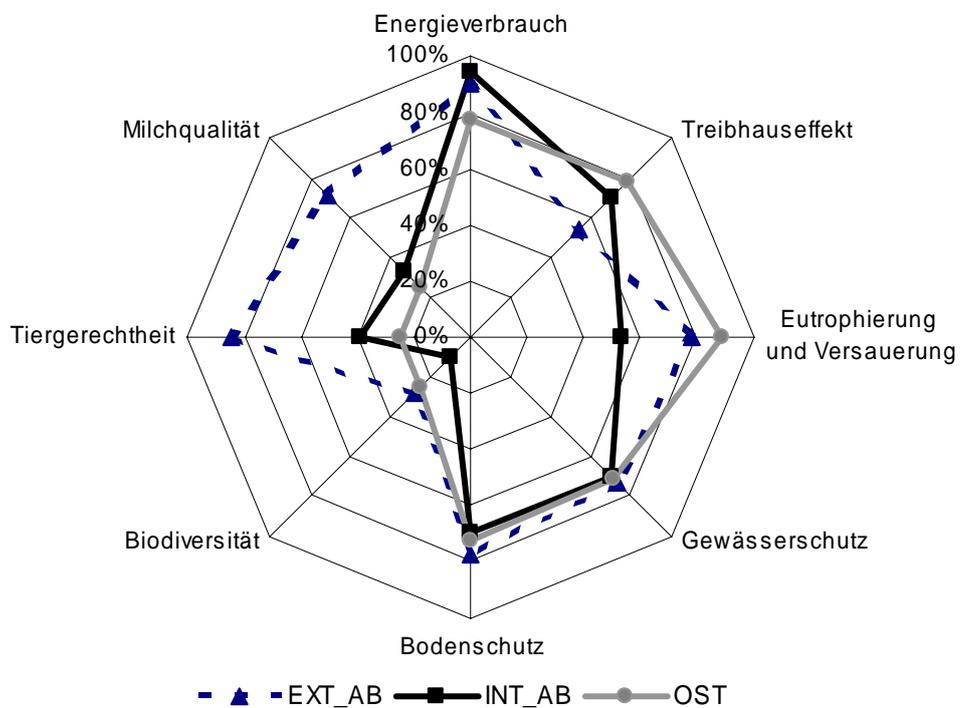


Abbildung 30: Umweltwirkungen der Betriebstypen auf Ackerbaustandort (normiert: 10 = bester Wert, 0 = schlechtester Wert)

3.4 Produktivität und Produktionseffizienz

3.4.1 Produktionsfaktor Fläche

Der Typ OST erreicht aufgrund seines Standortnachteils eine wesentlich geringere Flächenproduktivität und –effizienz als die übrigen Betriebstypen. Der Flächenbedarf je Kuh ist mehr als doppelt so groß wie auf den Ackerbaustandorten in NRW (

Abbildung 31). Die übrigen Betriebstypen benötigen zwischen 1 ha und 1,9 je Kuh. Den höchsten Flächenbedarf je Kuh hat der Typ INT_GL, dessen hochleistende Milchkühe auch die höchste durchschnittliche Futteraufnahme haben. Der Typ EXT_GL benötigt je Kuh 34% weniger Fläche als der Typ INT_GL, der Typ EXT_AB 21% weniger als der intensiv fütternde Typ INT_AB. Der geringste Flächenbedarf ergibt sich für den Typ ALLGÄU, für den höhere Grundfuttererträge ermittelt wurden als für die Betriebstypen in NRW.

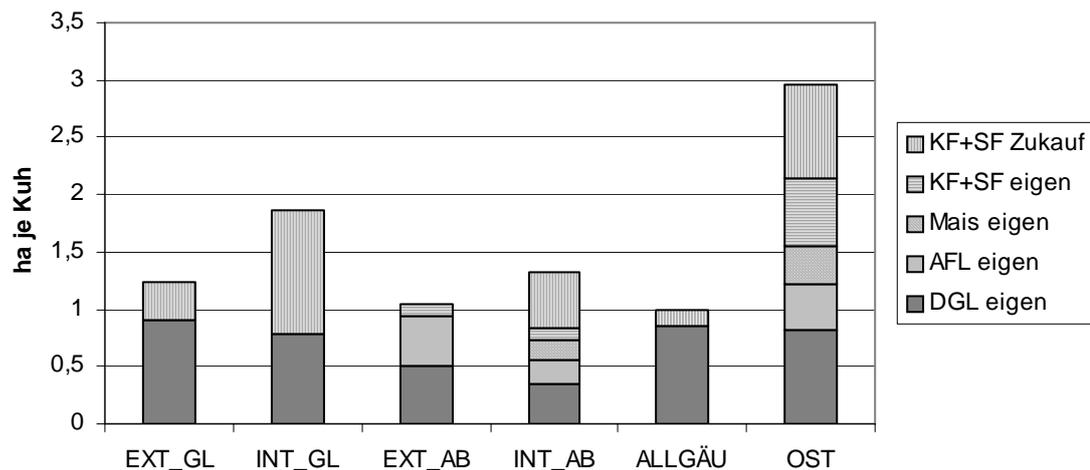


Abbildung 31: Flächenbedarf je Kuh (Eigene Berechnung)

Die Flächenproduktivität ist, trotz der relativ niedrigen Milchleistung, beim Typ ALLGÄU mit rund 6000 kg FPCM je ha am größten und damit etwa 25% größer als beim Typ EXT_GL in NRW (Abbildung 32). Innerhalb NRW haben die Betriebe auf Ackerbaustandorten eine höhere Flächenproduktivität als die Grünlandbetriebe. Die Erträge im Futterbau sind bei Rotklee gras und Silomais höher als die Grundfuttererträge der Grünlandbetriebe. Der Typ INT_AB produziert mehr Milch je Flächeneinheit als der Betriebstyp EXT_AB, der keinen Silomais einsetzt. Rechnerisch werden vom Typ INT_AB je 1000 kg FPCM etwa 0,16 ha Mais benötigt. Des weiteren ergibt sich der

Produktivitätsunterschied zwischen den Intensitätsstufen hier auch aus der größeren Intensität der Flächennutzung beim Typ INT_AB.

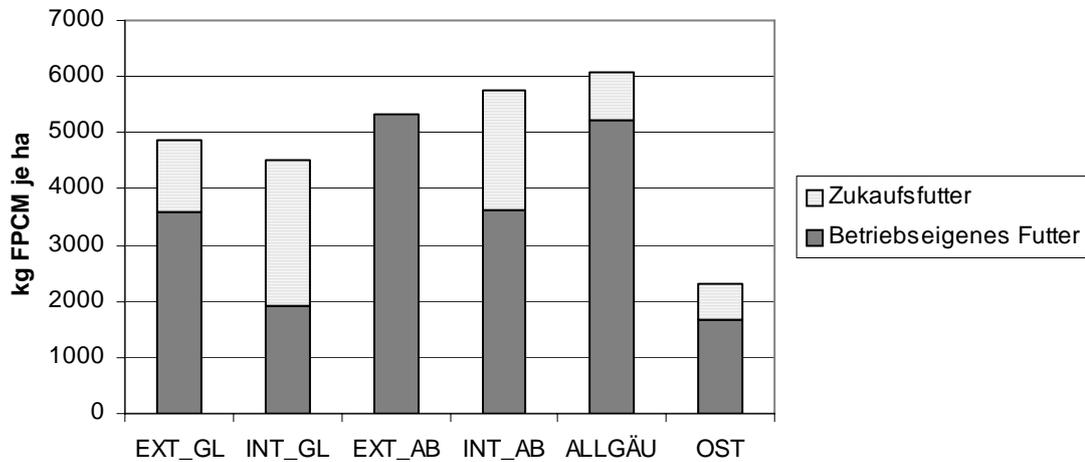


Abbildung 32: Flächenproduktivität

Auf Grünlandstandorten in NRW ist jedoch die Flächenproduktivität des extensiven Betriebstyps EXT_GL um 7% größer als die des intensiven Betriebstyps INT_GL. Bei der Betrachtung der Effizienz der Flächennutzung zeigt sich außerdem, dass der Betriebstyp INT_GL über 50% seiner Milch von außerhalb des Betriebs gelegenen Flächen für Zukaufsfuttermittel erzeugt (Abbildung 33).

Beim Betriebstyp EXT_GL sind es 11%. Damit sind die Ergebnisse in hohem Maße abhängig von den angesetzten Erträgen für zugekaufte Futtermittel.

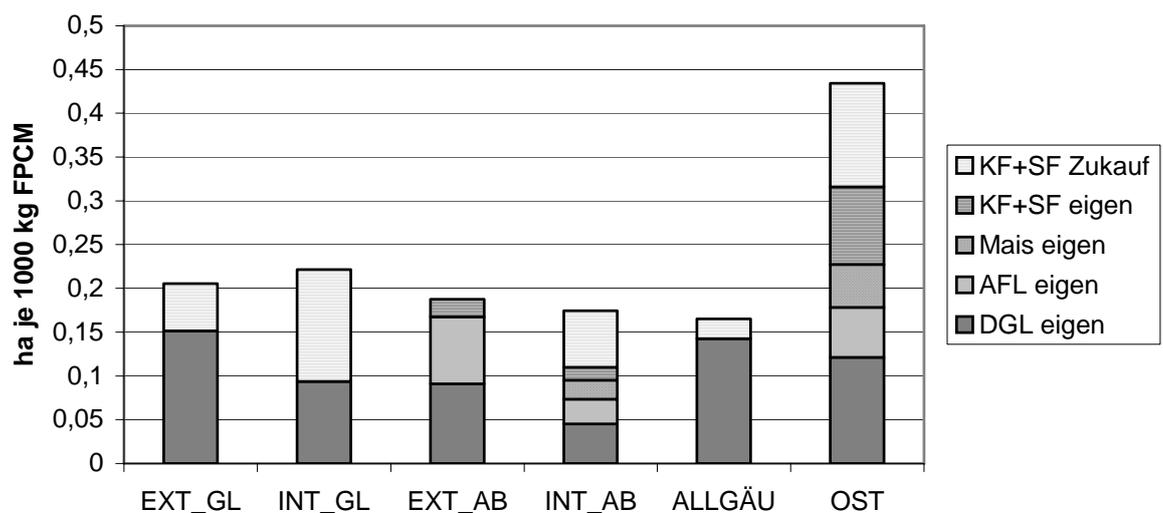


Abbildung 33: Effizienz der Flächennutzung (Eigene Berechnung)

Nimmt man anstelle der hier angesetzten Erträge (Seite 59) für Getreide einen Standardertrag von 45 dt TM/ha an, weist dem Milchleistungsfutter denselben Flächenbedarf zu wie dem Getreide und berücksichtigt keinen Flächenbedarf bei Nebenprodukten wie z.B. Sojapülpe, so ergibt sich für die Betriebstypen außer dem Typ EXT_AB, der keine Futtermittel zukaft, eine höhere Flächenproduktivität. Der Betriebstyp INT_GL erreicht mit diesen Annahmen eine höhere Flächenproduktivität als der Typ EXT_GL. Auf Ackerbaustandorten bleibt der intensive Betriebstyp produktiver als der extensive und erreicht eine extrem hohe Flächenproduktivität von fast 9000 kg FPCM je ha. (Abbildung 34). Die Produktivität des extensiven Grünlandbetriebs EXT_GL ist in diesem Modellfall höher als die des Typs EXT_AB und ähnlich hoch wie die des Typs ALLGÄU.

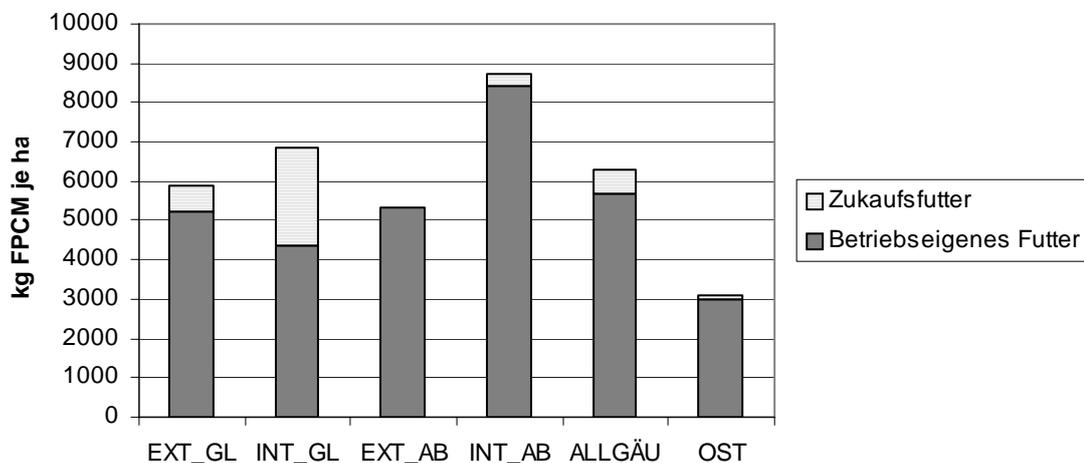


Abbildung 34: Flächenproduktivität mit geänderten Ertragsannahmen für Zukaufsfuttermittel

3.4.2 Produktionsfaktor Arbeit

Der Produktionsfaktor *Arbeit* wird von den Betriebstypen EXT_GL, INT_GL und INT_AB bezogen auf die Arbeitszeit je Kuh ähnlich produktiv eingesetzt. Der Zeitbedarf liegt bei diesen Typen zwischen 35 und 45 Akh je Kuh und Jahr. Die kleineren Typen EXT_AB und ALLGÄU benötigen mit über 70 Stunden je Kuh und Jahr deutlich mehr Zeit. Der Betriebstyp OST benötigt trotz erheblich größerer Herde 60 Akh je Kuh und Jahr und erreicht damit nur eine mittlere Arbeitsproduktivität je Kuh.. Bei Betrachtung der Arbeitsproduktivität in der Einheit kg FPCM je Akh bleiben diese Verhältnisse trotz der unterschiedlichen Milchleistungsniveaus der Typen erhalten (Abbildung 35): Die Typen EXT_GL, INT_GL und INT_AB haben mit 150 bis 240 kg FPCM je Akh die höchste Arbeitsproduktivität, während die Typen EXT_AB und

ALLGÄU nur jeweils rund 80 kg FPCM je Akh produzieren. Der Typ OST liegt mit 114 kg FPCM je Akh wiederum zwischen diesen beiden Gruppen.

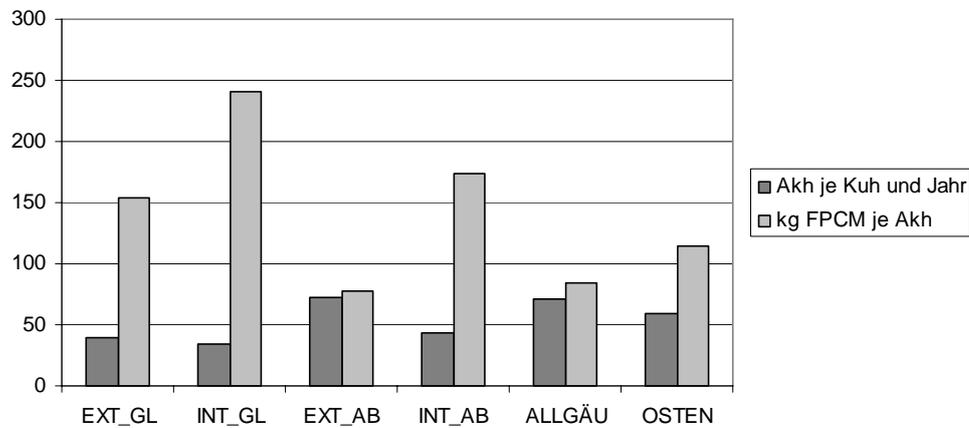


Abbildung 35: Arbeitszeitbedarf und Arbeitsproduktivität

Bezieht man die im Betriebszweig beschäftigten Angestellten und Familienarbeitskräfte auf die für das Milchvieh benötigte Fläche, so beschäftigt der Betriebstyp EXT_AB mit der geringsten Arbeitsproduktivität deutlich mehr Ak je Flächeneinheit als die übrigen Typen und auch deutlich mehr als der Typ ALLGÄU, der ebenfalls eine geringe Arbeitsproduktivität aufweist. Der Unterschied liegt in der Betriebsstruktur begründet, indem im Typ ALLGÄU nur die verfügbaren Familienarbeitskräfte eingesetzt werden können, während der Betriebstyp EXT_AB über angestellte Arbeitskräfte verfügt und häufig bewusst zusätzliche Personen ins Betriebsgeschehen einbindet, um ihnen innerhalb der Betriebsgemeinschaft eine Aufgabe zu geben. Die Entlohnung solcher Arbeitskräfte ist jedoch mit den Angestellten anderer Betriebstypen häufig nicht vergleichbar. Als potentieller Arbeitgeber im ländlichen Raum haben Betriebe mit geringerer Arbeitsproduktivität jedoch ein höheres Beschäftigungspotential je Flächeneinheit (Abbildung 36).

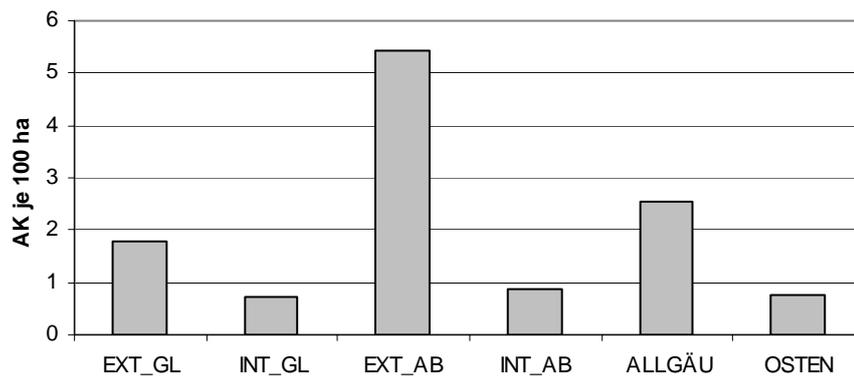


Abbildung 36: Beschäftigungspotential der Betriebstypen

3.4.3 Produktionsfaktor Kraftfutter

Die Fütterungsintensität wurde bisher absolut in der Einheit dt TM je Kuh und Jahr angegeben (Abbildung 37). Die Fütterungseffizienz, die die eingesetzte Kraftfuttermenge relativ zur Milchleistung in der Einheit g Kraft- und Saftfutter je kg Milch angibt, ist nicht nur ein Effizienz-, sondern gleichzeitig ein weiteres Intensitätsmaß. Bei gleicher Milchleistung setzen Betriebstypen mit höherer absoluter Intensität mehr Kraftfutter je kg FPCM ein und erreichen damit eine geringere Fütterungseffizienz. Die hier untersuchten Betriebstypen setzten zwischen 70 und 283 g Kraft- und Saftfutter je kg FPCM ein (Abbildung 38). Der Typ OST, der bei höherer absoluter Intensität weniger Leistung erzielt als der Typ INT_AB braucht mehr Kraftfutter je kg FPCM und erreicht damit eine um rund 100g geringere Kraftfuttermengeeffizienz.

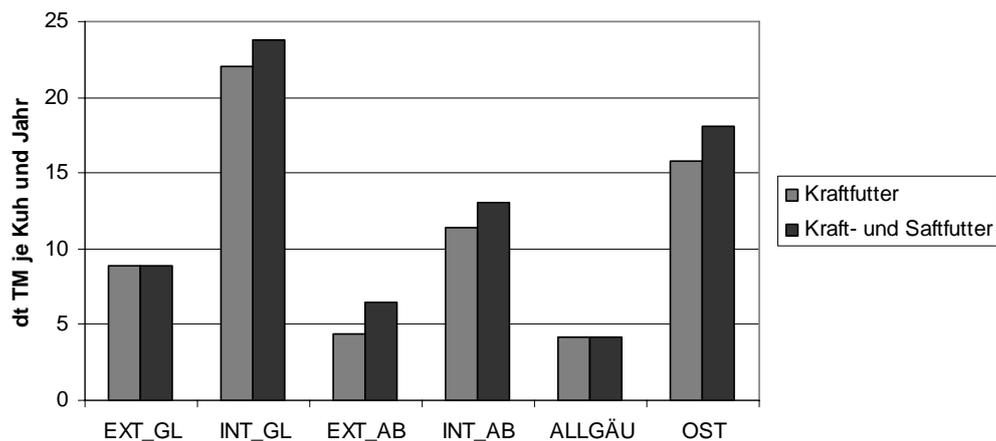


Abbildung 37: Fütterungsintensität der Betriebstypen

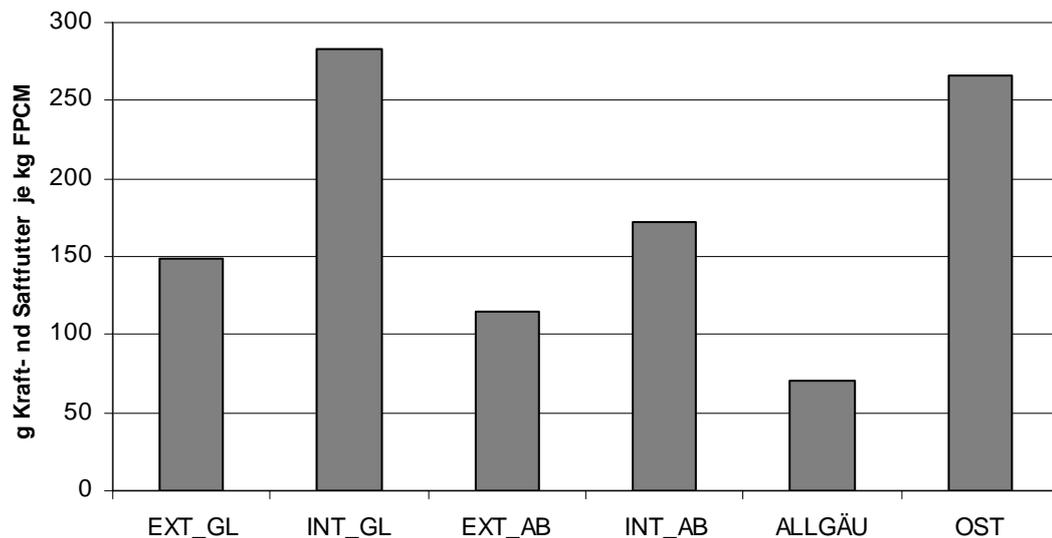


Abbildung 38: Fütterungseffizienz der Betriebstypen

Der Typ ALLGÄU erreicht bei geringem Kraftfuttermittelverbrauch je Kuh und vergleichsweise hoher Milchleistung eine höhere Kraftfüttereffizienz als die übrigen extensiven Betriebstypen EXT_GL und EXT_AB. Die geringste Effizienz verzeichnet der Typ INT_GL, der nicht nur die größte Kraftfuttermittelmenge je Kuh füttert, sondern auch je kg FPCM rund 280 g Kraft- und Saftfüttermittel einsetzt.

Die Kraftfütterproduktivität gibt an, wie viel Milch nach Abzug der Grundfütterleistung rechnerisch aus dem eingesetzten Kraftfüttermittel erzeugt wurde. In allen Betriebstypen liegt die Kraftfütterproduktivität zwischen 1,4 und 1,7 kg FPCM je kg Kraft- und

Saftfuttermittel). Bei dem sehr intensiv fütternden Betriebstyp INT_GL werden je kg Kraft- und Saftfuttermittel 1,7 kg Milch ermolken. Der Typ INT_AB erreicht 1,55 kg FPCM je kg Kraft- und Saftfutter. Der Typ INT_GL, der typischerweise sehr intensiv mit Fütterungsberatern zusammenarbeitet, kann das eingesetzte Kraftfutter damit produktiver in Milch umsetzen als der Typ INT_AB. Die höhere Kraftfutthereffizienz der extensiven Betriebstypen ist auf die geringere absolute Intensität zurückzuführen und spiegelt sich nicht in einer höheren Kraftfutterproduktivität wieder. Beim Typ EXT_GL ist die Kraftfutterproduktivität mit unter 1,4 kg FPCM je kg Kraft- und Saftfutter am geringsten (Abbildung 39).

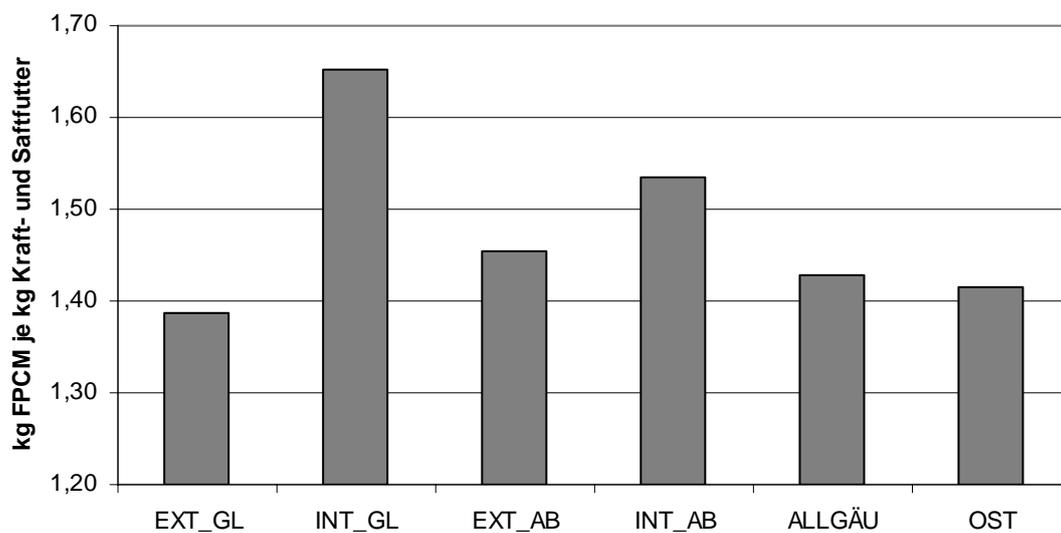


Abbildung 39 Produktivität des Kraftfuttereinsatzes ermittelt auf Basis der verfütterten Energie

3.5 Optimierte Betriebstypen

3.5.1 Änderung von Kenndaten der Produktion

Für alle Betriebstypen wurde in einem Szenario mit Optimierung angenommen, dass 5% des Dauergrünlandes extensiv mit nur einer Schnittnutzung bewirtschaftet werden. Außerdem wurde den Typen mit Flüssigmistwirtschaft emissionsreduzierte Gülleausbringung unterstellt. Nachdem in der Ausgangssituation die Erfolgsparameter im Futterbau sehr vorsichtig eingeschätzt worden waren, wurden im optimierten Zustand die jeweils maximal in der Praxis festgestellten Erträge und überdurchschnittliche Futterinhaltsstoffe angenommen. Darüber hinaus wurden für die einzelnen Betriebstypen in Abhängigkeit von ihren speziellen Problembereichen weitere Änderungen unterstellt. Tabelle 35 zeigt die Änderungen der Produktionskennzahlen im optimierten Zustand. Im Einzelnen wurden folgende Überlegungen zu den Typen angestellt:

a) Typ EXT_GL

Bei diesem Betriebstyp wird in der Ausgangssituation das Grundfutterpotential des Standortes nicht voll ausgeschöpft und das Grundfutterangebot für die Milchkühe dadurch reduziert, dass deutlich mehr Jungvieh aufgezogen wird als für die Remontierung benötigt, ohne dass entsprechende Vermarktungsmöglichkeiten dieses Vorgehen nahe legen würden. Für das Ziel einer extensiven Fütterung sind die eingesetzten Kraftfuttermengen noch relativ hoch. Die angesetzte Durchschnittsleistung von 6000 kg FPCM je Kuh und Jahr wird innerhalb der zugehörigen Betriebsklasse zum Teil deutlich übertroffen.

Im optimierten Zustand nutzt der Betriebstyp einen größeren Teil der Betriebsfläche für die Milchkühe. Bei halbiertem Fütterungsintensität erreicht er im Modell trotzdem eine um 500 kg FPCM höhere Durchschnittsleistung, indem das Futteraufnahmevermögen der Tiere beibehalten und die Energiekonzentration des verfütterten Grundfutters um 2% erhöht wird. Bei beibehaltener Herdengröße erhöht sich damit die Liefermenge um 9%.

b) Typ INT_GL

Die Milchviehrationen dieses Betriebstyps zeigen im Ausgangszustand einen Rohfasergehalt, der hinsichtlich der Tiergerechtigkeit an der unteren Grenze liegt. Grundfutter ist bei diesem Typ reichlich vorhanden. Trotzdem wird, sogar relativ zu der hohen Milchleistung sehr intensiv gefüttert. Der Weideanteil in der Ration ist mit 15% der Trockenmasseaufnahme im Sommer sehr niedrig. In der Praxis äußerten

Betriebsleiter dieser Gruppe die Intention, mehr Sommerweide einsetzen zu wollen. Die hohe Remontierungsrate dieses Typs ist nach Aussagen der Betriebsleiter nicht krankheits-, sondern selektionsbedingt, so dass eine Senkung auf 25 % realistisch erscheint. Das dadurch eingesparte Grundfutter kann dem Milchvieh zur Verfügung gestellt werden, so dass fünf Kühe mehr gehalten werden können. Durch Verdopplung des Weideanteils und Optimierung der Grundfutterqualität kann der Typ INT_GL mit deutlich geringerer Fütterungsintensität dennoch eine etwas höhere Durchschnittsleistung erzielen als im Ausgangszustand. Die Liefermenge erhöht sich um 8%.

c) Typ EXT_AB

Der Betriebstyp EXT_AB hat im Ausgangszustand eine sehr niedrige Milchleistung gemessen an der Spannweite der Klasse. Geht man von einer verbesserten Grundfutterqualität aus, ist eine Milchleistung von 6000 kg FPCM rechnerisch gut erreichbar. Im Ausgangszustand ist das Grundfutterangebot sehr knapp. Geht man von einer niedrigeren Remontierungsrate und vom frühzeitigen Abverkauf nicht benötigten Jungviehs aus, lässt sich hier der Spielraum vergrößern. Bei beibehaltener Herdengröße produziert der Typ EXT_AB ohne Steigerung der Fütterungsintensität im optimierten Zustand 8% mehr Milch.

d) Typ INT_AB

Der Typ INT_AB füttert eine Grundfütterration basierend auf Gras- und Maissilage. Der Maisanteil in der Fruchtfolge liegt bei 25%. Gleichzeitig berichten Betriebsleiter dieser Gruppe von Anbauproblemen beim Mais und von durch den Maisanteil verursachten Problemen mit zu niedriger RNB bei den Rationen, die zum Zukauf proteinreicher Futtermittel zwingen.

Im optimierten Betrieb wird der Anteil von Mais in der Fruchtfolge auf 16% gesenkt. Auf den frei werdenden Flächen werden Getreide und Ackerbohnen angebaut. Die optimierte Ration, die optimale Futterinhaltsstoffe unterstellt, reicht rechnerisch für eine um 5% höhere Milchleistung von 8.000 kg FPCM. Allerdings muss die Herdengröße bei dieser Fütterungsstrategie leicht reduziert werden, um ausreichende Grundfutterreserven sicherstellen zu können. Dadurch sinkt die Produktionsmenge um 7%. Gleichzeitig steigt die Menge an Getreide für den Marktverkauf.

e) Typ ALLGÄU

Beim Typ ALLGÄU besteht vor allem im arbeitswirtschaftlichen Bereich Optimierungsbedarf. Da hier im Einzelfall Verbesserungen nur mit zusätzlichen Investitionen in Gebäude und Anlagen erreicht werden können, wird diese Art der

Optimierung hier nicht behandelt. Das Grundfutterangebot ist im Ausgangsszenario sehr knapp, was im optimierten Fall durch frühzeitigen Abverkauf nicht benötigten Jungviehs verbessert werden kann. Außerdem besteht das Risiko negativer RNB. Im Ausgangsszenario wurde Milchleistungsfutter mit einem RNB-Wert von 0 eingesetzt, das in der Praxis in der Regel verwendet wurde. Im optimierten Szenario wird es durch Rapskuchen ersetzt. Damit ist im optimierten Zustand eine Steigerung der Milchleistung und der Liefermenge um 8% bei gleichbleibender Fütterungsintensität möglich.

f) Typ OST

Der Typ OST nutzt im Ausgangszustand einen Großteil der Grünlandflächen mit nur 1 bis 2 Schnittnutzungen sehr extensiv. Ackerfutter macht nur 15% der Fruchtfolge aus. Stattdessen werden hauptsächlich Getreide und Körnerleguminosen angebaut und verfüttert. Die Erträge betragen etwa 15-20 dt TM/ha, wobei häufig Totalausfälle durch Trockenheit vorkommen. Das Grundfutterangebot für das Milchvieh ist dadurch knapp und die Fütterungsintensität gemessen an der Milchleistung sehr hoch. Der Weideanteil in der Ration liegt bei nur 20% - und in der Praxis oft darunter. Eine Erhöhung ist nach den Beobachtungen auf den Praxisbetrieben logistisch trotz der großen Herden durchaus möglich, erfordert aber einige organisatorische Maßnahmen (Zäune, Triebwege), deren Kosten hier nicht eingerechnet wurden. Mit einer Umstellung der Fruchtfolge, Optimierung des Grünlandmanagements, erhöhter Grundfutter- und Weidefutteraufnahme und gesenkter Remontierungsrate erreicht der Typ OST eine Steigerung der Liefermenge um 3% bei gleichzeitiger Halbierung der Fütterungsintensität. In der Praxis wird eine solch drastische Optimierung im Einzelfall nicht möglich sein. Das Optimierungspotential ist bei diesem Betriebstyp aber deutlich größer als bei allen anderen Typen.

Tabelle 35: Produktionskennzahlen der Betriebstypen im Ausgangszustand und nach Optimierung

	EXT_GL		INT_GL		EXT_AB		INT_AB		ALLGÄU		OST	
	IST	OPT	IST	OPT	IST	OPT	IST	OPT	IST	OPT	IST	OPT
Herdengröße	45	45	75	80	35	35	85	74	40	40	350	350
Änderung	0%		7%		0%		-13%		0%		0%	
Produktions- menge [1000 kg FPCM]	250	273	600	650	182	197	610	565	222	245	2250	2320
Änderung	9%		8%		8%		-7%		10%		3%	
Leistung [kg FPCM]	6.000	6.500	8.400	8.500	5.600	6.000	7.600	8.000	6.000	6.500	6.800	7.000
Änderung	8%		1%		7%		5%		8%		3%	
Grundfutter- leistung [kg FPCM]	4.763	5.941	4.476	6.186	4.663	5.351	5.590	6.184	5.402	5.856	5.233	5.865
Änderung	25%		38%		15%		11%		8%		39%	
Remontierungs- rate	24%	20%	35%	25%	20%	17%	29%	26%	20%	20%	30%	25%
Änderung	-18%		-28%		-14%		-13%		0%		-17%	
Viehbesatz [GV/ha]	1,2	1,2	1,4	1,2	1	0,8	1,2	1	1,4	1,3	0,4	0,4
Änderung	-4%		-15%		-14%		-15%		-8%		-3%	
Intensität [dt TM Kraft- u. Saftfutter]	9	4	22	14	4	4	11	10	4	4	16	7
Änderung	-56%		-38%		0%		-10%		0%		-57%	
Weideanteil [%TM Sommer]	49%	52%	15%	29%	59%	65%	24%	27%	43%	51%	12%	23%
Änderung	6%		89%		11%		13%		19%		98%	

3.5.2 Ökonomisches Optimierungspotential

Für alle Betriebskosten sinken die Stückkosten der Milchproduktion durch die theoretischen Optimierungsmaßnahmen. Besonders deutlich ist die Kostenreduktion bei den Typen EXT_GL und INT_GL (-13%) sowie OST (-11%). Für die Betriebstypen EXT_AB und ALLGÄU ist im Modell eine Senkung der Stückkosten um rund 5% möglich (Abbildung 40).

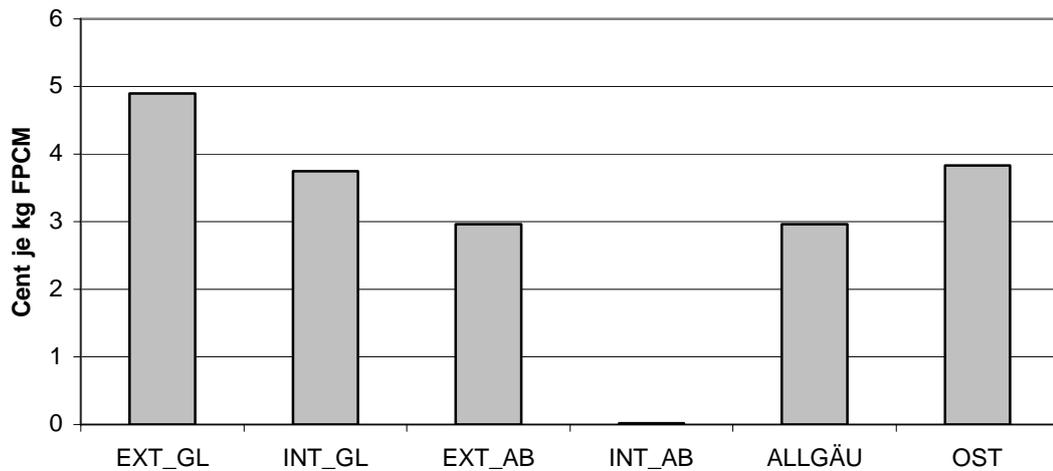


Abbildung 40: Ökonomisches Optimierungspotential der Betriebstypen: Senkung der Kosten je kg FPCM

Durch verbesserte Milchleistung sind die Änderungen im kalkulatorischen Ergebnis je Kuh noch stärker und liegen im Extremfall im Optimum bis zu fünfmal höher als in der Ausgangssituation. Für die Betriebstypen auf Grünlandstandorten in NRW ergeben sich jährliche Mehrerlöse von rund 300 € je Kuh. Beim Typ OST sind theoretisch Mehrerlöse von rund 250 € möglich. Für den Typus des intensiven Ackerbaubetriebs in NRW und den Betriebstyp ALLGÄU fällt das Optimierungspotential mit knapp 150 € je Kuh geringer aus. Für den Typ INT_AB bewirkt die produktionstechnische Optimierung kaum ökonomische Verbesserungen je Kuh (Abbildung 41).

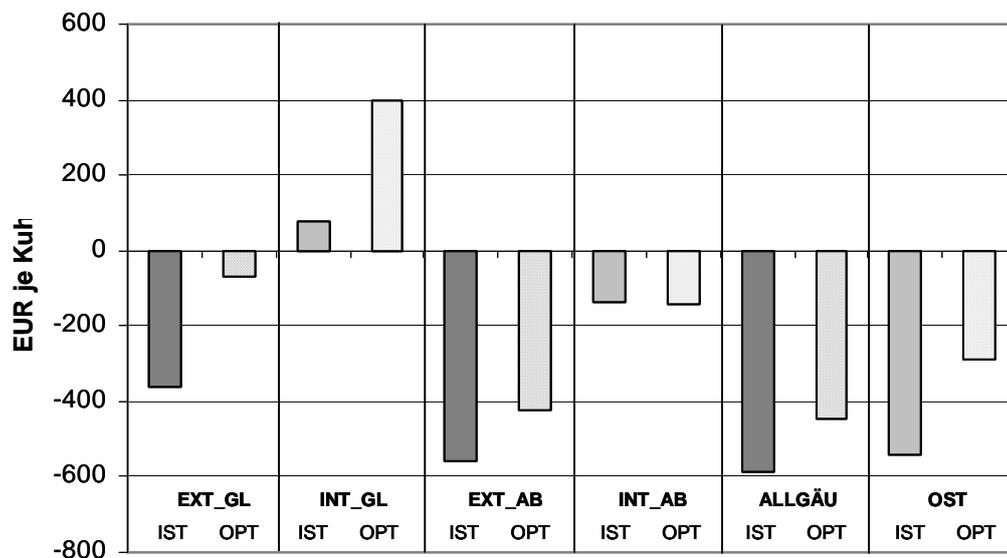


Abbildung 41: Ökonomisches Optimierungspotential der Betriebstypen: Änderung des kalkulatorisches Ergebnisses je Kuh

Im Optimierungsprozess wurde beim Typ INT_GL die Milchviehherde vergrößert, beim Typ INT_AB sank die Herdengröße deutlich um 13%. Die übrigen Betriebstypen wurden ohne Veränderung der Herdengröße optimiert, so dass sich die Mehrerlöse je Kuh auf das kalkulatorische Ergebnis des Betriebszweigs fortsetzen. Mit diesen Veränderungen verbessert sich das kalkulatorische Ergebnis des gesamten Betriebszweigs für alle Betriebstypen.

Für die Betriebstypen EXT_GL, INT_GL und INT_AB sind die Mehrkosten für emissionsreduzierte Gülleausbringung zusätzlich in Ansatz zu bringen. In den oben dargestellten Ergebnissen sind sie noch nicht berücksichtigt. Ausgehend von 25 m³ Gülleanfall je Kuh, einer Ausbringungsmenge von 20 m³ je ha und Mehrkosten durch höheren Zeitbedarf und höhere variable Maschinenkosten von etwa 25-30 € je ha lassen sich diese Mehrkosten mit ca. 30-40 € je Kuh abschätzen. Für den Typ EXT_GL sind diese Kosten durch die Mehrerlöse im optimierten Zustand abgedeckt. Die Typen INT_GL und INT_AB praktizieren bereits im Ausgangszustand zu 50% emissionsreduzierte Gülleausbringung. Die Mehrkosten durch die Ausweitung dieser Praxis auf 100% der Ausbringungsmenge sind durch den Mehrerlös nach Optimierung daher ebenfalls abgedeckt. Für den Typ INT_AB ist jedoch bei Einbeziehung dieser Maßnahme keine Steigerung des Gewinns des Betriebszweigs mehr zu erwarten.

Die Modellrechnung zeigt erhebliches ökonomisches Optimierungspotenzial bei allen Betriebstypen.

Maßnahmen zur Verbesserung der Grundfutterqualität und Ausnutzung des Grundfutterpotenzials des Standortes sowie der Grundfutteraufnahmekapazität der Tiere führen zu deutlichen ökonomischen Verbesserungen. Diese Verbesserungen zeigen sich umso deutlicher, wenn mit der Optimierung der Fütterung eine Steigerung der Milchleistung angenommen werden kann. Das größte relative Optimierungspotenzial liegt bei den Betriebstypen EXT_GL und INT_GL. Der Typ INT_AB konnte sich in der Modellrechnung nicht ökonomisch verbessern. Die Mehrkosten für Optimierung der Umweltwirkungen (Einrichtung von Extensivierungsflächen und emissionsreduzierte Gülleausbringung) sind im Modell durch Optimierung produktionstechnischer Parameter gut finanzierbar.

In der Praxis ist der einzelbetriebliche Optimierungsspielraum selbstverständlich erheblich kleiner als in der hier modellierten Situation.

3.5.3 Ökologisches Optimierungspotential

Die Optimierung der Produktion führt in allen Betriebstypen außer EXT_AB zu einer Verbesserung der Ökobilanz in allen Kategorien (Abbildungen 42-47).

Im **Betriebstyp EXT_AB** werden in der optimierten Variante wegen des höheren Anteils von Hackfrüchten in der Fruchtfolge und einer etwas intensiveren Grünlandnutzung weniger Bonitурpunkte in der Kategorie Biodiversität erreicht. In der Kategorie Treibhauseffekt kommt es dagegen zu einer deutlichen Verbesserung durch die höhere Milchleistung.

Der **Betriebstyp INT_AB** verbessert sich in den Wirkungsbereichen Versauerung und Eutrophierung, Gewässerschutz, Tiergerechtheit, Milchqualität und Biodiversität, wobei die Verbesserung im Bereich Biodiversität am größten ist. Diese Verbesserung ist auf die 5% Extensivgrünland und den zu Gunsten von Getreide reduzierten Maisanteil in der Fruchtfolge zurückzuführen. Der reduzierte Maisanteil wirkt sich auch positiv auf die Milchqualität aus. Durch den Ersatz proteinreicher Zukaufsfuttermittel durch Rapskuchen und Ackerbohnen verbessert sich die Nährstoffausnutzung, was sich positiv auf den Gewässerschutz auswirkt.

Der **Betriebstyp EXT_GL** kann sich durch die unterstellte bessere Nährstoffausnutzung und die emissionsreduzierende Gülleausbringung vor allem in der Kategorie Eutrophierung und Versauerung sowie in der Kategorie Gewässerschutz verbessern. Eine leichte Verbesserung wurde außerdem in den Kategorien Treibhauseffekt und Biodiversität erreicht.

Der **Betriebstyp INT_GL** verbessert sich in allen Wirkungsbereichen, wobei die Unterschiede zur Ausgangssituation in den Wirkungsbereichen Eutrophierung und Versauerung, Gewässerschutz, Biodiversität und Milchqualität am deutlichsten sind. Die positiven Effekte in den Kategorien Tiergerechtheit und Milchqualität sind vor allem auf die verringerte Fütterungsintensität sowie – in geringerem Maß – auf den erhöhten Weideanteil zurückzuführen. Auf die Kategorie Eutrophierung und Versauerung wirkt sich die emissionsreduzierende Gülleausbringung positiv aus, auf die Kategorie Gewässerschutz vor allem die höheren Stickstoffentzüge durch die angenommene höhere Futterqualität.

Der **Betriebstyp ALLGÄU** verbessert durch die Optimierung seine Ökobilanz in den Kategorien Treibhauseffekt und Biodiversität. Die günstigere Bewertung in der Kategorie Treibhauseffekt wird durch eine höhere Milchleistung bei in etwa gleich bleibenden Gesamtemissionen erreicht. Die höhere Punktzahl in der Kategorie Biodiversität ist auf die Extensivierung von 5% des Wirtschaftsgrünlandes zurückzuführen.

Der **Betriebstyp OST** steigert sich in allen Wirkungsbereichen außer den bereits zuvor schon günstig bewerteten Kategorien Biodiversität, Eutrophierung und Treibhauseffekt. In den Kategorien Tiergerechtheit und Milchqualität werden Verbesserungen um ca.

30% erreicht, und zwar vor allem durch die reduzierte Fütterungsintensität und den höheren Weideanteil in der Ration.

Die Modellrechnung zeigt, dass die dargestellten produktionstechnischen Optimierungen nicht nur zu einer verbesserten Wirtschaftlichkeit führen, sondern auch mit günstigen ökologischen Effekten verbunden sind. Positiv wirken sich vor allem die Extensivierung von 5% der Grünlandfläche, die emissionsreduzierte Gülleausbringung sowie das effizientere Grünlandmanagement aus, das zu einer Erhöhung der Nährstoffgehalte und damit auch zu einer besseren Nährstoffausnutzung führt.

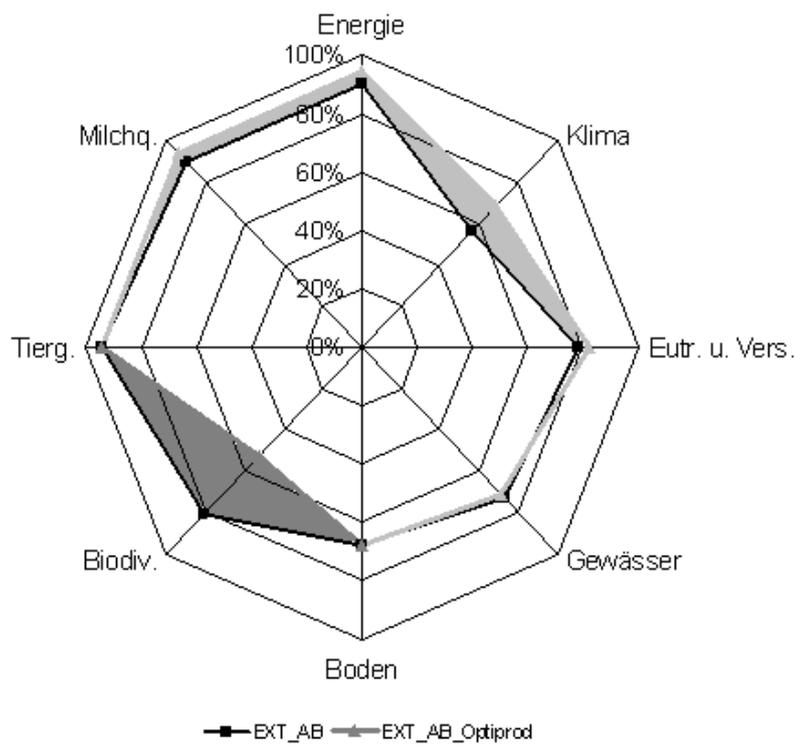


Abbildung 42: Relative Umweltwirkung des Betriebstyps EXT_AB im IST-Zustand und nach Optimierung

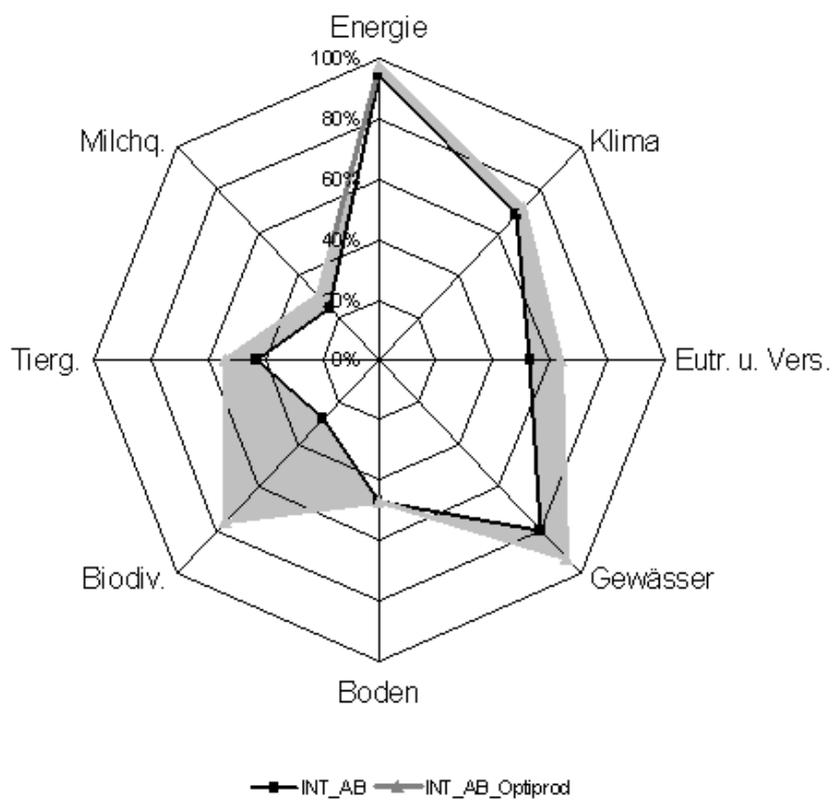


Abbildung 43: Relative Umweltwirkung des Betriebstyps INT_AB im IST-Zustand und nach Optimierung

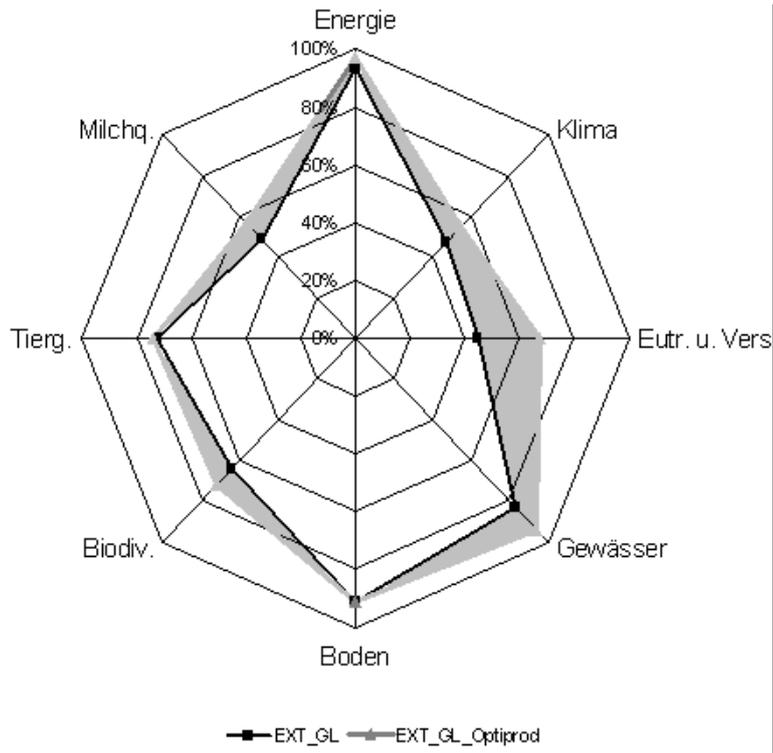


Abbildung 44: Relative Umweltwirkung des Betriebstyps EXT_GL im IST-Zustand und nach Optimierung

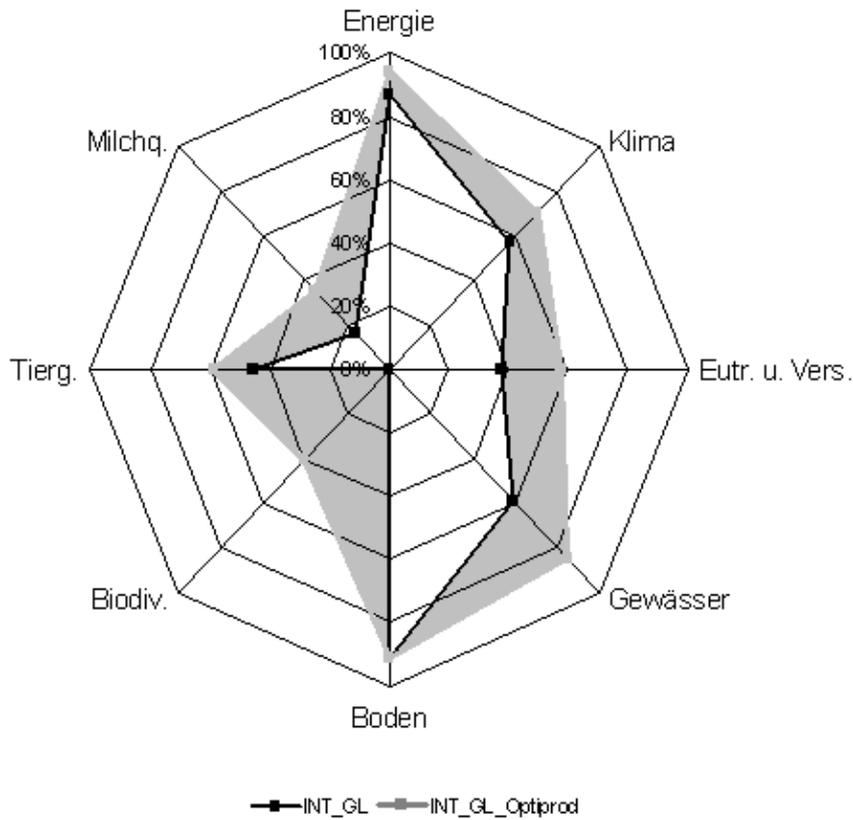


Abbildung 45: Relative Umweltwirkung des Betriebstyps INT_GL im IST - Zustand und nach Optimierung

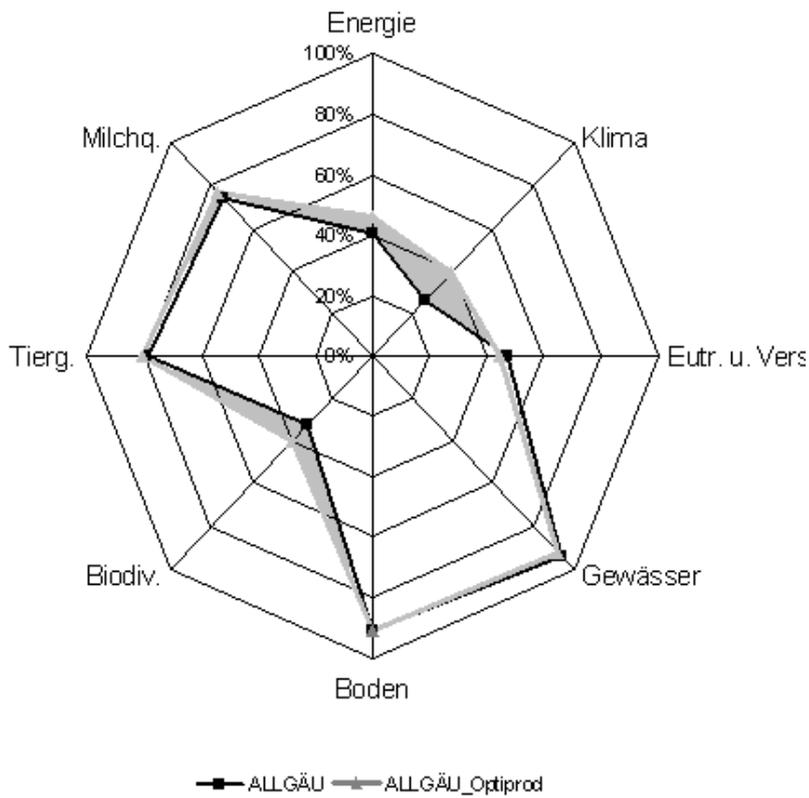


Abbildung 46: Relative Umweltwirkung des Betriebstyps ALLGÄU im IST - Zustand und nach Optimierung

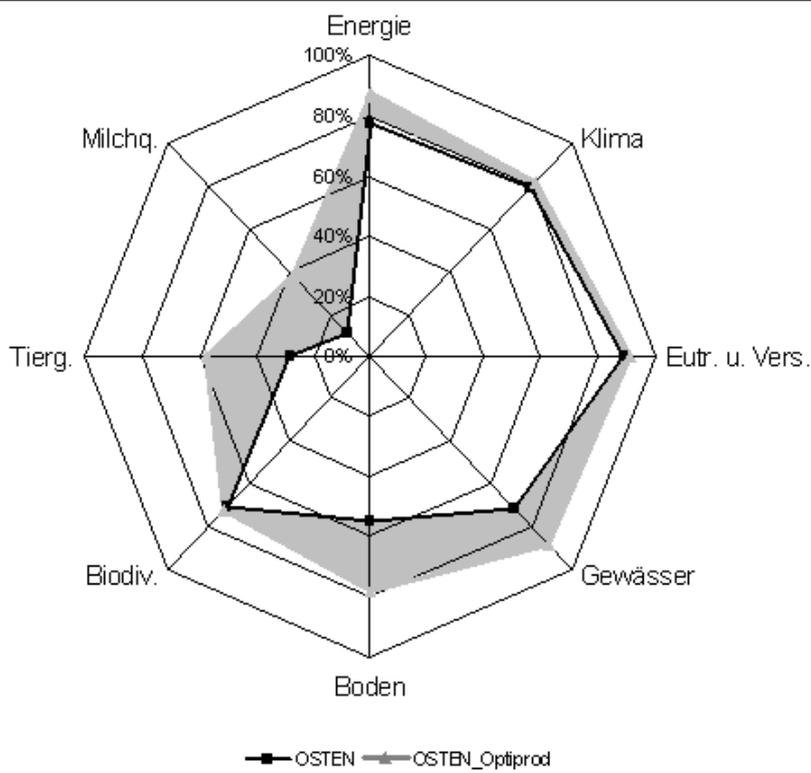


Abbildung 47: Relative Umweltwirkung des Betriebstyps OST im IST - Zustand und nach Optimierung

3.6 Betriebstypen in der Szenarienrechnung

3.6.1 Produktionsbezogene Szenarien

Im Ausgangsszenario verfüttern alle modellierten Betriebstypen bereits ausschließlich ökologisch erzeugte Futtermittel. Tabelle 36 gibt einen Überblick darüber, welche Betriebstypen die Anforderungen der übrigen Szenarien bereits im IST-Zustand erfüllen. Der Betriebstyp EXT_AB muss in keinem der Szenarien angepasst werden. Dem am nächsten kommt der Betriebstyp ALLGÄU, der nur der Anforderung „100% Selbstversorgung“ und – ganz knapp – der Anforderung „50% Weide“ nicht entspricht. Der Betriebstyp EXT_GL liegt im Kraftfuttereinsatz über dem Grenzwert von 10% und ist ebenfalls nicht zu 100% selbstversorgt. Der Betriebstyp INT_GL erfüllt nur die Bedingung des Szenarios „1,4 GV/ha HFF“.

Tabelle 36: Übersicht den Erfüllungsgrad der ökologischen Szenarien. Grau hinterlegt: Bedingung des Szenarios wird nicht erfüllt.

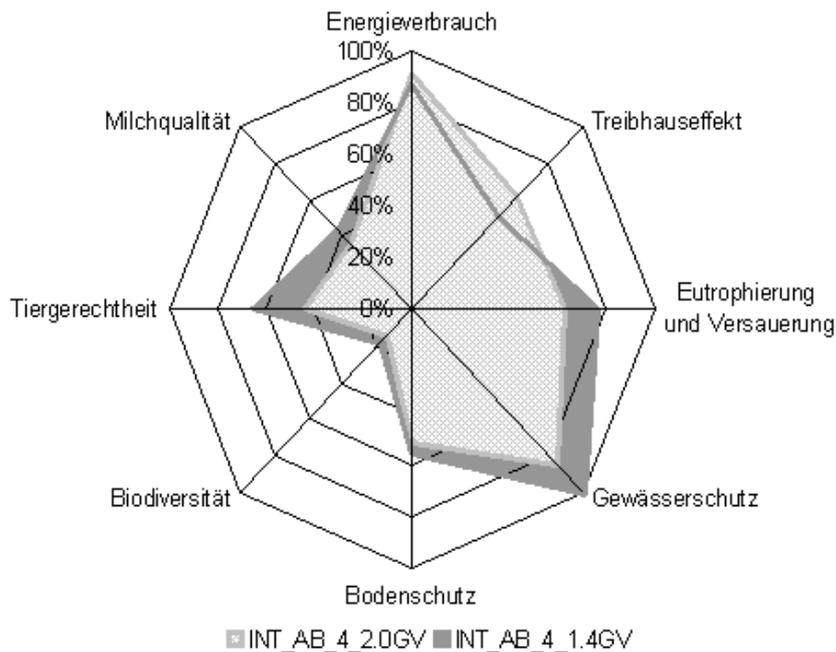
	Ziel	EXT_AB	INT_AB	EXT_GL	INT_GL	ALLGÄU	OST
GV/ha HFF	<1,4	1,3	1,5	1,2	1,4	1,4	0,7
Eigenfutternanteil	100%	100%	91%	84%	72%	89%	91%
Weidenanteil	>50%	60%	24%	50%	15%	43%	12%
KF-Anteil	<10%	8%	18%	16%	34%	7%	25%
Anteil KF überregional	0%	0%	6%	0%	7%	0%	13%

a) Limitierung des GV-Besatzes

Nach Angaben von Beratern und Landwirten war der im Ökologischen Landbau zulässige Viehbesatz von 2 GV gegenüber nur 1,4 GV/ha HFF im Grünlandextensivierungsprogramm bei ähnlicher Fördersumme je Hektar für einige Landwirte ein wesentlicher Grund, vom Extensivierungsprogramm zur ökologischen Wirtschaftsweise zu wechseln. Von den Betriebstypen liegt zwar nur der Typ INT_GL mit 1,5 GV/ha HFF über dem Grenzwert des Grünlandextensivierungsprogramms von 1,4 GV/ha HFF, einzelne Betriebe halten jedoch deutlich mehr GV/ha HFF. Eine Limitierung des GV-Besatzes führt im Mittel der Betriebe zu keiner wesentlichen Verbesserung der Ökobilanz, da nur wenige Betriebe über Viehbesatz deutlich über 1,4 GV halten. In Betrieben mit einem Viehbesatz deutlich über 1,4 GV/ha HFF führt eine Limitierung des Besatzes jedoch zu einer erheblichen Verbesserung der Ökobilanz (Abbildung 48). Positive Wirkungen werden vor allem in den Kategorien Eutrophierung und Versauerung sowie Gewässerschutz und - auf Grund einer veränderten

Rationsgestaltung - auch in den Kategorien Tiergerechtheit und Milchqualität erzielt. Diese positiven Effekte auf die Ökobilanz sind jedoch mit deutlich höheren Kosten für den Betrieb verbunden. In Abbildung 48 sind beispielhaft die ökologischen Auswirkungen eines Reduzierten Viehbesatzes im Typ INT_AB sowie in einem intensiven Ackerbaubetrieb mit 2 GV/ha HFF im Ausgangsszenario dargestellt.

Abbildung 48: Umweltwirkungen eines reduzierten Viehbesatzes in einem extremen Einzelbetrieb



Die Beschränkung des Viehbesatzes hat für den Betriebstyp INT_AB erhebliche ökonomische Einbußen zur Folge: Die Kosten je kg Milch steigen zwar nur minimal um 3%. Durch die geringere Liefermenge sinkt das kalkulatorische Ergebnis des Betriebszweigs im Szenario jedoch um knapp 7.500 €.

b) 100% eigenes Futter

Der Betriebstyp EXT_AB entspricht als einziger dem Leitbild der vollständigen Selbstversorgung (Tabelle 36). Alle anderen Betriebstypen kaufen 10-30% der eingesetzten Futtermittel zu. Im Betriebstyp INT_GL ist eine Selbstversorgung definitionsgemäß nicht möglich: Dieser Betriebstyp kann als reiner Grünlandbetrieb kein eigenes Kraftfutter erzeugen, setzt aber über 20 dt KF/Kuh und Jahr ein.

Eine Beschränkung auf selbstproduzierte Futtermittel bringt im Betriebstyp INT_AB eine leichte Verbesserungen in den Wirkungskategorien Eutrophierung.

In Grünlandbetrieben, in denen Selbstversorgung den vollständigen Verzicht auf Kraftfuttereinsatz bedeutet, verbessert sich die Ökobilanz in den Kategorien Gewässerschutz, Eutrophierung und Versauerung sowie Milchqualität (Abbildung 49). In der Kategorie Treibhauseffekt kommt es jedoch zu einer Verschlechterung, da die Milchleistung stärker sinkt als die produktbezogenen CO₂-Einsparungen durch den Verzicht auf Kraftfutter. Im Betriebstyp OST zeigt sich ein ähnliches Bild. Im Betriebstyp ALLGÄU bedingt ein Verzicht auf Kraftfutterzukauf eine leicht verbesserte Milchqualität bei deutlich geringerer Energie- und Klimateffizienz auf Grund sinkender Leistungen (Abbildung 49).

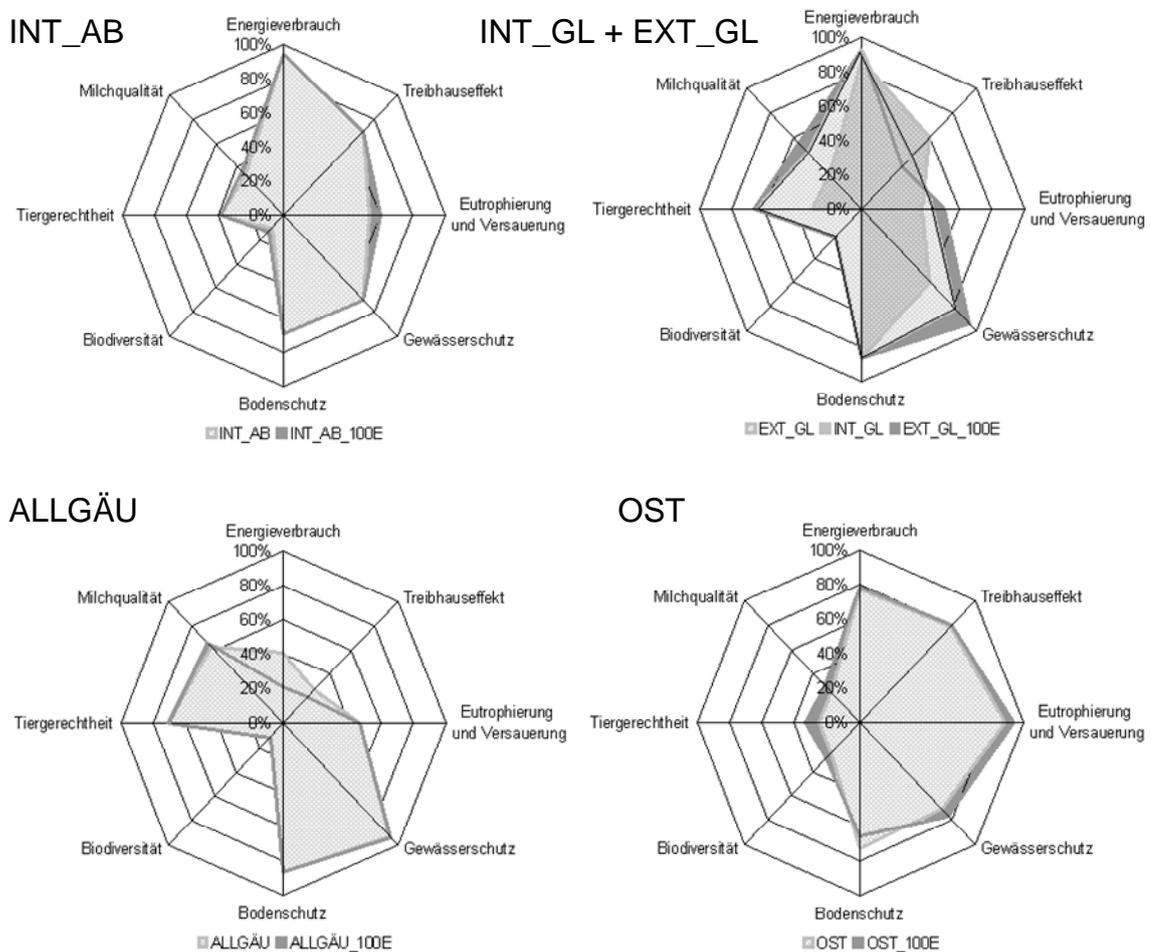


Abbildung 49: Auswirkung einer Steigerung des Eigenfutteranteils auf 100%.

Die ökonomischen Auswirkungen dieses Szenarios sind nur für den Betriebstyp ALLGÄU günstig. Die Betriebstypen EXT_GL und INT_AB hätten ein um 20 bis 30% geringeres kalkulatorisches Ergebnis zu verzeichnen. Auch beim Typ OST lägen die Einbußen bei fast 10%. Für den Typ INT_GL wäre dieses Szenario nicht durchführbar:

Auch abgesehen davon, dass die Hochleistungsherde dieses Typs nicht kurzfristig auf eine extensive Fütterung umzustellen wäre, könnte der Betrieb die erheblichen finanziellen Einbußen von rund 30.000 € pro Jahr angesichts der bei diesem Typ häufig erheblichen Investitionen in effiziente Technik nicht verkraften.

c) 50% Weide

Die Betriebstypen EXT_GL und EXT_AB füttern bereits 50% der Trockenmasse in der Sommerration als Weidefutter. Im Betriebstyp ALLGÄU liegt die Weidefutteraufnahme mit 43% nur knapp unter diesem Wert. In den Betriebstypen OST und INT_AB ist die Weidefutteraufnahme im Ist-Zustand sehr gering und beträgt nur 12% bzw. 15% der Sommerration. Eine Ausdehnung des Weidegangs würde sich in allen Betriebstypen positiv auf die Kategorien Tiergerechtheit und Milchqualität auswirken. Die intensiven Betriebstypen in NRW würden zusätzlich in der Kategorie Bodenschutz geringfügig besser bewertet, da das Verdichtungsrisiko im Grünland geringer wäre. Einzige negative Auswirkung wäre ein eventuell höheres Nitrat-Austragsrisiko in intensiven Ackerbaubetrieben (Abbildung 50).

Die Umstellung auf mehr Weidegang würde in allen Betriebstypen Kosten einsparen (Abbildung 51). Im Betriebstyp OST wären die größten Veränderungen erforderlich. Nicht berücksichtigt wurde in diesem Szenario, ob die für einen ausgedehnten Weidegang benötigte hofnahe Weidefläche zur Verfügung stünde. In Betrieben mit großen Herden oder in Regionen mit kleinräumiger Agrarstruktur ist dies nur selten der Fall: Im Betriebstyp INT_GL würden 40 ha hofnahe Weide benötigt, im Betriebstyp OST sogar 300 ha. Wenn eine Ausdehnung des Weidegangs möglich ist, ist dies jedoch eine ökologisch und ökonomisch sinnvolle Alternative.

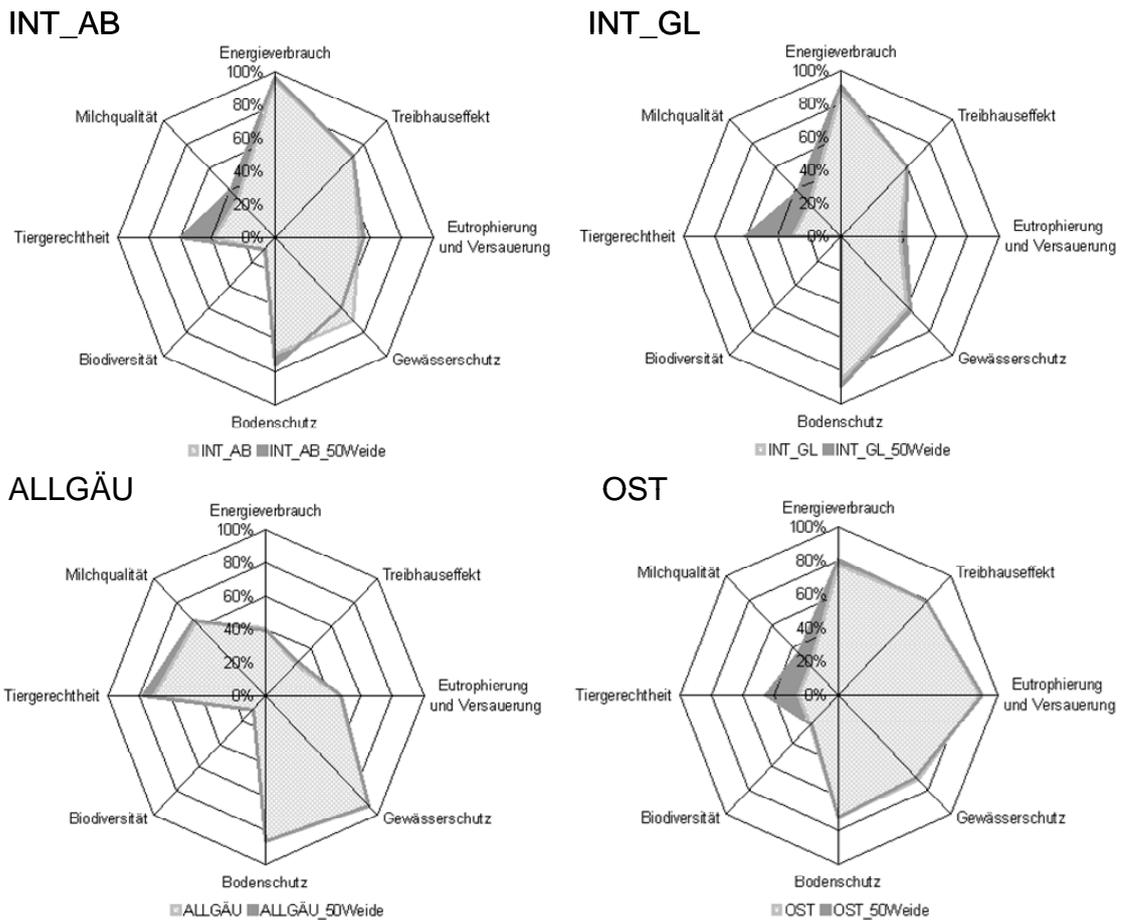


Abbildung 50: Auswirkungen einer Steigerung der Weidefutteraufnahme auf 50% der Trockenmasse in der Sommerration

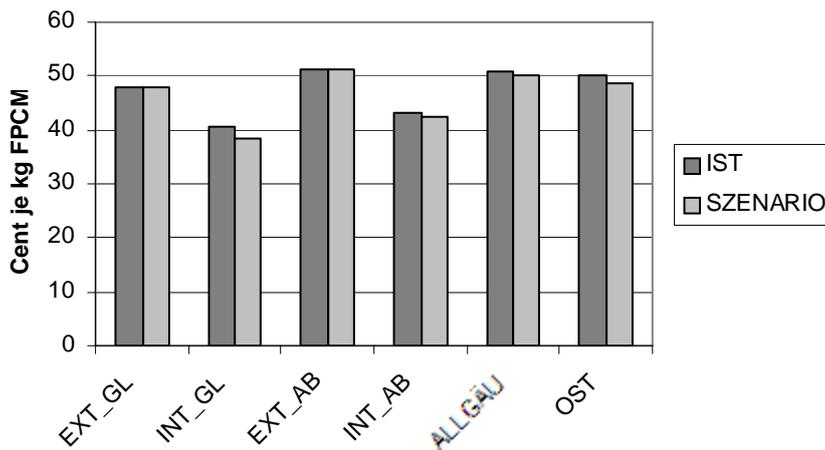


Abbildung 51: Vollkosten der Betriebstypen in der Ausgangssituation und im Szenario „50% Weidefütterung“

d) Weniger als 10% Kraftfutter

Die Bedingung dieses Szenarios wird im Ist-Zustand von den Betriebstypen EXT_AB und ALLGÄU erfüllt. Von den Betriebstypen INT_GL und INT_AB kann sie nicht erfüllt werden, da diese über einen hohen Kraftfuttereinsatz von über 15% definiert wurden. Diese Betriebstypen würden also in diesem Szenario wegfallen bzw. mit den Betriebstypen EXT_GL und EXT_AB zusammenfallen.

Der Betriebstyp OST weist im IST-Zustand ebenfalls einen hohen Kraftfutteranteil von 25% der Ration auf. Dies ist aber nicht definierendes Merkmal dieses Betriebstyps.

Durch die Reduzierung des Kraftfuttereinsatzes verbessert sich die Ökobilanz des Betriebstyps OST in den Kategorien Milchqualität, Tiergerechtigkeit, Biodiversität sowie Gewässerschutz und Bodenschutz. Die Verbesserung in der Kategorie Bodenschutz ergibt sich durch die Erhöhung des Klee grasanteiles in der Fruchtfolge auf Kosten des Getreideanteils, um eine hinreichende Versorgung mit Grundfutter zu erreichen.

Bei Betriebstyp EXT_GL verbessert sich die Ökobilanz in der Kategorie Gewässerschutz sowie geringfügig in der Kategorie Milchqualität. Im Vergleich zu dem in diesem Szenario nicht mehr möglichen Betriebstyp INT_GL ist die Ökobilanz in allen Kategorien außer für die Kategorien Treibhauseffekt und Energieverbrauch erheblich besser. Ähnliches gilt für die Betriebstypen auf Ackerbaustandort in NRW (Abbildung 52).

Im Betriebstyp OST, der im IST-Zustand einen hohen Kraftfutteranteil in der Ration und eine geringe Futtermittelverwertungseffizienz aufweist, verbessert sich die Ökobilanz deutlich in den Kategorien Gewässerschutz, Milchqualität und Tiergerechtigkeit sowie geringfügig in den Kategorien Eutrophierung und Versauerung sowie Bodenschutz. Letzteres ist durch eine Veränderung der Fruchtfolge zu Gunsten eines höheren Ackerfutterleguminosenanteils zurückzuführen.

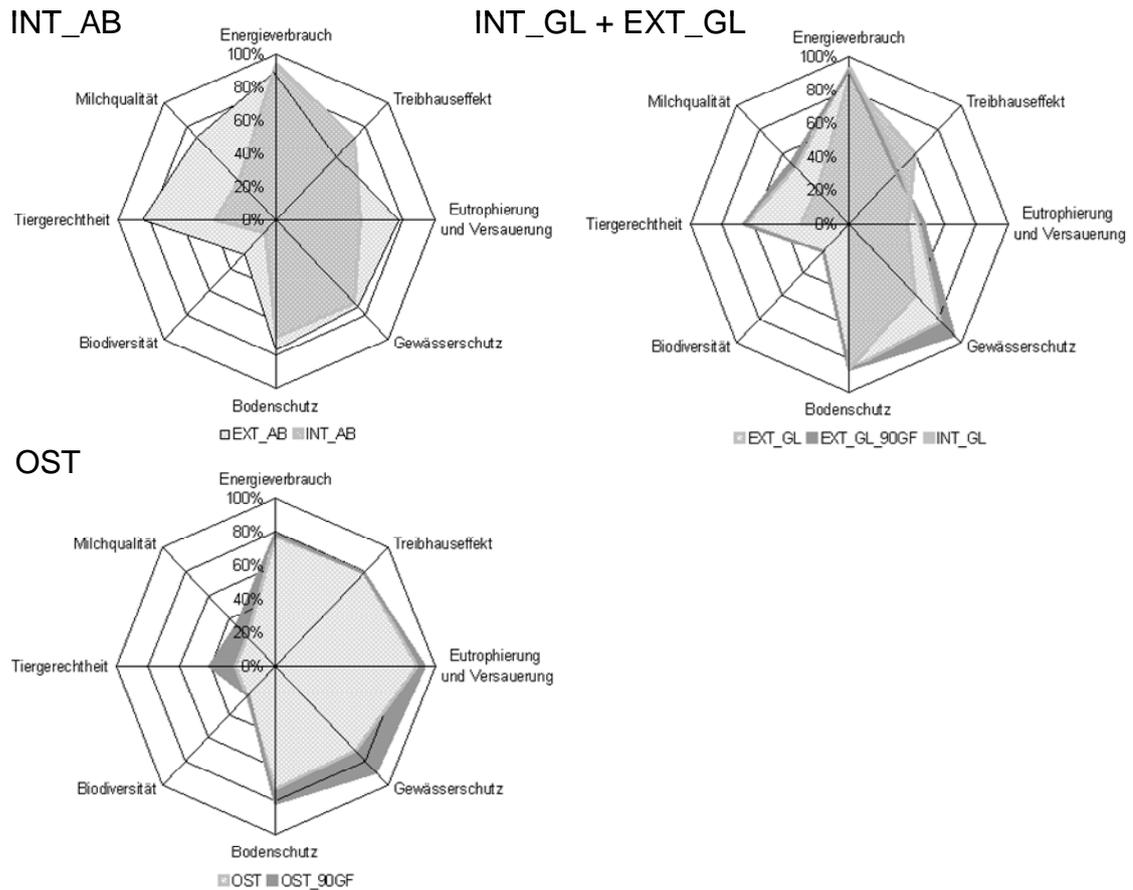


Abbildung 52: Auswirkungen des Szenarios "<10% Kraftfutter". Da die Bedingungen des Szenarios im Betriebstyp EXT_AB bereits erfüllt und in INT_AB nicht erfüllbar sind, wurde für Ackerbaubetriebe in NRW nur die IST-Situation dargestellt.

Auf den Betriebstyp EXT_GL würde sich eine Limitierung des Kraftfuttermittels auf 10% finanziell positiv auswirken: Das kalkulatorische Ergebnis dieses Typs verbessert sich in der Modellrechnung um knapp 30%. Noch deutlicher ist dieser Effekt beim Typ OST mit einer Steigerung des kalkulatorischen Ergebnisses um 75%. In beiden Fällen war in der Ausgangssituation nicht die maximal möglich Grundfutterleistung ausgeschöpft bzw. wurde relativ zur Milchleistung zu intensiv gefüttert.

e) Regionales Futter

Die in den Betrieben eingesetzten Futtermittel auf Sojabasis stammen zu einem erheblichen Teil aus Übersee. Diese Futtermittel machen jedoch nur maximal 13% der eingesetzten Kraftfuttermittel aus. Ein Ersatz dieser Futtermittel durch entsprechende regionale Produkte wirkt sich positiv auf die Energiebilanz aus. Auf Grund des geringen Anteils an der Gesamtration der Betriebstypen ist der Unterschied insgesamt jedoch vernachlässigbar. Die ökonomischen Auswirkungen sind ebenfalls marginal.

f) Umstellung auf 100% Biofütterung

Vor der Umstellung auf vollständige Biofütterung setzten die Betriebe in NRW, teilweise auch in Ostdeutschland, häufig Biertreber aus konventioneller Herstellung ein. In der Praxis hatten einzelne Betriebe nach Wegfall des Biertrebers Probleme in der Fütterung und verzeichneten dadurch zunächst Leistungseinbußen. Insgesamt konnte aber keine langfristige Senkung der Durchschnittsleistung festgestellt werden. Anstelle von Biertreber kommt heute, soweit verfügbar, häufig Sojapülpe zu Einsatz. Auch Ackerbohnen oder Lupinen finden Verwendung. Sofern die Betriebe die Fütterung erfolgreich umstellen und die Milchleistung halten konnten, wirkten sich die Preisunterschiede dieser Futtermittel gegenüber dem konventionellen Biertreber auf die Kosten je kg FPCM kaum aus. Probleme bestehen einzelbetrieblich jedoch bei der Beschaffung dieser Futtermittel. Wo anstelle von Biertreber auf importierte Sojafuttermittel zurückgegriffen werden muss, hat dies negative Auswirkungen auf die Ökobilanz in der Kategorie Energieverbrauch. Außerdem äußern die Betriebsleiter im Interview häufig Zweifel an der Produktsicherheit solcher Importe.

Kraftfuttermittel aus konventioneller Produktion wurden auch vor der Umstellung nur vereinzelt eingesetzt, so dass dieser Fall keinen Eingang in die Modellrechnung fand.

3.6.2 Variation der ökonomischen Rahmenbedingungen

a) Erhöhung der Kraftfutterpreise und der Pachtpreise für Ackerland

Eine Erhöhung der Preise für zugekaufte Kraftfuttermittel und für gepachtetes Ackerland schlagen sich im Modell bei allen Betriebstypen mit Mehrkosten von 1% bis 4% je kg FPCM nieder. Absolut gesehen sind das Mehrkosten von maximal 2 Cent je kg FPCM. Am stärksten betroffen ist der Betriebstyp INT_GL, der im Betriebszweig Milchproduktion Mehrkosten von insgesamt 4,2% oder rund 12.000€ zu verzeichnen hätte.

b) Öffentliche Direktzahlungen vor und nach der GAP-Reform

Die Reform der Gemeinsamen Europäischen Agrarpolitik (GAP) hat verglichen mit der Situation im Jahr 2004 für alle Betriebstypen höhere Prämienzahlungen je kg FPCM zur Folge, wenn die aktuell in den Bundesländern gezahlten Prämien für ökologische Bewirtschaftung beibehalten werden (

Abbildung 53).

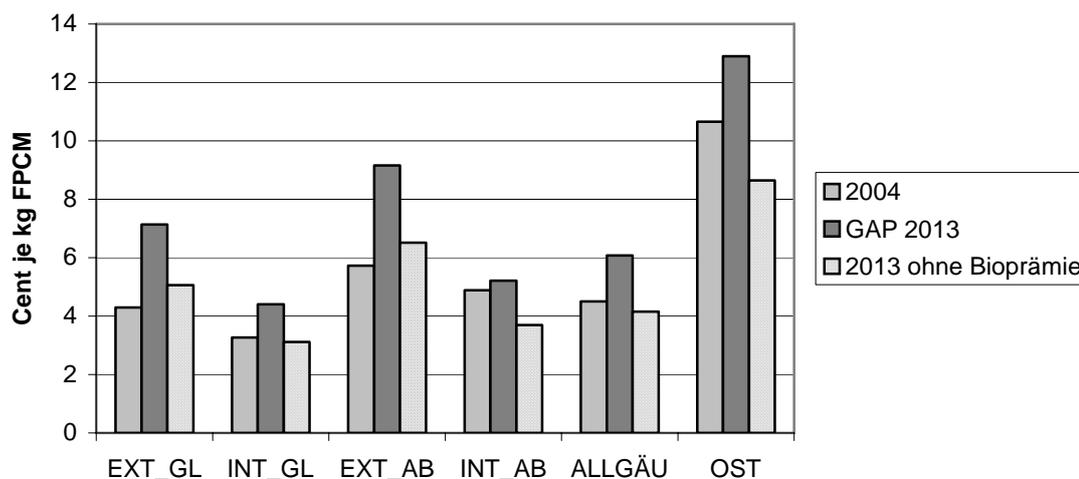


Abbildung 53: Öffentliche Direktzahlungen je kg FPCM in unterschiedlichen Szenarien

Ohne die Prämien für ökologische Bewirtschaftung erhielten die Betriebstypen INT_AB, ALLGÄU und OST im Jahr 2013 geringere Leistungen als im Jahr 2004. Der flächenstarke Betriebstyp OST erhält in allen drei Szenarien die höchste Förderung je kg FPCM. Am geringsten ist der Anteil der Öffentlichen Direktzahlungen an der Leistung je kg FPCM beim Typ INT_GL, der die höchste Flächenproduktivität aufweist.

Bezogen auf den Gesamtbetrieb wirkt sich die Reform der Öffentlichen Direktzahlungen für Betriebe auf Ackerbaustandorten, die Marktfruchtbau in größerem Umfang betreiben in der Praxis teilweise auch negativ aus.

f) Wegfall der Trocknungskostenbeihilfe

Vor der Reform der Prämienzahlungen durch die GAP erhielten Betriebe für die genossenschaftliche Herstellung von Pellets eine Trocknungskostenbeihilfe vom 6,52 € je dt TM. Diese Beihilfe wird im Zuge der GAP-Reform stufenweise gestrichen. Unter den hier betrachteten Betriebstypen setzt nur der Typ ALLGÄU solche Pellets in der Milchviehfütterung ein. Ohne Veränderung der Fütterungsstrategie hat der Wegfall der Trocknungskostenbeihilfe für diesen Betriebstyp Mehrkosten von 1155 € entsprechend, 0,52 Cent je kg FPCM . zur Folge.

g) Bindung der Prämienzahlungen an den Faktor Arbeit

Die Umsetzung der Vorschlags der Arbeitsgemeinschaft Bäuerliche Landwirtschaft zur Umverteilung der Prämienzahlungen hätte für das Jahr 2013 zur Folge, dass fast alle Betriebstypen bezogen auf die Produkteinheit weniger öffentliche Förderung erhielten

als durch die momentan vorgesehene Regelung. Nur der Betriebstyp EXT_AB, der als Betriebsgemeinschaft mit angestellten Arbeitskräfte arbeitet, würde deutlich stärker gefördert werden als bisher, auch deutlich stärker als alle übrigen Betriebstypen. Der Betriebstyp OST könnte die von der ABL vorgeschlagenen Kürzungen durch die momentan beschäftigten Arbeitskräfte nicht kompensieren.

Um diese Kürzungen durch Schaffung neuer Arbeitsplätze auszugleichen, müssten die intensiv fütternden Betriebstypen etwa zwei angestellte Arbeitskräfte im Betriebszweig Milch beschäftigen, die extensiv fütternden Betriebstypen EXT_GL und ALLGÄU jeweils eine Arbeitskraft. Dies dürfte zumindest für die extensiv wirtschaftenden Betriebstypen finanziell nicht zu leisten sein.

4 Wissenstransfer und Evaluation

Nach Abschluss der Datenerhebung und -auswertung wurden im Januar/Februar 2008 zur Vermittlung und Diskussion der Forschungsergebnisse acht Workshops mit den beteiligten Landwirten durchgeführt. Diese Veranstaltungen boten den Betriebsleitern eine Möglichkeit, die unveröffentlichten Ergebnisse der ökonomischen und ökologischen Analyse des eigenen Betriebs mit der jeweiligen Betriebsklasse und dem Gesamtspektrum der Erhebungsbetriebe zu vergleichen.

Die Workshops fanden in den Erhebungsregionen in Kleingruppen von jeweils zwei bis fünf Landwirten statt. Vertreter von 22 der 39 Erhebungsbetriebe nahmen an den Veranstaltungen teil (59%).

Zu Beginn des Workshops erhielt jeder Betriebsleiter eine zusammenfassende Darstellung der ökonomischen und ökologischen Leistungen der Modellbetriebe sowie seines eigenen Betriebes. Hintergrund, Methodik und Ergebnisse des Forschungsprojektes wurden in einem etwa einstündigen Vortrag vorgestellt und anschließend diskutiert. Zum Abschluss des Workshops evaluierten die beteiligten Landwirte durch Ausfüllen eines Auswertungsbogens das Gesamtprojekt inklusive der Vorstellung der Ergebnisse (Tabelle 37).

Diejenigen Betriebsleiter, die die angebotenen Workshops nicht wahrnehmen konnten, erhielten Ergebnisdarstellung, einzelbetriebliche Auswertung und Evaluationsbogen per Post.

Neben dem Wissenstransfer in die Praxis und dem Aufzeigen einzelbetrieblichen Optimierungspotentials in ökonomischer und ökologischer Hinsicht bestand eine weitere Zielsetzung des Workshops in der Evaluierung der methodischen Vorgehensweise, insbesondere der Treffgenauigkeit bei der Modellierung der Betriebstypen (vgl. Kapitel 2.2). Die beteiligten Betriebsleiter sahen ihren Betrieb durch den Modellbetriebstyp überwiegend gut repräsentiert (vgl. Tabelle 37, Frage 3). Dieses Ergebnis unterstützt die Annahme, dass die Betriebstypen das Gesamtspektrum der untersuchten Betriebe realistisch abbilden. Weiterer Forschungsbedarf besteht beim Betriebstyp OST. Die Daten der Betriebe dieser Klasse waren über einen kürzeren Zeitraum erhoben worden als ein großer Teil der Betriebe anderer Klassen, für die schon Daten aus Vorgängerprojekten vorlagen. Auch bestanden in dieser Region weniger Kontakte zu den betriebswirtschaftlichen Beratern. Die Methodik der betriebswirtschaftlichen Auswertungen, die für das Projekt zur Verfügung standen,

unterschied sich stark von der in Nordrhein-Westfalen und Baden-Württemberg und war zudem innerhalb der Betriebsklasse heterogen. Gleichzeitig ist die Struktur dieser Betriebe im Hinblick auf Flächenverteilung und -nutzung, Arbeitsabläufe und fachliche Zuständigkeiten außerordentlich komplex.

Schon während der Datenerhebung war von den Betriebsleitern verschiedentlich Interesse an einer abschließenden Vorstellung und Diskussion der Projektergebnisse geäußert worden. Bei mehreren Betriebsleitern bestand der Wunsch nach Informationen über ökologische Zusatzleistungen des eigenen Betriebstyps als Hintergrund für die Außendarstellung, z.B. im Betriebsträgerverein oder gegenüber Feriengästen. Die Ergebnisvorstellung stieß so auf großes Interesse und bot überwiegend neue Informationen für die teilnehmenden Betriebsleiter (vgl. Tabelle 37, Fragen 1 und 2).

In der dem Vortrag folgenden gemeinsamen Diskussion konnte detailliert auf individuelle Stärken und Schwächen der Einzelbetriebe bzw. der ihnen zugeordneten Modellbetriebstypen im Vergleich zu den anderen Betriebstypen eingegangen werden.

Die Bewertung und Gewichtung der Ergebnisse der **ökonomischen Analyse** in der Diskussion verdeutlichten die Bandbreite der Zielsetzungen innerhalb des Gesamtspektrums der untersuchten Betriebe. Neben der Wirtschaftlichkeit der Milcherzeugung haben z.T. auch ökologische und soziale Faktoren (z.B. Milchqualität, Tiergerechtigkeit, Arbeitgeberfunktion landwirtschaftlicher Betriebe oder Integration verschiedener Therapie- oder Erlebnisangebote) einen erheblichen Stellenwert für die Betriebsleiter. Höhere Vermarktungserlöse z.B. durch Aufschläge für silagefreie Milcherzeugung oder Direktvermarktung, aber auch die positiven Auswirkungen flächenbezogener Prämien auf die Rentabilität von Großbetrieben in strukturschwachen Regionen wurden als angemessene Honorierung dieser ökologisch und sozial wertvollen Zusatzleistungen eingeschätzt.

Möglichkeiten der ökonomischen Optimierung wurden vor allem im arbeitswirtschaftlichen Bereich gesehen. Diskutiert wurden die Möglichkeit einer effizienteren Gestaltung von Arbeitsabläufen in extensiv wirtschaftenden Betrieben sowie erste Erfahrungen mit leistungsabhängiger Entlohnung in ostdeutschen Großbetrieben. Eine Erhöhung des Weideanteils wurde als kostenminimierende Strategie mit positiven ökologischen Auswirkungen insbesondere für extensiv fütternde Grünlandbetriebe empfohlen. Vor allem in Bezug auf extensiv wirtschaftende Ackerbaubetriebe wurde die Möglichkeit der Verbesserung sowohl der ökonomischen als auch der ökologischen Leistung durch Steigerung der Grundfutterqualität z.B. durch intensivere Grünlandnutzung angesprochen.

Bei der Vorstellung und Diskussion der Ergebnisse der **ökologischen Analyse** wurden Zielkonflikte zwischen einzelnen Umweltwirkungskategorien deutlich, besonders zwischen den lokal wirksamen Kategorien Tiergerechtigkeit und Milchqualität und der global wirkenden Kategorie Treibhauseffekt. In Bezug auf die extensiven Betriebstypen wurden besonders die relativ hohen Treibhausgasemissionen und deren Relevanz im Vergleich zu lokalen Umweltwirkungskategorien kritisch diskutiert. Eine Verbesserung in der Kategorie Treibhauseffekt durch eine Reduktion des Fasergehaltes in der Ration wäre gleichbedeutend mit einer Verschlechterung in den Kategorien Tiergerechtigkeit und Milchqualität, die gerade für die Vertreter extensiver Betriebe einen hohen Stellenwert haben. Optimierungsempfehlungen wurden daher vielmehr in Richtung einer Verbesserung der Grundfutterqualität z.B. durch früheren Schnitt ausgesprochen. Die damit potentiell verbundene Steigerung der Milchleistung würde sich sowohl ökologisch als auch ökonomisch positiv auswirken. Die Bewertung aller Betriebstypen in der Kategorie Biodiversität zeigte deutlich, dass auf der landwirtschaftlichen Nutzfläche ein grundsätzlicher Zielkonflikt zwischen Erhalt der Biodiversität und Erzeugung qualitativ hochwertigen Grundfutters besteht. Im Hinblick auf das Optimierungspotential in der Kategorie Biodiversität wurden daher stattdessen Möglichkeiten und Probleme der Förderung artenreicher Grünlandgesellschaften durch Teilnahme an Extensivierungsprogrammen und Vertragsnaturschutzmaßnahmen diskutiert, die unabhängig von der Fütterungsintensität möglich ist.

Der im Vergleich sehr hohe Energieverbrauch des Betriebstyps ALLGÄU war für die teilnehmenden Betriebsleiter wenig überraschend, gab aber Anlass zu einer Diskussion energiesparender Konzepte für Heutrocknung und Pelleterzeugung. Verschiedene verfügbare Techniken sind den Landwirten bekannt; Vor- und Nachteile sowie Möglichkeiten der Realisierung wurden erörtert.

In Bezug auf die Umweltleistungen intensiv wirtschaftender Betriebe wurden vor allem die negativen Auswirkungen sehr hoher Fütterungsintensitäten in den Kategorien Tiergerechtigkeit und Milchqualität thematisiert. Außerdem wurden mögliche Strategien zur Vermeidung negativer Effekte in den lokalen Umweltwirkungskategorien Nitrataustrag und Ammoniakemissionen angesprochen. Empfohlen wurde in diesem Zusammenhang zum einen eine Reduktion des Kraftfutteranteils und damit Verringerung der Stickstoffzufuhr zur Fläche durch Steigerung der Grundfutterleistung, z.B. durch Erhöhung des Weideanteils. Zum anderen wurde auf die Bedeutung emissionsreduzierender Gülleausbringungstechnik insbesondere im Grünland sowie auf die Notwendigkeit eines effizienten Nährstoffmanagements auf Ackerbaustandorten hingewiesen. Ein weiteres Thema waren Risiken in der Kategorie Bodenschutz beim

Betriebstyp OST (Problematik hoher Anteile humuszehrender Kulturen in der Fruchtfolge, Erosionsgefahr bei Silomaisanbau insbesondere auf leichten Standorten).

Über die positiven ökonomischen und ökologischen Auswirkungen einer Erhöhung des Weideanteils in allen Betriebstypen bestand weitgehend Einigkeit. In vielen Betrieben ist eine nennenswerte Ausdehnung des Weidegangs jedoch aus logistischen Gründen nicht möglich.

Auf besonderes Interesse stieß das Thema Milchqualität. Zwar wurde die Integration der Umweltwirkungskategorien Tiergerechtheit und Milchqualität in die Ökobilanz wegen der mangelnden Quantifizierbarkeit der Effekte von einigen Landwirten kritisch gesehen. Vor allem Leiter extensiv wirtschaftender Betriebstypen sahen in einer potentiell höheren Milchqualität aber eine relevante Zusatzleistung ihrer Wirtschaftsweise im Vergleich zu intensiver fütternden Betrieben. Viele Betriebsleiter äußerten weiteren Forschungsbedarf zu diesem Thema (vgl. Tabelle 37, Frage 5).

Der Vergleich ökonomischer und ökologischer Effekte verschiedener Fütterungsintensitäten innerhalb des Ökologischen Landbaus wurde allgemein als wegweisend begrüßt. Vor dem Hintergrund des erweiterten Spektrums verschiedener Fütterungsintensitäten nicht nur im ökologischen, sondern auch im konventionellen Landbau wurde ein Vergleich ökologisch und konventionell wirtschaftender Betriebstypen mit ähnlichen Fütterungsintensitäten angeregt. Darüber hinaus bestand großes Interesse an einzelbetrieblichen detaillierten Ökobilanzen unter Einbeziehung aller Betriebszweige und unter Berücksichtigung von Standortfaktoren und Vermarktungslage (vgl. Tabelle 37, Frage 5).

5 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Trotz des kontinuierlichen Spektrums der Intensitäten und der Produktionsstrukturen in den Praxisbetrieben ist die Definition konsistenter Betriebstypen möglich, die sich in Wirtschaftlichkeit und Umweltwirkungen klar unterscheiden. Auf Grund der modellhaften Analyse sind absolute Aussagen über Wirtschaftlichkeit und Umweltwirkungen der Praxisbetriebe nur sehr eingeschränkt möglich und teilweise hoch sensitiv gegenüber einer Variation der Modellannahmen. Die Relationen zwischen den Betriebstypen bleiben aber auch in Sensitivitätsanalysen weitgehend stabil.

Betriebstypen mit intensiver Fütterung sind Betrieben mit geringer Fütterungsintensität überlegen im Umweltwirkungsbereich *Treibhauseffekt*; auf Ackerbaustandort auch im Wirkungsbereich *Energieverbrauch*. Risiken bestehen vor allem in den lokalen Wirkungskategorien *Tiergerechtheit*, *Milchqualität* und *Biodiversität* sowie den regionalen Kategorien *Eutrophierung* und *Versauerung* und *Gewässerschutz*. Auf Ackerbaustandorten erweist sich eine hohe Intensität als ökologisch vertretbar, sofern es gelingt, durch ein optimales Management das durch den höheren Stoffumsatz hohe Stickstoff-Emissionsrisiko zu minimieren. Auf Grünlandstandorten ist die Limitierung des Viehbesatzes je Hektar nicht hinreichend, um negative Umweltwirkungen gering zu halten. Sinnvoll wäre es, den zulässigen Kraftfutterzukauf je Flächeneinheit zu begrenzen. Schädliche Emissionen treten im Spektrum der hier betrachteten Praxisbetriebe ab einem Kraftfutterzukauf von 11 dt TM/ha auf. Die relativ geringe ökologische Leistung der intensiven Betriebstypen in den Kategorien *Tiergerechtheit* und *Milchqualität* ist vor allem angesichts des besonderen Anspruchs des Ökologischen Landbaus kritisch zu bewerten. Der Umfang dieser Studie erlaubte nur eine anfängliche Bewertung. Hier besteht weiterer Forschungsbedarf. Insbesondere sollten die Fragen weiter verfolgt werden, welche Bedeutung eine veränderte Fettsäurezusammensetzung der Milch für die menschliche Gesundheit hat und wie sich die Weidenutzung in Betriebstypen mit intensiver Fütterung ausweiten lässt.

Betriebstypen mit hoher Fütterungsintensität (in NRW) wirtschaften *kostengünstiger* als die extensiven Betriebstypen. Sie erreichen eine hohe *Arbeitsproduktivität* und tendenziell auch eine höhere *Flächenproduktivität*. Trotz hohen Kraftfuttereinsatzes je kg Milch ist die Kraftfutterproduktivität groß. Das *Beschäftigungspotential* dieser Betriebe ist wegen der hohen *Arbeitsproduktivität* geringer als in extensiven Betriebstypen.

Betriebe mit extensiver Fütterung haben ihre ökologischen Stärken vor allem im biotischen Bereich (*Tiergerechtheit, Milchqualität, geringe Eutrophierung und Versauerung*), im Bezug auf den *Treibhauseffekt* sind sie jedoch kritisch zu beurteilen. Dies gilt insbesondere für den Betriebstyp im Allgäu, der eine rohfaserreiche Heurration füttert und energieintensive Verfahren zur Grundfutterkonservierung einsetzt. Die Stückkosten extensiv fütternder Betriebe sind vor allem auf Ackerbaustandorten sehr hoch, so dass die Betriebe in der Regel nur bei geeigneter Vermarktungslage (z.B. stadtnah) existenzfähig sind. Auf Grünlandstandorten erweist sich eine konsequent extensive Bewirtschaftung mit hohem Weideanteil sowohl ökologisch als auch ökonomisch als sinnvoll, ist aber in vielen Fällen logistisch nicht realisierbar.

Extensive Ackerbaubetriebe können als Nischenbetriebe hohe ökologische und ökonomische Leistungen erbringen, sofern sie Sekundärleistungen der Landwirtschaft in ihr Betriebskonzept integrieren. Bei Direktvermarktung können diese Betriebe von den Kunden als Lebens- und Erlebnisraum Landwirtschaft erfahren werden. Durch die Verwendung alter und gefährdeter Rassen und Kulturen ist eine zusätzliche ökologische Leistung möglich. Die geringen Ansprüche an die Arbeitsproduktivität in diesen Betrieben erlauben zudem die Integration sozialer Aufgaben, wie es bereits in der Praxis in einigen Fällen praktiziert wird (Betreuung psychisch Kranker, Mitarbeit von Schülern, Kunden etc.).

Das **Optimierungspotential** der Betriebstypen ist im Modell erheblich. Die produktionstechnische Optimierung führte sowohl zu ökonomischen als auch zu ökologischen Verbesserungen. In allen Fällen außer bei dem intensiv fütternden Betriebstyp auf Ackerbaustandort, der in der Praxis bereits ein sehr effizientes Management praktiziert, konnten Kostensenkungen zwischen 3-5 Cent je kg FPCM erzielt werden. Die *ökonomischen* Vorteile wurden vor allem durch eine Verbesserung der Futterqualität und der Futteraufnahme und eine Ausweitung der Weide erreicht. Dies bewirkte gleichzeitig einen geringeren Energieverbrauch, weniger klimarelevante Emissionen je kg Milch sowie eine bessere Tiergerechtheit. Weitere *ökologische* Vorteile wurden durch eine Optimierung der Düngemittelausbringung sowie durch Extensivierungsmaßnahmen auf einem Teil der Grünlandfläche erreicht.

In der Praxis ist von einem erheblich geringeren Optimierungspotential als im idealisierten Modell auszugehen, da mit der Optimierung häufig hohe Managementanforderungen verbunden sind. Außerdem ist die Optimierung auf Grund der einzelbetrieblichen Standortbedingungen nicht in allen Betrieben realisierbar. In extensiven Betrieben werden Beratung und Managementwerkzeuge nur in geringem Umfang in Anspruch genommen. Häufig bestehen Berührungspunkte gegenüber einer

vermeintlich einseitig auf Intensivierung ausgerichteten Beratung. Futtermittelanalysen werden seltener eingesetzt, da aus Sicht einiger Betriebsleiter keine Handlungsoptionen bestehen. Möglichkeiten der Kostenoptimierung bestehen im arbeitswirtschaftlichen Bereich.

In Ostdeutschland scheitert in der Praxis eine Steigerung der Arbeitsproduktivität häufig an mangelhaften baulichen Gegebenheiten. Hinsichtlich der ökologischen und ökonomischen Bedeutung der Fütterungsintensität und des Weidanges herrscht ein geringes Problembewusstsein.

Die Betrachtung **produktionsbezogener Szenarien** ergab, dass ein Verbot des Futtermittelzukaufes (Szenario 100% Selbstversorgung) für alle Betriebstypen außer dem Betriebstyp im Allgäu erhebliche ökonomische Nachteile bei nur geringen ökologischen Vorteilen erbringen würde. Eine Begrenzung des Kraftfuttereinsatzes (Szenario < 10% Kraftfutter) würde sich in dem extensiv fütternden Betriebstyp auf Grünlandstandort in NRW sowie den Typ des ostdeutschen Großbetriebs ökonomisch positiv auswirken, da in diesen Betrieben die Fütterungsintensität im Verhältnis zur Leistung im IST-Zustand zu hoch ist. Die ökologischen Vorteile wären im Betriebstyp OST erheblich, im Betriebstyp EXT_GL gering. Die intensiven Betriebstypen sind in diesem Szenario nicht mehr existent – was ökologisch theoretisch von Vorteil ist, wenn diese Betriebe dadurch zu extensiven Betrieben werden, aber praktisch nachteilig, insofern sie vermutlich eher auf konventionelle Produktion umstellen würden. Die Betriebsstrukturen der ökologischen Milcherzeugung in der Schweiz, wo eine Begrenzung des Kraftfuttereinsatzes auf 10% der Futteraufnahme im Anbauverband Bio-Suisse vorgeschrieben ist, unterscheiden sich wesentlich von denen in den Erhebungsregionen Nordrhein-Westfalen und Ostdeutschland.

Ein hoher Weideanteil ist für alle Typen ökologisch wie ökonomisch vorteilhaft. Restriktiv wirkt hier nicht die Ökonomie, sondern die mangelnde Realisierbarkeit auf Grund fehlender geeigneter Weidefläche. Mit zunehmender Herdengröße wird die Verfügbarkeit hofnaher Weiden schwieriger, mit höheren Leistungen das Erreichen einer gleichmäßig hohen Energiekonzentration in der Ration.

Ökonomische Szenarienrechnungen ergaben, dass alle untersuchten Betriebstypen von den aktuellen GAP-Reformen profitieren. Der Wegfall der Bioprämie wäre durchweg problematisch. Eine Kopplung der Subventionen an die Anzahl der sozialversicherten Arbeitskräfte wäre für alle Betriebstypen außer den Typen mit kooperativer Arbeitsverfassung problematisch. Damit den anderen Betriebstypen keine erheblichen Nachteile entstehen, müssten Familienarbeitskräfte stärker berücksichtigt werden. Steigende Kraftfutterpreise wirken sich nur mäßig auf die Wirtschaftlichkeit

aus, da in der Kostenstruktur die Remontierungs-, Arbeits- und Grundfutterkosten dominieren. Der Wegfall der Trocknungskostenbeihilfe für die Pelletserzeugung ist für die Allgäuer Betriebe als weniger problematisch einzuschätzen als die steigenden Energiepreise.

Auf Ackerbaustandorten kann sowohl eine intensive als auch eine extensive Produktion ökologisch und ökonomisch sinnvoll sein, sofern sie konsequent betrieben wird. Bei extensiver Produktion müssen geeignete Vermarktungsmöglichkeiten gegeben sein. Zwischenstadien der Intensität erzielen dagegen häufig unbefriedigende Ergebnisse, weil im mäßig intensiven Betrieb Risiken im Stoffstrommanagement unterschätzt werden oder im mäßig extensiven Betrieb die Kosten zu hoch sind, wenn keine entsprechende Vermarktungsmöglichkeit des Mehrwertes extensiver Produktion gegeben ist. Auf Grünlandstandorten ist eine extensive Produktion ökologisch eindeutig vorzuziehen. Da auf diesen Betrieben häufig keine Direktvermarktung möglich ist, besteht zusätzlicher Förderbedarf. Auch bei optimaler Ausnutzung des vorhandenen Optimierungspotentials in der idealisierten Situation ist es dem extensiv wirtschaftenden Modellbetrieb nicht möglich, ein ausgeglichenes Ergebnis zu erreichen und die Erfolgsdifferenz zu den intensiv fütternden Hochleistungsbetrieben auszugleichen (Abbildung 41).

6 Literatur

- ABL (2005): Direktzahlungen in den Dienst von Arbeitsplätzen stellen. Positionspapier der Arbeitsgemeinschaft bäuerliche Landwirtschaft, Hamm, 31.5.2005, Download (7.12.07): <http://www.wer-profitiert.de/upload/AbL-Position-Arbeitsanbindung%20der%20Zahlungen-05-05.pdf>.
- AGRIVIEW 2000: Die umfangreichste Landmaschinen Marktübersicht Europas. dlz agrarmagazin, BLV. Verlagsgesellschaft mbH, München
- ALBERT, C. & CAMPOS, H. (2002): Blood Levels of Long-Chain n-3 Fatty Acids and the Risk of Sudden Death. In: New England Journal of Medicine **346**, 1113–1118.
- ALROE, H. F., VAARST, M., KRISTENSEN, E. ST. (2001): Does organic farming face distinctive livestock welfare issues? A conceptual analysis. In: Journal of Agricultural and Environmental Ethics. **14**, 275–299.
- ANGER, M. (2001): Kalkulation der umweltbelastenden Stickstoffverluste auf Dauergrünland und Bewertung des nachhaltigen Stickstoffeinsatzes im Grünlandbetrieb. Habilitationsschrift. Universität Bonn 2001.
- ANGER, M., MALCHAREK, A., HOFFMANN, U. (2000): Evaluierung der Grünlandextensivierungsprogramme im Mittelgebirge Nordrhein-Westfalens. In: Osterburg, B. (Hrsg.): Agrarumweltprogramme: Konzepte, Entwicklungen, künftige Ausgestaltung. FAL-Tagung 27.-28. November 2000, Braunschweig. Landbauforschung Völknerode, Sonderheft **231** 55–62.
- ARMAN, B. (2003): Die Ökobilanz zur Abschätzung von Umweltwirkungen in der Pflanzenproduktion - dargestellt anhand von Praxisversuchen zur konservierenden Bodenbearbeitung und von unterschiedlich intensiv wirtschaftenden konventionellen Betrieben. Dissertation. Universität Hohenheim 2003.
- BILLEN, N., ARMAN, B.; HÄRING, G. (2002): Berechnungsschlüssel Nitrataustrag. Ein Leitfaden der Projektgruppe Kulturlandschaft Hohenlohe. Herausgegeben von Universität Hohenheim.
- BAARS, T., ADRIAANSE, R., HUBER, M. et al. (2005): Milchqualität und menschliche Gesundheit. In: Lebendige Erde, **6/2005**.
- BAL (2000): Bundesanstalt für Alpenländische Landwirtschaft: Management von Hochleistungskühen, Grünlandwirtschaft und Milchproduktion, biologische Wirtschaftsweise. Tagungsband zur 27. Viehwirtschaftliche Fachtagung, 6.-8. Juni 2000, Gumpenstein, 180 S.
- BARTUSSEK, H. (1999): Die Weidehaltung von Milchkühen aus der Sicht des Tierschutzes. In: Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein (BAL) (Hrsg.): 5. Alpenländisches Expertenforum. 18.-19. März 1999, Irnding, S. 7–14.

- BERTKE, E., BIEWER, S., ISSELSTEIN, J. (2003): Ökologische Güter des Grünlandes in einem ergebnisorientierten Honorierungssystem für ökologische Leistungen der Landwirtschaft. In: Mitteilungen Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau in der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften. S. 247–250.
- BIOLAND (2006): Bioland Richtlinien für Pflanzenbau, Tierhaltung, Verarbeitung. Bioland, Mainz.
- BIO SUISSE (2007): Richtlinien für die Erzeugung, die Verarbeitung und den Handel von Knospe-Produkten. Download (12.9.2007): http://www.bio-suisse.ch/media/de/pdf2007/rl-ws/rl_2007_d.pdf.
- BLOCH, A.S., SHILS, M.E. (1996): Nutrition Facts Manual. Williams & Wilkins. 288 S.
- BMELV (Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz)(Hg)(2002a): Agenda 2000 Tierprämien. BMVEL, Bonn.
- BMELV (Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz)(Hg)(2002b): Agenda 2000, Pflanzlicher Bereich Agrarumweltmaßnahmen. BMVEL, Bonn.
- BMELV (Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz)(Hg)(2006): Die EU-Agrarreform – Umsetzung in Deutschland. BMVEL, Berlin.
- BOBE, J., WACHENDORF, M., BÜCHTER, M. et al. (2004): Vergleich der Nitratkonzentration im Grund- und Sickerwasser unter Grünland auf einem Geeststandort. In: Tagung der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft, 30. August - 7. September 2003. Deutsche Bodenkundliche Gesellschaft, Frankfurt/Oder.
- BOER, I. DE (2003): Environmental impact assessment of conventional and organic milk production. *Livestock Production Science* **80**, 69–77.
- BORKEN, J., PATYK, A., REINHARDT, G. A. (1999): Basisdaten für ökologische Bilanzierungen. Einsatz von Nutzfahrzeugen in Transport, Landwirtschaft und Bergbau. Vieweg, Braunschweig/Wiesbaden. 223 S.
- BRANBANDER, D. L. DE, BOEVER, J. L. DE, VANACKER, J. M. ET. AL. (1999): Evaluation of physical structure in dairy cattle nutrition. In: Garnsworthy, P. C.; Wiseman, J. (Hg.): *Recent Advances in Animal Nutrition*. Nottingham, 111–145. University Press, Nottingham.
- BÜCHTER, M. (2003): Nitratauswaschungen unter Grünland und Silomais in Monokultur auf sandigen Böden Norddeutschlands. Dissertation. Universität Kiel 2003. 116 S.
- BURGSTALLER, A., 2002: Mit weniger Leistung mehr verdienen. In: Arbeitsgemeinschaft Österreichischer Lebensleistungszüchter. Rundbrief 1/2002. Download (7.12.07): <http://www.region-aktiv-chiemgau-inn-salzach.de/upload/pdf/veranstaltungsberichte/Burgstaller.pdf>.
- CEAS (2000): The environmental impact of Dairy production in the EU: Practical options for the improvement of the environmental impact. Final Report. Center for European Agricultural Studies (CEAS). London/Brüssel 2000.

- CEDERBERG, CH., MATTSSON, B. (2000): Life cycle assessment of milk production – a comparison of conventional and organic farming. In: *Journal of Cleaner Production* **8**, 49–60.
- CHOUINARD, P. Y., CORNEUA, L., BUTLER, W.R. et al. (2001): Effect of dietary lipid sources on conjugated linoleic acid concentration in milk fat. In: *Journal of Dairy Science* **84**, 680-689.
- COLLOMB, M., BÜTIKOFER, U., SIEBER, R. et al. (2001): Conjugated linoleic acid and trans fatty acids composition of cows milk fat produced in lowlands and highlands. In: *Journal of Dairy Science* **68**, 519–523.
- COLLOMB, M., BÜTIKOFER, U., SIEBER, R. U.A. (2002): Correlation between fatty acids in cows' milk fat produced in the Lowlands, Mountains and Highlands of Switzerland and botanical composition of the fodder. In: *International Dairy Journal* **12**, 661–666.
- DABBERT, S., BRAUN, J. (2006): *Landwirtschaftliche Betriebslehre*. Eugen Ulmer. Stuttgart 2006.
- DEMETER (2002). *Erzeuger-Richtlinien für die Anerkennung der Demeter-Qualität*. Demeter. Darmstadt. 43 S.
- DEWES, T., HÜNSCHE, E.(1998): Composition and microbial degradability in the soil of farmyard manure from ecologically managed farms. In: *Biological Agriculture and Horticulture* **16**, 251-268.
- DEWHURST, R.J., FISHER, W. J., TWEED, J.K.S. et al. (2003): Comparison of Grass and Legume Silages for Milk Production. 1. Production Responses with Different Levels of Concentrate. In: *Journal of Dairy Science* **86**, 2598–2611.
- DGE 2000: Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE): Referenzwerte der Deutschen, Schweizerischen und Österreichischen Gesellschaften für Ernährung (2000). Download (10.9. 2007): <http://www.dge.de/pdf/ws/ReferenceValues.pdf>.
- DHIMAN, T. R.; ANAND, G. R.; SATTER, L.D. et al. (1999): Conjugated Linoleic Acid Content of Milk from Cows Fed Different Diets. In: *Journal for Dairy Science*, Vol.. **82**, S. 2146–2156.
- DILGER, M., FAULHABER, I. (2006): *Materialsammlung Futterwirtschaft*, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, München 2006.
- DLG (Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft) (Hg.) (2004): *Die neue Betriebszweigabrechnung*. Arbeiten der DLG **197**. DLG-Verlag. Frankfurt a. M. 2004.
- DÖHLER, H., DÄMMGEN, U., EURICH-MENDEN, B. et al. (2002): Anpassung der deutschen Methodik zur rechnerischen Emissionsermittlung an internationale Richtlinien sowie Erfassung und Prognose der Ammoniak-Emissionen der deutschen Landwirtschaft und Szenarien zu deren Minderung bis zum Jahr 2010. UBA Texte **05/02**. UBA. Bonn.
- DOHOO, I.R., MEEK, A.H. (1982): Somatic cell counts in bovine milk. In: *Canadian Veterinary Journal* **23**, 119–125.
- DRERUP, C. (2000): Das ist beim Umstieg auf Biomilch zu beachten. „top-agrar“, **6/2000**, 32-37.

- DRERUP, C. (2001): Nachbetrachtung Betriebszweigauswertung Milch 2000/01 im Arbeitskreis Ökologischer Landbau. Ökologischer Land- und Gartenbau in Nordrhein-Westfalen. Leitbetriebe Ökologischer Landbau NRW – Versuchsbericht 2001, 215-219. Eigenverlag. Bonn 2001.
- DÜRR, H. J., PETELKAU H., C. SOMMER, C. (1995): Literaturstudie Bodenverdichtung. Forschungsbericht Bundesumweltamt **55**. 203 S.
- DVG (2002): Deutsche Veterinärmedizinische Gesellschaft: Leitlinien zur Bekämpfung der Mastitis des Rindes als Bestandsproblem. 4. Auflage. (Fachgruppe Milchhygiene, Sachverständigenausschuss "Subklinische Mastitis"). DVG. Hannover.
- ECKERT, H., BREITSCHUH, G., SAUERBECK, D. (1999): Kriterien umweltverträglicher Landbewirtschaftung (KUL) - ein Verfahren zur ökologischen Bewertung von Landwirtschaftsbetrieben. In: Agrobiological Research, **1/52**, 57–76.
- EDEL (2005): Daten zum Energiebedarf von edel-Heutrocknungsanlagen. Schriftliche Mitteilung 2005.
- EFSA 2004. Gutachten des Wissenschaftlichen Gremiums für diätetische Produkte, Ernährung und Allergien auf Ersuchen der Kommission über Trans-Fettsäuren in Lebensmitteln und die Wirkung des Verzehrs von Trans-Fettsäuren auf die menschliche Gesundheit. Download (20.10.2006): http://www.efsa.eu.int/science/nda/nda_opinions/catindex_en.html.
- EEA (2003a): European Environment Agency: Europe's environment: the third assessment (http://reports.eea.europa.eu/environmental_assessment_report_2003_10/en am 20.9.2007).
- EEA (2003b): European Environment Agency: Assessment and reporting on Soil erosion. Background and workshop report. Kopenhagen. (http://reports.eea.europa.eu/technical_report_2003_94/en/tech_94.pdf. 29.9.2007).
- EG VERORDNUNG. 2092/91 des Rates der Europäischen Gemeinschaft vom 24. Juni 1991 über den ökologischen Landbau und die entsprechende Kennzeichnung der landwirtschaftlichen Erzeugnisse und Lebensmittel.
- EG VERORDNUNG. 1804/1999 des Rates der Europäischen Gemeinschaft vom 19. Juli 1999 zur Einbeziehung der tierischen Erzeugung in den Geltungsbereich der Verordnung (EWG) Nr. 2092/91 über den ökologischen Landbau und die entsprechende Kennzeichnung der landwirtschaftlichen Erzeugnisse und Lebensmittel.
- EHRlich, M.: Fettsäurezusammensetzung (CLA, Omega-3- Fettsäuren) und Isotopensignatur (C) der Milch ökologischer und konventioneller Betriebe und Molkereien. Masterarbeit. Universität Kassel. Download (6.12.2007):http://orgprints.org/10446/01/Materarbeit_Maria_Ehrlich.pdf.
- ERNST, M., HEINEMEYER, O., MUNCH, J.C. (1996): N₂O Emissions from an arable soil: Spatial variability and influencing parameters. In: Obenauf, S., Rogasik, J. (Hrsg.): Klimaveränderung und Landbewirtschaftung - Landwirtschaft als Verursacherin und Betroffene. Tagungsbericht, 22.-24. Mai 1996 in Müncheberg. Landbauforschung Völkenrode **165**, 13-18.

- FERM, M. (1998): Atmospheric ammonia and ammonium transport in Europe and critical loads: a review. In: Nutrient Cycling in Agroecosystems **51**, 5-17.
- FLACHOWSKY, G.; JEROCH, H.; KIRCHGEBNER, M. et al. (2001): Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchttrinder. Frankfurt: DLG-Verlag.
- FRICK, R., MENZI, H., KATZ, P. (1996): Ammoniakverluste nach Hofdüngeranwendung. FAT-Berichte **486**, FAT. Tänikon.
- FRIEBEN, B. (1998): Verfahren zur Bestandsaufnahme und Bewertung von Betrieben des Organischen Landbaus im Hinblick auf Biotop- und Artenschutz und die Stabilisierung des Agrarökosystems. Dissertation Universität Bonn. Schriftenreihe des Instituts für Organischen Landbau. Verlag Dr. Kösters. Berlin.
- FRITSCH, J., STEINHART, H. (1998): Amounts of conjugated linoleic acid (CLA) in German foods and evaluation of daily intake. In: Zeitschrift für Lebensmittel Untersuchung und Forschung **206**, 77-82.
- GAILLARD, G., CRETZAZ, P., HAUSHEER, J. (1997): Umweltinventar des landwirtschaftlichen Inputs im Pflanzenbau. Daten für die Erstellung von Energie- und Ökobilanzen in der Landwirtschaft.
- GEBAUER, S. K.; TRICIA, L.; WILLIAMS, S. et al. (2006): Omega-3 Fatty acid dietary recommendations and food sources to achieve essentiality and cardiovascular benefits. In: American Journal of Clinical Nutrition, Jg. 83, H. 3, S. 1526-1535.
- GEIER, U., HENRICHSMEYER, W., KÖPKE, U., ET AL. (1999): Entwicklung von Parametern und Kriterien als Grundlage zur Bewertung ökologischer Leistungen und Lasten der Landwirtschaft – Indikatorensysteme. (*Development of Indicators for the Assessment of Agricultural Impacts on the Environment*). UBA-Texte **42/99**, Berlin, 252 Seiten.
- GEIER, U. (2000): Anwendung der Ökobilanz-Methode in der Landwirtschaft. - dargestellt am Beispiel einer Prozeß-Ökobilanz konventioneller und organischer Bewirtschaftung. Berlin: Verlag Dr. Köster (Schriftenreihe Institut für Organischen Landbau) 172 S.
- GfE (2001): Ausschuss für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie: Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchttrinder. DLG-Verlag, 136.
- GUBI, G. (2006): Analyse der erfolgs- und effizienzbestimmenden Faktoren im ökologischen Landbau. Dissertation Universität Kiel. 185 S.
- HA, Y. L., GRIMM, N.K., PARIZA M.W. (1987): Anticarcinogens from fried ground beef: heat altered derivatives of linoleic acid. In: Carcinogenesis **8**, 1881-1887.
- HAAS, G.; WETTERICH, F. (1999) Ökobilanz der Umweltwirkung landwirtschaftlicher Betriebe im Allgäu. Zeitschrift für angewandte Umweltforschung **12(3)**, 368-377.

- HAAS, G., DEITERT, CH. 2003.: Stoffflussanalyse und Produktionseffizienz der Milchviehhaltung unterschiedlich intensiv wirtschaftender Betriebe. Download (1.10.2007): <http://www.orgprints.org/5163>.
- HAAS, G., DEITERT, C., KÖPKE, U. (2006): Farm-gate nutrient balance assessment of organic dairy farms at different intensity levels in Germany. *Renewable Agriculture and Food Systems* **22(3)**, 223–232.
- HAAS, G., DEITERT, C., KÖPKE, U. (2007): Impact of feeding pattern and feed purchase on area- and cow-related dairy performance of organic farms. *Livestock Science* **106**, 132–144.
- HAVEMOSE, M. S., WEISBJERG, M. R., BREDIE, W. ET. AL. (2004): Influence of feeding different types of roughage on the oxidative stability of milk. In: *International Dairy Journal* **14**, 563–570.
- HEYER, J. (1994): Methan. In: Enquetekommission des Deutschen Bundestages (Hg.): Studie im Auftrag der Enquetekommission des Deutschen Bundestages "Schutz der Erdatmosphäre", Studienprogramm, Band 1, Landwirtschaft, Teilband I. *Economica-Verlag*. Bonn. 91 S.
- HOFFMANN, M. (1990): Tierfütterung. Berlin: Deutscher Landwirtschaftsverlag.
- HOFFMANN, CH. L. (1999): Lachgasemissionen auf gemähtem Dauergrünland unterschiedlicher Standorte. Bonn (Forschungsberichte des Schwerpunktes "Umweltverträgliche und Standortgerechte Landwirtschaft", 70).
- HOLE, D.G., PERKINS, A.J., WILSON J.D. ET. AL. (2005): Does organic farming benefit biodiversity? In: *Biological Conservation* **122**, 113–130.
- HÖLSCHER T., BECKER M., MÜLLER-SÄMANN K. (2004). Kostenwahrheit der Milcherzeugung - Auswirkungen niedriger Milchpreise auf Tierschutz und Umwelt. Studie im Auftrag des Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e.V. (Bund), Referat Landnutzung. Berlin. 43 S., Anhang
- HÖLTING B. UND COLDEWEY W.G. (2005): Hydrogeologie, 6. Auflage; Einführung in die Allgemeine und Angewandte Hydrogeologie. Elsevier. München. 326 S.
- HÖRNING, B., AIGNER, S., AUBEL, E. et al. (2003) Befragung zum Status-Quo der Tierhaltung bei 287 süddeutschen Bio-Betrieben (Demeter- und Bioland). In: *Ökologischer Landbau der Zukunft- Beiträge zur 7. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau*, 245-248. BOKU. Wien.
- HOUSEKNECHT, K.L., VANDEN HEUVEL, J.PL, MOYA-CAMERENA, S.Y. et al. (1998): Dietary conjugated linoleic acid normalizes impaired glucose tolerance in the Zucker diabetic fattyfa/fa rat. In: *Biochemical and biophysical research communications* **244**, 678–682.
- HÜTHER, L. (1999): Entwicklung analytischer Methoden und Untersuchungen von Einflussfaktoren auf Ammoniak-, Methan und Distickstoffemissionen aus Flüssig- und Festmist. In: *Landbauforschung Völkenrode Sonderheft* **200**. FAL. Braunschweig.
- IFOAM (2002): IFOAM-Norms. International Federation of Organic Agricultural Movement.

- IPCC (2007): Intergovernmental Panel on climate Change: Forth Assessment Report. Volume I: The physical Science. Technical Summary. Cambridge University Press. Cambridge. 74 S.
- JIANG, J., BJOERCK, L., FONDEN, R. (1996): Occurrence of conjugated cis-9, trans-11-octadecadienoic acid in bovine milk; effects of feed and dietary regimen. In: *Journal of Dairy Science* **79**, 438–445.
- JOREK, B. (2006): Wie erfolgreich sind Bio-Betriebe – und warum? In: *Ökologie&Landbau* **1/2006**, 49–51.
- KALTSCHMITT, M., REINHARDT, G.A. (Hrsg.) (1997): *Nachwachsende Energieträger – Grundlagen, Verfahren, ökologische Bilanzierung*. Vieweg, Braunschweig/ Wiesbaden.
- KELLY, M.L., BERRY J.R., DEWYER, D.A. (1998): Dietary fatty acid sources affect conjugated linoleic acid concentrations in milk from lactating dairy cows. In: *Journal of Nutrition* **128**, 880–885.
- KIELWEIN, G. (1994): *Leitfaden der Milchkunde und Milchhygiene*. 3. Auflage. Blackwell Wissenschaftsverlag. Berlin.
- KINLINGER, P. (2007): *Angaben zum Energieverbrauch Allgäuer Trocknungswerke*. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Emailkommunikation April 2007.
- KIRCHGEBNER, M. (1997): *Tierernährung. Leitfaden für Studium, Beratung und Praxis*. VerlagsUnionAgrar. Frankfurt am Main. 582 S.
- KIRCHGESSNER, M.; WINDISCH, W.; MÜLLER, H.-L. (1991): Release of methane and of carbon dioxide by dairy cattle. In: *Agrobiological Research* **44**, 91–102.
- KOESLING, T. (2004): *Futterbau nach der Agrarreform – Neue Wettbewerbsfähigkeit der Verfahren*; DLG-Mitteilungen 2004, Download (4.3.2005): http://www.dlg-mitteilungen.de/de/futterbau_agrarreform.html
- KÖPKE, U. (1997): *Ökologischer Landbau*. In: Keller, E.R.; HANUS, H.; HEYLAND, K.-U. (Hrsg.): *Grundlagen der landwirtschaftlichen Pflanzenproduktion*. S. 625-628. Eugen Ulmer Verlag. Stuttgart.
- KRAFT, J., COLLOMB, M., MOCKEL, P. et al. (2003): Differences in CLA isomer distribution of cow's milk lipids. In: *Lipids* **6/38**, 657–664.
- KRUIF, A. DE, MANSFELD, R., HOEDEMAKER, M. (1998): *Tierärztliche Bestandsbetreuung beim Milchrind*. Ferdinand Enke Verlag. Stuttgart.
- KRUTZINNA, CH. (1996): Die Milchviehhaltung im ökologischen Landbau. In: *Berichte über Landwirtschaft* **74**, 461–480.
- KTBL (2003): Achilles, W., Fritzsche, S., Funk, M. et al.: *Ökologischer Landbau. Kalkulationsdaten*. KTBL-Sonderveröffentlichung **43**. KTBL. Darmstadt.

- KTBL (2004): Betriebsplanung Landwirtschaft 2004/2005. KTBL-Datensammlung. Landwirtschaftsverlag. Münster. 574 S.
- KÜHBAUCH, W., ANGER, M., HÜGING, H. (1996): Auswirkungen unterschiedlicher Weideverfahren auf die Kontamination des Bodenwassers mit Nitratstickstoff sowie auf die Zusammensetzung der Grünlandnarbe, die Futterproduktion und die Weideleistung. Forschungsberichte des Lehr- und Forschungsschwerpunktes Umweltverträgliche und Standortgerechte Landwirtschaft. Universität Bonn. 35 S.
- LANDWIRTSCHAFTSKAMMER NRW (2004): Zahlen zur Landwirtschaft in Nordrhein-Westfalen 2004. Bonn/Münster.
- LEAF, A. (2002): Prevention of fatal cardiac arrhythmias by polyunsaturated fatty acids. In: *Nutrition & Health* **1/16**, 47–49.
- LEISEN, E.; RIEGER, T.: Wirtschaftlichkeit von Weidehaltung, Kraffuttermenge und und Milchleistung auf Öko-Betrieben, Download (7.12.2007): http://www.oekolandbau.nrw.de/pdf/Tierhaltung/Milchkuehe/milchvieh_wirtschaftlichkeit_7_07.pdf.
- LEITHOLD, G., HÜLSBERGER, K.-J., MICHEL, D., SCHÖNMEIER, H. (1997): Humusbilanzierung - Methoden und Anwendung als Agrar-Umweltindikator. In: Diepenbrock, W.; Kaltschmitt, M.; Nieberg, H. u.a. (Hg.): *Umweltverträgliche Pflanzenproduktion: Indikatoren, Bilanzierungsansätze und ihre Einbindung in Ökobilanzen*. Fachtagung am 11. und 12. Juli 1996 in Wittenberg. Reihe Initiativen zum Umweltschutz, S. 43–54. Zeller-Verlag. Osnabrück.
- MENKE, C., WAIBLINGER, S., FÖLSCH, D.W. 1998: Zur Enthornung und Haltung von Milchkühen. In: *Ökologie & Landbau* **26**, 42-46.
- MANIERO, G., OVER, R.; BECKER, M., HAUGSTÄTTER, M.(2005): Öko-Rinderreport Baden-Württemberg 2004. Download (31.4.2005). [http://www.landwirtschaft-mlr.baden-wuerttemberg.de/servlet/PB/show/1162651_11/%C3%96ko-Rinderreport%202003-04%20\(24.3.05\).pdf](http://www.landwirtschaft-mlr.baden-wuerttemberg.de/servlet/PB/show/1162651_11/%C3%96ko-Rinderreport%202003-04%20(24.3.05).pdf)
- MANNHEIM, T. (1996): Ammoniakemissionen von landwirtschaftlichen Nutzflächen. Quellen und Minderungsmaßnahmen. Dissertation Univ. Hohenheim. Hohenheim. 149 S.
- MLUV(2005): Auswertung der Buchführungsergebnisse ökologisch wirtschaftender Betriebe 2003/2004. MLUV. Potsdam.
- MOLKENTIN, J. (2006): Untersuchungen zur analytischen Unterscheidung ökologisch und konventionell erzeugter Milch. Ressortforschung für den Ökologischen Landbau 2006. Landbauforschung Völkenrode, Sonderheft **298**. Braunschweig. 160 S.
- MOREL, I., WYSS, U., COLLOMB, M. et al. (2005): Grün- oder Dürrfutterzusammensetzung und Milchinhaltsstoffe. In: *Agrarforschung* **12**, 496–501.

- MOSIER, A., SCHIMEL, D., VALENTINE D. et al. (1991): Methane and nitrous oxide fluxes in native, fertilized and cultivated grasslands. In: *Nature* **350**, 330–332.
- MOSIER, A.R., BUXBURY, J.R., FRENEY, O. ET. AL. (1996): Nitrous oxide emissions from agricultural fields. Assessment, measurement and mitigation. In: *Plant & Soils* **181**, 95–108.
- MOSIER, A., KROEZE, C., NEVISON, C. (1998): Closing the global N₂O-budget: nitrous oxide emissions through the agricultural nitrogen cycle. In: *Nutrient Cycling in Agroecosystems* **52**, 225–248.
- MOSIMANN, TH.; RÜTTIMANN, M.: Abschätzung der Bodenerosion und Beurteilung der Gefährdung der Bodenfruchtbarkeit. Grundlagen zum Schlüssel für Betriebsleiter und Berater mit den Schätztabelle für Südniedersachsen. Hannover 1996. *Geosynthesis* **9**
- MÜLLER, J., WEBER, S. UND PIEHL, M., 2006: Leistungen und Wirtschaftlichkeit der weidebasierten Milchproduktion. In: *LMS aktuell* **5**. 33-40. Landwirtschaftsberatung Mecklenburg-Vorpommern (LMS), Oktober 2006
- MÜLLER, U., SAUERWEIN, H.: Gegenüberstellung der Milchqualität und des Gesundheitsstatus von Milchkühen von ökologisch bewirtschafteten Betrieben im Vergleich zu konventionell wirtschaftenden Betrieben im Rheinland. Berichte des Lehr- und Forschungsschwerpunkt Umweltverträgliche und Standortgerechte Landwirtschaft **134**. Universität Bonn.
- MÜLLER-LINDENLAUF, M. (2005): Ökobilanz und Produktivität der Grobfuttererzeugung in ökologisch wirtschaftenden Milchviehbetrieben in Nordrhein-Westfalen. Diplomarbeit. Universität Bonn.
- MUNLV (2004): Ministerium für Umwelt, Naturschutz Landwirtschaft und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen: Wegweiser durch das Kulturlandschaftsprogramm. MUNLV. Düsseldorf. 37 S.
- MUNLV (2007): Ministerium für Umwelt, Naturschutz Landwirtschaft und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen: Richtlinien zur Förderung einer markt- und standortangepassten Landbewirtschaftung. RdErl. d. Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz v. 4.6.2007. MUNLV. Düsseldorf-
- MURL (1992): Ministerium für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft des Landes Nordrhein-Westfalen (Hrsg.): Ammoniak in der bodennahen Atmosphäre - Emission, Immission und Auswirkungen auf terrestrische Ökosysteme. Gießen.
- NEUKAM, M. 1995: Vorhersage von Bodenbeeinflussungen auf der Grundlage computergestützter Berechnungsmodelle. *KTBL Schrift* **362**, S.45-60. KTBL. Darmstadt.
- NIELSEN, JACOB H., LUND-NIELSEN, TINA, SKIBSTED, LEIF (2004): Higher antioxidant content in organic milk than in conventional milk due to feeding strategy. Danish Institute of Agricultural Sciences; The Royal Veterinary and Agricultural University. Tjele. (DARCOF enews).

- NOCEK, J.E. (1997): Bovine Acidosis: Implication on Laminitis. In: Journal of Dairy Science **80**, 1005–1028.
- OFFERMANN, F.; NIEBERG, H. (2002): (Wann) ist ökologisch auch wirtschaftlich? Download (8.12.07): www.bmvel-forschung.de/FORSCHUNGSREPORTRESSORT/DDD/T1_02_1342.pdf
- PIATOWSKI, B.; VOIGT, J. (1989): Zur Wirkung von Rohfaser, Stärke und Zucker in der Milchkuhfütterung. In: Tierzucht **43**, 58–60.
- PORZIG, E. & UND SAMBRAUS, S. (1991): Nahrungsaufnahmeverhalten Landwirtschaftlicher Nutztiere. DLV. Berlin. 404 S.
- POSCHOLD, P., SCHUMACHER, W. (1998): Rückgang von Pflanzen und Pflanzengesellschaften des Grünlandes - Gefährdungsursachen und Handlungsbedarf. In: Schriftenreihe für Vegetationskunde **29**, 83–99.
- PROSL, H. (1996): Parasiten in der Rinderhaltung insbesondere im Laufstall und auf der Weide. Aus: Bericht über die 23. Tierzuchttagung, S. 55-58. BAL, Gumpenstein/AT.
- RAHMANN, G.; OPPERMAN, R.; BARTH, K. (2002) Welche Chancen hat die ökologische Milchviehhaltung? In Isermeyer, Folkhard, (Hrsg.) Landbauforschung Völkenrode, FAL Agricultural Research, Milchproduktion 2025. Seite(n) S. 73-82. Landbauforschung Völkenrode Sonderheft **242**. FAL. Braunschweig.
- RAHMANN, G., NIEBERG, H., DRENGEMANN, S. et al. (2004) Bundesweite repräsentative Erhebung und Analyse der verbreiteten Produktionsverfahren, der realisierten Vermarktungswege und der wirtschaftlichen sowie sozialen Lage ökologisch wirtschaftender Betriebe und Aufbau eines bundesweiten Praxis-Forschungs-Netzes. Bericht, Institut für ökologischen Landbau und Institut für Betriebswirtschaft. FAL. Braunschweig.
- REDELBERGER (2004): Management-Handbuch für die ökologische Landwirtschaft: Verfahren-Kostenrechnungen-Baulösungen. KTBL. Darmstadt. 443 S.
- ROTH, M.; ANGER, M.; KÜHBAUCH, W. (1997): Wirkung von Exkrementstellen auf die Nitratverlagerung unter beweidetem Grünland in Abhängigkeit vom Nutzungstermin und Standort. Bonn (Lehr- und Forschungsschwerpunkt "Umwelt und Standortgerechte Landwirtschaft", Heft. Nr. 54).
- SACHER, M.; DIENER, K. (2004): Berechnung der Erzeugungsvollkosten für wirtschaftseigene Grundfuttermittel; Excel-Anwendung, Download (12.3.2005): http://www.smul.sachsen.de/de/wu/Landwirtschaft/lfl/inhalt/download/Grundfutt_erkosten.XLS.
- SAMBRAUS, H.H. (1997): RIND. IN: SAMBRAUS, H.H., TEIGER, A. (HG.): Das Buch vom Tierschutz, S. 107–126. Enke. Stuttgart.

- SAUERBORN, P. (1994): Die Erosivität der Niederschläge in Deutschland. Ein Beitrag zur quantitativen Prognose der Bodenerosion durch Wasser in Mitteleuropa. Dissertation Universität Bonn. 189 S..
- SCHACHTSCHABEL, P., BLUME, H.-P., BRÜMMER, G. ET. AL. (1998): Lehrbuch der Bodenkunde. 14. Auflage. Stuttgart, 494 S.
- SCHAEREN, W., MAURER, J., LUGINBÜHL, W. (2005): Kaum Unterschiede zwischen Silo- und silofreier Milch. In: Agrarforschung **1/12**, 34-39.
- SCHEPERS, A.J.; LAM, T.M.; SCHUKKEN, Y.H. et al. (1994): Estimation of variance components for somatic cell counts to determine threshold for uninfected quarters. In: Journal of Dairy Science **80**, 1833–1840.
- SCHLÜTER, J. 2001A: Milchleistung darf kein Tabu sein! Lebendige Erde **5/2001**, 40-41.
- SCHLÜTER, J. 2001B: Leitbilder der Milchviehfütterung im ökologischen Landbau – Ideelle Vergangenheit versus ökonomische Zukunft? In: Reents, H.J. (Hrsg.): Beiträge zur 6. Wissenschaftstagung Ökol. Landbau, 6.-8. März 2001, S. 47-50. Freising-Weihenstephan.
- SCHÖPP, W.; AMANN, M.; COFALA, J. (2001): Assessment of emission reduction strategies. EU strategies against acidification and tropospheric ozone. Abschlussbericht zum F/E-Vorhaben FKZ 299 43 206, im Auftrag des UBA. Berlin.
- SCHUMACHER, U. (2000) Rahmenbedingungen, Kennzahlen und Entwicklungsmerkmale der Milchviehhaltung im ökologischen Landbau. *Tierärztliche Praxis - Großtiere* **28**, 96-103.
- SCHUMACHER, W.(1995): Artenschutz in den heutigen Agrarökosystemen. Aus: Werner, W. (Hrsg.): Ökologische Leistungen der Landwirtschaft. Definition, Beurteilung und ökonomische Bewertung. S. 75-84. DLG-Verlag. Frankfurt.
- SCHWARZ, F. J.: Fütterung hochleistender Milchkühe. Aus: Bundesanstalt für Alpenländische Landwirtschaft (BAL) (Hrsg.): 27. Viehwirtschaftliche Fachtagung , 6.-8. Juni 2000 Irnding 2000, S. 19-26.
- SCHWARZ, F.J., HEINDL, U., KIRCHGESSNER, M. (1996): Zur Schätzung der Grundfutteraufnahme von Milchkühen. In: Züchtungskunde. **68**, 65–76.
- SCHWERTMANN, U., VOGL, W., KAINZ, M. (1987): Bodenerosion durch Wasser. Vorhersage des Abtrags und Bewertung von Gegenmaßnahmen. 2. Auflage. Ulmer-Verlag. Stuttgart. 62 S.
- SIXT, D. (2002): „Vollgas“ oder „Vollgras“? *bioland* **3/2002**, 8-9.
- SOEL (2007): Entwicklung des Ökologischen Landbaus in Deutschland. Stiftung Ökologie und Landbau. http://www.soel.de/inhalte/oekolandbau/dokumente/entw_betriebe_flaeche.pdf.
Download (08.12.2007):

- SPRANGER, A. (1999): Tierwesenskunde als Grundlage einer artgemäßen Tierzucht. In: *Ökologie & Landbau* **112**, 6-10.
- SPRANGER, J., WALKENHORST, M. (2001): Leitbild Tier: Vergangenheit, Gegenwart, Zukunft der ökologischen Tierhaltung. In: Reents, H.J. (Hrsg.): Beiträge zur 6. Wissenschaftstagung zum Ökologische Landbau, 6.-8. März 2001, Freising-Weihenstephan, S. 1-10.
- STARK, G. (2004): Kosten und Wirtschaftlichkeit der Futtervorlage in der Milchviehhaltung, In: Bericht zur 31. Viehwirtschaftlichen Fachtagung der BAL Gumpenstein, Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein (Hg.); *Irdning* 27. –28.4.2004
- STATISTISCHES BUNDESAMT (2006): Fachserien 3 / Reihe 2.2.1: Land- und Forstwirtschaft, Fischerei. Betriebe mit ökologischem Landbau. Agrarstrukturerhebung 2005. 39S.
- STATISTISCHES BUNDESAMT (2007): Umweltnutzung und Wirtschaft. Bericht zur umweltökonomischen Gesamtrechnung. Statistisches Bundesamt, Wiesbaden. 120 S.
- STEIN-BACHINGER, K.; BACHINGER, J.; SCHMITT, L. (2004): Nährstoffmanagement im Ökologischen Landbau. Ein Handbuch für Beratung und Praxis. *KTBL-Schrift* **423**. KTBL. Darmstadt. 136 S..
- STEINWIDDER, A. (2000): Bio-EU-Verordnung: Versorgung der Hochleistungskuh wird schwieriger. *Der fortschrittliche Landwirt* **17**, 6-7.
- STOLZE, M, ASCHERMANN, J. (2005): Betriebswirtschaftliche Analyse von ökologisch wirtschaftenden Großbetrieben in Ostdeutschland, BÖL-Projekt FKZ 02OE605; Download (7.12.2007): <http://www.orgprints.org/5682>.
- SÜDEKUM, K.-H. (1999): Wiederkäuergerechte Ernährung der Hochleistungskuh: 26. Viehwirtschaftliche Fachtagung der Bundesanstalt für Alpenländische Landwirtschaft. BAL. Gumpenstein/AT.
- SUNDRUM, A. (1998): Zur Beurteilung der Tiergerechtheit von Haltungsbedingungen landwirtschaftlicher Nutztiere. In: *Deutsche tierärztliche Wochenschrift* **105**, 65–72.
- SUNDRUM, A.; ANDERSSON, R.; POSTLER, G. (1994): Tiergerechtheitsindex - 200/94. Ein Leitfaden zur Beurteilung von Haltungssystemen für Rinder, Kälber, Legehennen und Schweine. Bonn. 211 S.
- TASCHKE, A.C. (1995): Ehtologische, physiologische und histologische Untersuchungen zur Schmerzbelastung der Rinder bei der Enthornung. Dissertation ETH Zürich.
- THOMET, P. (2002): Effizienz als Schlüssel für die wirtschaftliche Milchproduktion. In: *Agrarforschung* **9/2002**, 404-409.
- TRÜTKEN, C. (2006): Was macht Biobetriebe erfolgreich? In: *Ökologie&Landbau* **3/2006**, S. 44-46.
- TRÜTKEN, C. (2007): Arbeitskreis Milchproduktion: Ergebnisse der Wirtschaftsjahres 2004/2005 und 2005/2006 der identischen Milcherzeuger, Abschlussbericht zum BLE-Projekt 03OE495;

- Download (13.11.07):
http://www.soel.de/inhalte/projekte/bpn1_schlussbericht_milchvieh.pdf
- TRUITT, A., MACNEILL, G., VANDERHOEK J.Y. (1999): Antiplatelet effects of conjugated linoleic acid isomers. In: *Biochemica et biophysica acta*, **1438**, 239–246.
- UBA 2006: Umweltbundesamt: Nationale Trendtabellen für die deutsche Bericht-erstattung Atmosphärischer Emissionen 1990-2004. Umweltbundesamt: Umweltdaten Deutschland .
<http://www.envit.de/umweltdaten/public/document/downloadImage.do?ident=9279>.
Download (24. 9.2007):
- UBA 2007: Emissionen ausgewählter Luftschadstoffe nach Quellgruppen in Deutschland 1990 bis 2005.
<http://www.env-it.de/umweltdaten/public/document/downloadImage.do?ident=9253>.
Download (24. 9.2007)
- VELTHOF, G.L.; OENEMA, O. (1995): Nitrous oxide fluxes from grassland in the Netherlands: Effects of soil type, nitrogen fertilizer application and grazing. In: *European Journal of Soil Science* **46**, 541–549.
- VOGT, G. (2000): Entstehung und Entwicklung des ökologischen Landbaus. Reihe Ökologische Konzepte 99. Stiftung Ökologie & Landbau, Bad Dürkheim, 399 S.
- WARD, A.T.; WITTENBERG, K.M. FROEBE H.M. et al. (2003): Fresh Forage and Solin Supplementation on Conjugated linoleic Acid Levels in Plasma and Milk. In: *Journal of Dairy Science* **86**, 1742–1750.
- WEIB, M.; KIENBERGER, H. EICHINGER H. M.(2006): Fettsäuremuster der Milch in Abhängigkeit praxisüblicher Fütterungsstrategien. Vortrag beim Interdisziplinären Symposium "Omega-3-Weidemilch - Chancen und Möglichkeiten für Milch und Rindfleischerzeugnisse vom Grünland". 14.3.2006. Kempten.
- WETTERICH, F., HAAS, G. KÖPKE, U. (1999): Ökobilanz Allgäuer Grünlandbetriebe. Intensiv - Extensiv - Ökologisch. Schriftenreihe des Instituts für Organischen Landbau. Verlag Dr. Köster. Berlin.
- WIT, J. DE; WAGENAAR, J.P.; VRIES, A. et al. DE (2006): Milk fatty acids in relation to feeding practice on Dutch organic farms: Organic Farming and European Rural Development. Proceedings of the European Joint Organic Congress. Odense (Denmark), S. 638-5,9.
- WOLFENSBERGER, U. & DINKEL, F. (1997): Beurteilung nachwachsender Rohstoffe in der Schweiz in den Jahren 1993-1996. Vergleichende Betrachtung von Produkten aus ausgewählten NWR und entsprechenden konventionellen Produkten bezüglich Umweltwirkungen und Wirtschaftlichkeit. Bern/Tänikon. 230 S.
- ZERGER, U. (1995): Der Betriebsvergleich als Mittel zur Analyse betriebswirtschaftlicher Fragestellungen im ökologischen Landbau. Studien zur Agrarökologie **16**. Verlag Dr. Kovac. Hamburg.
- ZMP (2006): Zentrale Markt- und Preisberichtsstelle GmbH (ZMP): ZMP-Marktbilanz Milch. Deutschland - Europäische Union – Weltmarkt. ZMP. Bonn.

7 Anhang

7.1 Erhebungsbogen

Grunddaten Betrieb

Verbandszugehörigkeit

Umstellungsjahr

Landwirtschaftliche Nutzfläche

Extensiv genutzte Flächen und Vertragsnaturschutz

Tierarten

Arbeitskräfte

Rechtsform

Standortbedingungen (Bodenpunkte, Bodenart, Höhenlage, Niederschlagsmengen und –verteilung, Durchschnittstemperatur)

Grunddaten Tierhaltung

Kenndaten Milchviehherde

Herdengröße

Rasse

Behornung

Anzahl Zuchtbullen und Anteil Natursprung

Ersrkalbealter

Nutzungsdauer/Remontierungsrate

Zwischenkalbezeit

Dauer Trockenstehen

Milchleistung, Milch Inhaltsstoffe

Zellzahlen

Keimzahlen

Quote (eigen/Pacht)

Liefermenge

Vermarktungswege Milch

Fütterung Milchvieh

Dauer von Sommer- und Winterfütterung

Vorlagesystem

Rationskomponenten Sommer- und Winterfütterung, ggf. Mengen

Ggf. Kraftfutterverbrauch oder tägliche Durchschnittsmenge

Fütterung der Trockensteher

Futterzukaufsmengen (ggf. Lager- und Restbestände)

Weidemanagement Milchvieh

Weidesystem

Verfügbare Weideflächen

Weideperiode

Weidestunden pro Tag

Triebweg

Fütterung Jungvieh

Dauer von Sommer- und Winterfütterung

Rationskomponenten Sommer- und Winterfütterung, ggf. Mengen

Ggf. Kraftfutterverbrauch oder tägliche Durchschnittsmenge

Futterzukaufsmengen (ggf. Lager- und Restbestände)

Tränkedauer

Sonstige Tiere

Tierarten

Bestände

Mastdauer, Reproduktionsrate etc.

Rationskomponenten, Futterverbrauch

Futterzukaufsmengen (ggf. Lager- und Restbestände)

Haltungssystem Milchvieh, Jungvieh und Sonstige Tierarten

Aufstallungstyp (Anbindung/Laufstall)

Auslaufflächen, Auslaufzeiten

Stallsystem/Einstreu (Gülle/Festmist)

Einstreumaterialien und –mengen

Mist- bzw. Gülleanfall

Lagerkapazitäten organischer Dünger, Ausbringungsfrequenz

Grunddaten Pflanzenbau

Maschinenausstattung

Einsatz von Lohnarbeit

Dauergrünland (Differenziert nach intensiv und extensiv genutzten Flächen)

Nutzungshäufigkeit

Anteil Nutzungsarten je Schnitt bzw. Nutzung

Pflegemaßnahmen; Nachsaat

Düngungsintensität, Ausbringungstechnik

Konservierungserfolg (vorliegende Futteranalysen)

Ackerbau

Anbauflächenverhältnis und typische Fruchtfolge

Anbauverfahren

Erträge

Ertragsverwertung (innerbetriebliche Nutzung/Verkaufsmengen)

Typische Anbauprobleme

Insbesondere Ackerfutterleguminosen:

Umbruchsfrequenz, Anteil Nutzungsarten je Schnitt bzw. Nutzung

Konservierungserfolg (vorliegende Futteranalysen)

Betriebsführung

Alter, Erfahrung und Ausbildung des Betriebsleiters

Motivation zur Umstellung auf ökologische Wirtschaftsweise

Persönliche Ziele

Arbeitsorganisation (Arbeitsverteilung, Mitarbeit von Familienangehörigen)

Einsatz von Managementwerkzeugen, Inanspruchnahme von Beratungsleistungen

Einschätzung der Arbeitsbelastung

Einschätzung des Betriebserfolgs

Probleme, offene Fragen, Entwicklungsziele für den Betrieb

Persönliche Einstellung zu Hochleistungsfütterung, Weidewirtschaft und Futterzukauf

7.2 Futtermittelanalysen

	n	kg TM/ kg FM	MJ NEL/ kg TM	MJ ME/ kg TM	g XP/ kg TM	g nXP/ kg TM	RNB/ kg TM	g XA/ kg TM	g XF/ kg TM	g P/ kg TM	g K/ kg TM
Gras-/Kleegrassilagen und Heulagen	95										
Mittelwert		45%	5,9	9,8	149	131	3	103	259	3,3	26
Median		44%	6,0	9,9	149	131	3	104	258	3,3	27
Minimum		21%	4,4	3,7	72	103	-9	31	138	2,5	8
Maximum		80%	6,6	10,9	202	148	12	170	370	4,3	39
Bodenheu	12										
Mittelwert		85%	5,2	8,9	106	118	-2	81	301	3,3	21
Median		86%	5,1	8,8	90	115	-4	73	305	3,1	20
Minimum		82%	4,6	8,0	71	100	-5	47	260	2,1	12
Maximum		89%	5,6	9,4	160	135	4	124	353	4,6	35
Trocknungsheu	15										
Mittelwert		92%	5,8	9,8	131	134	-1	79	248	3,1	22
Median		92%	5,9	9,9	137	136	0	78	239	3,2	22
Minimum		86%	5,0	8,7	82	110	-5	54	214	1,8	17
Maximum		95%	6,1	10,3	178	151	4	98	321	4,0	27
Maissilagen	9										
Mittelwert		33%	6,8	11,2	76	133	-9	40	178	1,8	7
Median		35%	6,8	11,2	73	132	-9	40	177	1,8	7
Minimum		26%	6,6	10,9	69	130	-10	32	165	1,8	7
Maximum		37%	6,9	11,4	88	139	-8	52	192	1,8	7
GPS	6										
Mittelwert		54%	5,4	9,2	83	115	-5	69	274	3,0	15
Median		41%	5,5	9,4	98	120	-4	66	267	2,9	16
Minimum		20%	5,0	8,7	52	103	-8	57	226	2,8	12
Maximum		91%	5,7	9,7	100	123	-3	83	374	3,4	19

GPS Ernte und Einlagerung 4,2 m, 200 kW Selbstfahrer 14 (7,5) t, Dreiseitenkippanhänger, 67 kW, Radlader mit Leichtgutschaufel, 13,5 t, 105 kW 15t		1
Belüftungsheu bergen - Ladewagen 15 m ³ , 1,65 t, 37 kW Heugebläse mit Klapptrog, 5 t/h 2,5t AB 6,4	3	