



Zentrale Auswertung von Ökobilanzen landwirtschaftlicher Betriebe (ZA-ÖB)

Schlussbericht

Editoren

Jean-Louis Hersener, Ingenieurbüro HERSENER, Wiesendangen

Daniel U. Baumgartner, Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-
Tänikon ART, Zürich

Dunja Dux, Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART,
Ettenhausen



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches
Volkswirtschaftsdepartement EVD
Forschungsanstalt
Agroscope Reckenholz-Tänikon ART

Partner



Ökobilanzierungsstelle ÖBS

TSM Treuhand GmbH, Bern
& ArGe Natur und Landschaft, Hergiswil

Autoren

Jean-Louis Hersener (Projektleiter und Editor), Ingenieurbüro HERSENER, Wiesendangen

Daniel U. Baumgartner (Editor), Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Zürich

Dunja Dux (Editorin), Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Ettenhausen

Ueli Aeschbacher, ÖBS und TSM Treuhand GmbH, Bern

Martina Alig, Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Zürich

Silvio Blaser, Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Ettenhausen

Gérard Gaillard, Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Zürich

Marianne Glodé, ÖBS und TSM Treuhand GmbH, Bern

Pierrick Jan, Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Ettenhausen

Michael Jenni, ÖBS und TSM Treuhand GmbH, Bern

Johanna Mieleitner, Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Zürich

Georges Müller, ÖBS und ArGe Natur und Landschaft, Hergiswil

Thomas Nemecek, Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Zürich

Elisabeth Rötheli, Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Ettenhausen

Dierk Schmid, Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Ettenhausen

Die Schriftenreihe ist wie folgt zu zitieren:

Hersener et al., 2011. Zentrale Auswertung von Ökobilanzen landwirtschaftlicher Betriebe (ZA-ÖB). Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Zürich/Ettenhausen.

Ein Kapitel der Schriftenreihe ist wie folgt zu zitieren (Bsp: Kapitel 3.2):

Alig, M., Mieleitner, J. und Baumgartner, D., 2011. Umweltwirkungen der Milchproduktion. In: Hersener et al., 2011. Zentrale Auswertung von Ökobilanzen landwirtschaftlicher Betriebe (ZA-ÖB). Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Zürich/Ettenhausen.

Impressum

Herausgeberin	Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART Reckenholzstrasse 191, CH-8046 Zürich Telefon +41 (0)44 377 71 11, Fax +41 (0)44 377 72 01 info@agroscope.ch www.agroscope.ch
---------------	---

Grafik	Ursus Kaufmann, ART
--------	---------------------

Titelbild	Schwarzenburgerland; Foto Gabriela Brändle, ART
-----------	---

Copyright	2011 ART
-----------	----------

Das Projekt wurde im Auftrag des Bundesamtes für Landwirtschaft BLW, Bern, durchgeführt und von diesem mitfinanziert.

Inhalt

Abkürzungen	6
Vorwort	7
Zusammenfassung	8
Résumé	13
Summary	18
Danksagung	22
1. Einleitung.....	23
1.1 Ausgangslage und Ziele des Projektes	23
1.1.1 Ausgangslage	23
1.1.2 Ziele und Nutzen des Projekts.....	23
1.2 Projektorganisation	24
1.3 Literatur	25
2. Material und Methoden	26
2.1 Auswahl der Betriebe und Datenerhebung.....	26
2.1.1 Auswahlplan und Schichtung der Stichprobe.....	26
2.1.2 Rekrutierung der Betriebe und Datenerhebung	26
2.1.3 Grenzen bei der Rekrutierung und Auswahl der Betriebe	26
2.2 Betriebliche Ökobilanzierung.....	28
2.2.1 Ziel der betrieblichen Ökobilanzierung	28
2.2.2 Grundkonzept	29
2.2.3 Systemdefinition und -abgrenzung	30
2.2.4 Funktionen und funktionelle Einheit	32
2.2.5 Allokation und Zuweisung	33
2.2.6 Direkte Feld- und Hofemissionen	33
2.2.7 Betrachtete Ressourcen und Umweltwirkungen	34
2.2.8 Auswertungskonzept.....	34
2.3 Übersicht über den Arbeits- und Datenfluss	35
2.4 Beschreibung der eingesetzten Informatik-Infrastruktur	35
2.4.1 Software-Komponenten, Datenfluss und Schnittstellen	35
2.4.2 AGRO-TECH	37
2.4.3 SALCAprep	38
2.4.4 SALCAcalc	39
2.4.5 SALCAcheck	40
2.4.6 Datenübermittlung an die Zentrale Auswertung (ZAsend)	40
2.4.7 ZAprép	41
2.4.8 ZAreport	41
2.5 Ökoinventare	41
2.5.1 Arbeitsprozesse	41
2.5.2 Futtermittel	42
2.5.3 Landwirtschaftliche Gebäude	42

2.5.4	Hilfsstoffe	43
2.5.5	Tierzukäufe / Eigene Tiere abwesend	43
2.6	Vergleichsbetriebe	43
2.6.1	Auswahl der Vergleichsbetriebe	44
2.6.2	Definition der Produktionsinventare	45
2.6.3	Aggregation zum Gesamtbetrieb	45
2.7	Literatur	45
3.	Ergebnisse.....	49
3.1	Beschreibende Analyse der Umweltwirkungen von 105 Schweizer Landwirtschaftsbetrieben	49
3.1.1	Einleitung.....	49
3.1.2	Übersicht über die Daten und Methoden	49
3.1.3	Umweltwirkungen der Betriebe pro funktionelle Einheit.....	51
3.1.4	Umweltwirkungen der verschiedenen Betriebstypen	53
3.1.5	Umweltprofile über alle betrachteten Funktionen der Landwirtschaft.....	57
3.1.6	Handlungsfelder für die jeweiligen Betriebstypen	58
3.1.7	Umweltwirkungen nach Landbauformen (ÖLN/BIO) und Regionen (Tal/Hügel/Berg)	59
3.1.8	Diskussion	61
3.1.9	Schlussfolgerungen	62
3.1.10	Ausblick	62
3.1.11	Literatur	62
3.2	Umweltwirkung der Milchproduktion	64
3.2.1	Einleitung.....	64
3.2.2	Übersicht über die Gesamtstichprobe	64
3.2.4	Schlussfolgerungen	73
3.2.5	Literatur	74
3.3	Kombinierte ökonomisch-ökologische Analyse der Schweizer Landwirtschaftsbetriebe	75
3.3.1	Einleitung.....	75
3.3.2	Ökonomische und ökologische Merkmale	75
3.3.3	Methode	75
3.3.4	Übersicht über die Daten.....	76
3.3.5	Analyse der Gesamtstichprobe	77
3.3.6	Analyse des Betriebstyps Verkehrsmilch	81
3.3.7	Zusammenfassung und Schlussfolgerungen	84
3.3.8	Literatur	85
3.4	Ökoeffizienz-Analyse von Rindviehhaltungsbetrieben in der Bergregion	86
3.4.1	Einleitung.....	86
3.4.2	Material.....	86
3.4.3	Methode	88
3.4.4	Resultate	90

3.4.5	Interpretation und Schlussfolgerungen	93
3.4.6	Ausblick	97
3.4.7	Literatur	98
3.5	Kommunikation mit den Landwirten	100
3.5.1	Aufgaben der ÖBS	100
3.5.2	Einzelbetriebliche Rückmeldung BRM	100
3.5.3	Infoveranstaltungen	103
3.5.4	Weitere Kommunikationsmittel	104
3.5.5	Interpretation der Ergebnisse ZA-ÖB durch die Landwirte	104
3.5.6	Literatur	107
4.	Synthese	108
4.1	Synthese der Resultate	108
4.2	Projektnutzen bezüglich Methodik und Instrumente	108
4.3	Projektnutzen für Praxis und Beratung	108
4.4	Projektnutzen für die Forschung	109
4.5	Projektnutzen für Agrarpolitik	109
4.6	Handlungsbedarf	109
5.	Anhang	110
5.1	Projektorgane und ihre Mitglieder	110
5.2	Betriebstypologie	111
5.3	Zentrale Auswertung von Buchhaltungsdaten	111
5.4	Geplanter Auswahlplan und Schichtung der Stichprobe	111
5.5	Definition ausgewählter ökonomischer Kennzahlen	112
5.5.1	Literatur	113
5.6	Allokation und Zuweisung	113
5.7	Ökoinventare	115
5.7.1	Futtermittel	115
5.7.2	Landwirtschaftliche Gebäude	118
5.7.3	Tierzukäufe / Eigene Tiere abwesend	120
5.8	Genaue Beschreibung der Definition der Modellbetriebe	120
5.8.1	Definition der Flächen- und Tierbestände	120
5.8.2	Produktionsinventare der einzelnen Kulturen und Tierarten	122
5.8.3	Literatur	140
5.9	Statistische Methoden	141
5.9.1	Boxplot	141
5.9.2	Statistische Tests	141
5.9.3	Literatur	141
5.10	Ökonomisch-ökologische Analysen	142
5.11	Abbildungs- und Tabellenverzeichnis	144

Abkürzungen

a	Jahr
ACW	Forschungsanstalt Agroscope Changins-Wädenswil ACW
AEP	Aquatic Ecotoxicity Points
AGRO-TECH	Betriebssoftware (© AGRIDEA)
ALP	Forschungsanstalt Agroscope Liebefeld-Posieux ALP
Äq.	Äquivalente
ART	Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART
ATox	Aquatische Ökotoxizität CML (2001)
BAFU	Bundesamt für Umwelt
BFS	Bundesamt für Statistik
BLW	Bundesamt für Landwirtschaft
BRM	Betriebsrückmeldung pro Einzelbetrieb
CHF	Schweizer Franken
CML	Centrum voor Milieukunde Universiteit Leiden (jetzt Institute of Environmental Sciences Leiden University)
EB	Bedarf an nicht erneuerbaren Energieressourcen (fossil und nuklear); kurz: Energiebedarf
EuP	Eutrophierungspotenzial (EDIP 97)
FiBL	Forschungsinstitut für biologischen Landbau
FJAE	Familienjahresarbeitseinheit
GVE	Grossvieheinheit
ha	Hektare
IBH	Ingenieurbüro HERSENER
JAE	Jahresarbeitseinheit
KOLAS	Koordination der Landwirtschaftsämter der Schweiz
KVU	Konferenz der Vorsteher der Umweltschutzämter der Schweiz
LCA	Life Cycle Assessment (engl. für Ökobilanzen)
LN	Landwirtschaftliche Nutzfläche
OA	Offene Ackerfläche
ÖBS	Ökobilanzierungsstelle
ÖLN	Ökologischer Leistungsnachweis
PG	Produktgruppe
POL	Projektoberleitung
PSM	Pflanzenschutzmittel
RL	Rohleistung
SALCA	Swiss Agricultural Life Cycle Assessment (Ökobilanzmethode)
SATV	Schweizerischer Agro Treuhänder Verband
SBV	Schweizerischer Bauernverband
TEP	Terrestrial Ecotoxicity Points
THP	Treibhauspotenzial 100 Jahre
THS	Treuhandstelle(n)
TTox	Terrestrische Ökotoxizität CML (2001)
VE	Verdauliche Energie
ZA	Zentrale Auswertung ART
ZA-AUI	Zentrale Auswertung von Agrar-Umweltindikatoren
ZA-BH	Zentrale Auswertung von Buchhaltungsdaten
ZA-ÖB	Zentrale Auswertung von Ökobilanzen landwirtschaftlicher Betriebe

Vorwort

Mit dem vorliegenden Bericht findet ein grosses, ehrgeiziges und einzigartiges Projekt seinen vorläufigen Abschluss. Im Oktober 1998 beschloss die Geschäftsleitung des Bundesamtes für Landwirtschaft BLW die Durchführung der ersten Phase des Projekts «Zentrale Auswertung und Ökobilanzierung» (ZA-ÖB). Wichtige Aufgaben waren die Ausarbeitung eines Konzepts zur rationellen Berechnung von Ökobilanzen im Rahmen der Zentralen Auswertung der Buchhaltungen und die Bereitstellung von betrieblichen Ökobilanzen auf rund 50 Testbetrieben.

Die erzielten Ergebnisse waren ermutigend. Im Januar 2001 beschloss das BLW deshalb den Start der zweiten Phase des Projekts unter dem Namen «Zentrale Auswertung von Ökobilanzen landwirtschaftlicher Betriebe». Auf der Basis von rund 300 Betrieben sollte ab Mitte 2003 eine zentrale Auswertung von einzelbetrieblichen Ökobilanzen aufgebaut werden. Das Projekt ZA-ÖB sollte die Voraussetzungen schaffen zur Beurteilung von Betriebstypen und Regionen. Als besondere Stärke des Projekts wurde hervorgehoben, dass die ökologischen Daten mit den Buchhaltungsdaten aus der Zentralen Auswertung verknüpft werden können. Die datenliefernden Landwirtinnen und Landwirte sollten von ihrer Teilnahme profitieren, indem sie eine individuelle Rückmeldung erhalten, die ihnen ihr Potenzial zu ökologischen Verbesserungen auf ihrem Betrieb aufzeigt und ihre Resultate mit Betrieben ähnlicher Produktionsstruktur vergleicht.

Der Hauptnutzen des Projekts wurde darin gesehen, frühzeitig Kenntnisse über die Stärken und Schwächen der schweizerischen Landwirtschaft sowie über die Zusammenhänge von ökonomischen und ökologischen Erfolgsfaktoren zu gewinnen und sie als Entscheidungsgrundlage für die Weiterentwicklung der Agrarpolitik zu nutzen. Von Beginn weg war klar, dass es sich um ein sehr anspruchsvolles Projekt handelt, müssen doch zur Berechnung einer Ökobilanz äusserst detaillierte Angaben zu den Betrieben vorliegen.

Heute können wir die Früchte einer anspruchsvollen Zusammenarbeit unterschiedlichster Akteurinnen und Akteure über mehrere Jahre ernten. Auch wenn nicht alle Ziele des Projekts in vollem Umfang erreicht werden konnten – insbesondere wurde die angestrebte Zahl von 300 Betrieben verfehlt – können alle, die zum Gelingen des Projekts beigetragen haben, stolz auf das Erreichte sein. Die Fülle an Informationen, die von den beteiligten Betrieben gewonnen wurde, ist ein äusserst kostbarer Schatz, dessen Wert man nicht hoch genug einschätzen kann. Die Auswertungen, die im vorliegenden Bericht vorgestellt werden, sind sehr spannend und wecken den Wunsch, noch viel mehr in die Tiefe zu gehen. Dies gilt insbesondere auch für die kombinierte Auswertung ökologischer und ökonomischer Daten. Dieser Datenschatz wird noch über Jahre in der Forschung, für die Weiterentwicklung

der Agrarpolitik und zur Beantwortung spezifischer Fragen der Landwirtinnen und Landwirte genutzt werden können.

Zu den erfreulichsten Ergebnissen dieser grossen Arbeit gehört zweifelsohne die Erkenntnis, dass Betriebe, die ökologisch sehr gut abschneiden, auch ökonomisch erfolgreich sein können. Solche Kenntnisse sind für die Ausgestaltung der Politik einer nachhaltigen Landwirtschaft von eminenter Bedeutung. Eindrücklich sind auch die Unterschiede der Umweltwirkungen von einem Betrieb zum andern, die sich sowohl in der Betrachtung pro Produktionseinheit als auch in der Betrachtung pro finanziellem Ertrag zeigen. Die Daten zeigen, dass der einzelne Landwirt durchaus einen Handlungsspielraum hat, um die Umweltwirkungen seines Betriebes zu optimieren. Hier eröffnen sich auch der Beratung Möglichkeiten.

Das Agrarumweltmonitoring, das im Jahr 2009 unter dem Namen «Zentrale Auswertung – Agrarumweltindikatoren» (ZA-AUI) mit Erhebungen auf 300 Betrieben gestartet ist, konnte von den wertvollen Erfahrungen im Rahmen von ZA-ÖB unter anderem bei der Sammlung, dem Transfer und der Auswertung von Daten profitieren. Bei ZA-AUI werden jedoch nur noch Daten erhoben, die der Betrieb im Rahmen des ökologischen Leistungsnachweises und der Tierarzneimittelverordnung ohnehin erheben muss. So kann der Aufwand zur Erhebung der Daten bei den Landwirten im Vergleich zu ZA-ÖB deutlich reduziert werden.

All diese Erkenntnisse sind nur möglich, weil alle Beteiligten, die Mitarbeitenden der Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART und der Ökobilanzierungsstelle (TSM Treuhand GmbH und ARGE Natur und Landschaft), die Projektleitung vom Ingenieurbüro HERSENER, die Treuhandstellen, die landwirtschaftliche Beratung und viele mehr, über Jahre einen besonderen Effort zum Gelingen erbracht haben.

Einen ganz besonderen Dank haben die über hundert Landwirtinnen und Landwirte verdient, die drei Jahre lang die anspruchsvolle und zeitaufwändige Arbeit der Datensammlung geleistet haben.

Wir freuen uns, Ihnen einen spannenden, zukunftsweisen Bericht über die Ökobilanzierung landwirtschaftlicher Betriebe vorlegen zu können.

Dominique Kohli
Vizedirektor
Bundesamt für Landwirtschaft BLW

Paul Steffen
Direktor
Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART

Zusammenfassung

Das Projekt «Zentrale Auswertung von Ökobilanzen landwirtschaftlicher Betriebe» (ZA-ÖB) ist eingebettet in einen politischen Rahmen, der immer noch aktuell ist: Zum einen hat die schweizerische Agrarpolitik seit ihrer Reform 1993 die Sicherung einer wettbewerbsfähigen und nachhaltigen Landwirtschaft zum Ziel. Das Bundesamt für Landwirtschaft BLW ist dabei bestrebt, die Eigenverantwortung der Landwirtinnen und Landwirte zu fördern. Sie sollen sich nicht nur an Grenzwerten orientieren, sondern am erwünschten Zustand. Zum anderen verabschiedete der Bundesrat im Frühjahr 2002 seine «Strategie 2002» für eine nachhaltige Entwicklung. Eine der Massnahmen war die Einführung einer Integrierten Produktpolitik (IPP). Durch die Berücksichtigung der Prinzipien der IPP sollten in den betroffenen Politikbereichen Produkte gefördert werden, welche über ihren gesamten Lebensweg wirtschaftlich, ökologisch und sozial hohen Anforderungen genügen. Für den Bereich Landwirtschaft sollte anhand von Ökobilanzen die ökologische Auswirkung der Produktion von Nahrungsmitteln beurteilt und mit ökonomischen Daten verknüpft werden, um sowohl die ökonomische wie auch die ökologische Dimension der Nachhaltigkeit einzubeziehen.

Vor diesem Hintergrund beschloss das BLW im Jahr 2001 den Start des Projekts ZA-ÖB. Zwei strategische Ziele wurden dabei verfolgt:

- i) die Förderung der Eigenverantwortung der Landwirtinnen und Landwirte im Bereich Ökologie, die auf der Basis von Indikatoren der Betriebsleitung erlauben soll, eine ökologische Optimierung des Betriebs durchzuführen und sich mit anderen Betrieben vergleichen zu können;
- ii) die Ermittlung der potenziellen Umweltwirkungen der Schweizer Landwirtschaftsbetriebe. Durch die Wahl einer geeigneten Methodik und aussagekräftiger Indikatoren sollen ökologische Auswertungen von Betriebstypen, Landbauformen und Produkten durchgeführt werden.

Ursprünglich war geplant, das Projekt ZA-ÖB in einen Dauerbetrieb überzuführen, um die ökologische Entwicklung der Betriebe sichtbar zu machen. Die Idee eines Monitorings mit Hilfe von einzelbetrieblichen Ökobilanzen wurde jedoch zugunsten eines breiteren Agrarumweltmonitorings wieder aufgegeben. Das Projekt ZA-ÖB lieferte jedoch wertvolle Erfahrungen, auf die beim Aufbau des Agrarumweltmonitorings zurückgegriffen werden konnte.

Operativ am Projekt beteiligt waren das Ingenieurbüro HERSENER (Projektleitung), die Forschungsgruppen Ökobilanzen und Betriebswirtschaft der Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART sowie die Ökobilanzierungsstelle ÖBS (ein Zusammenschluss der TSM Treuhand GmbH und der ArGe Natur und Landschaft). Strate-

gisch begleitet wurde das Projekt von einer Projektoberleitung unter der Führung von ART, einem Beirat mit den wichtigsten Interessenvertretern aus der Landwirtschaft und einer Begleitgruppe mit Vertretern aus verschiedenen Institutionen aus den Bereichen Landwirtschaft, Forschung und Umwelt. Das Projekt wurde 2011 abgeschlossen.

Zur Erreichung der Projektziele waren sowohl konzeptionelle, methodische und informationstechnische als auch organisatorische Entwicklungen nötig. Für die Berechnung der betrieblichen Ökobilanz wurde die gemäss ISO 14040 von ART entwickelte Methode «SALCA-Betrieb» verwendet. Die untersuchte Einheit war der Landwirtschaftsbetrieb (ohne Wohngebäude, Hofladen, Verarbeitungsanlagen, Agrotourismus und Wald). Alle Vorleistungen (Düngerproduktion, Energiebereitstellung etc.) wurden mitberücksichtigt. Auf der Output-Seite war die Systemgrenze das Hoftor. Um der Multifunktionalität der Schweizer Landwirtschaft gerecht zu werden, wurden die Umweltwirkungen in Bezug auf drei Funktionen betrachtet: i) die Funktion der Landbewirtschaftung (Nutzung und Erhaltung des Kulturlandes), ii) die produktive Funktion (Produktion und Versorgung mit Nahrungsmitteln) sowie iii) die finanzielle Funktion (Sicherung eines befriedigenden Erlöses). Entsprechend dieser drei Funktionen wurden die erhobenen Umweltwirkungen pro Hektar landwirtschaftliche Nutzfläche (LN) und Jahr, pro Megajoule (MJ) produzierte verdauliche Energie und pro Franken Rohleistung betrachtet. Die Betriebe wurden zudem in 14 Produktgruppen aufgeteilt, so dass Auswertungen nicht nur auf der Ebene Betrieb, sondern auch auf Stufe Produkt erfolgen konnten.

Ein zentraler Aspekt des Projekts war die Verknüpfung von ökologischen und ökonomischen Daten. Zu diesem Zweck warb die ÖBS für den Aufbau des Betriebsnetzes ausschliesslich Betriebe aus dem Betriebsnetz der Zentralen Auswertung von Buchhaltungsdaten (ZA-BH) von ART an. Somit war gewährleistet, dass für alle Betriebe nebst dem ökologischen Datensatz aus der Ökobilanzberechnung ein umfangreicher Satz an Buchhaltungsdaten vorlag. Um ein für die Schweizer Landwirtschaft möglichst repräsentatives Betriebsnetz aufzubauen, wurde ein Auswahlplan für die Betriebe entworfen, welcher die Merkmale Betriebstyp (nach FAT99), Landbauform (ÖLN, Bio) und Region (Tal, Hügel, Berg) berücksichtigt.

Die teilnehmenden Landwirte erfassten die Daten eigenständig mit der Betriebssoftware AGRO-TECH (© AGRIDEA & SBV) mit Unterstützung der Treuhandstellen, des Schweizerischen Agrotreuhanderverbandes SATV oder der ÖBS. Anschliessend übertrug die Datenextraktionssoftware SALCAprep die benötigten Daten in das Produktionsinventar. Hierbei wurden verschiedene Berechnungen und Plausibilisierungen durchgeführt. Auf der Basis des Produktionsinventars berechnete anschliessend SALCAcalc (basie-

rend auf der Ökobilanzsoftware TEAM, © ECOBILAN) die Ökobilanz. Die für die Ökobilanzberechnung benötigten Ökoinventare stammten aus der SALCA- respektive der ecoinvent-Datenbank oder wurden für das Projekt neu erstellt. SALCAcheck diente zur Plausibilisierung der Ergebnisse und der Überschiebung in ein Exportformat. Vor dem Zusammenführen der Ökobilanz- und der Buchhaltungsdaten überprüfte die ÖBS mittels eines spezifischen Online-Plausibilisierungstests die Konsistenz der Daten und übermittelte diese anschliessend an die Zentrale Auswertung der ART (ZAsend). Zwei weitere Software-Werkzeuge, ZAprep und ZAreport, erlaubten das Einlesen in die Datenbank der Zentralen Auswertung (ZA) sowie die Erstellung von Datenauszügen sowohl für einzelbetriebliche Auswertungen als auch für Analysen des gesamten Datensatzes. Die erwähnten Software-Werkzeuge wurden im Rahmen des Projekts ZA-ÖB entwickelt. Die Berechnungen wurden für maximal 113 Landwirtschaftsbetriebe für die Betriebsjahre 2006 (59 Betriebe), 2007 (113 Betriebe) und 2008 (106 Betriebe) durchgeführt.

Damit sich die Betriebe mit ähnlichen Betrieben vergleichen konnten, wurden im Projekt ZA-ÖB sogenannte Vergleichsbetriebe berechnet. Diese wurden auf der Grundlage von statistischen Daten, Praxiserhebungen und Expertenwissen erstellt und bilden, unterteilt nach Landbauform und Region, alle wichtigen Betriebstypen der Schweiz ab.

Entsprechend den beiden Hauptzielen fanden Auswertungen auf zwei Stufen statt: i) einzelbetriebliche Auswertungen für jeden teilnehmenden Betrieb; ii) statistische Analysen über den gesamten Datensatz.

Einzelbetriebliche Rückmeldung

Sobald die Berechnungen eines Erfassungsjahres abgeschlossen waren, wurde jedem Projektteilnehmer eine individuelle, betriebliche Rückmeldung (BRM) zugestellt. Die BRM diente dazu, dem Landwirt die Stärken und Schwächen seines Betriebes in Bezug auf dessen Umweltwirkungen aufzuzeigen und sollte ihm als Management-Instrument dienen. In der BRM wurden die Ergebnisse der Ökobilanz in verschiedenen Graphiken dargestellt. Die Interpretation der Ökobilanzresultate nahmen die Landwirte weitgehend selbst vor. Als Hilfestellung wurden schriftliche Erläuterungen, ein regelmässiger Newsletter und eine Telefon-Hotline angeboten. Dazu hatten die Betriebsleitenden die Möglichkeit, an den von der ÖBS organisierten Infoveranstaltungen Fragen zur eigenen Ökobilanz zu stellen und die Ökobilanzergebnisse ihres Betriebes mit Fachleuten und anderen Betriebsleitenden zu diskutieren.

Zentral in der Betriebsrückmeldung war die Gegenüberstellung des untersuchten Betriebs zum oben erwähnten Vergleichsbetrieb. In einer Übersicht wurden die fünf aus-

gewählten Umweltwirkungen (Energiebedarf, Treibhauspotenzial, Eutrophierungspotenzial, Terrestrische und Aquatische Ökotoxizität) relativ zum Vergleichsbetrieb dargestellt. Neben den Umweltwirkungen wurden auch die verdauliche Energie in MJ pro Hektar und Jahr sowie die Rohleistung in Franken pro Hektar und Jahr ausgewiesen und relativ zu den Werten des Vergleichsbetriebes dargestellt. Anschliessend wurden die Umweltwirkungen aufgeteilt auf die Produktionsmittel sowie auf die wichtigsten Produktgruppen des Betriebes gezeigt. Schliesslich stellte ein Vergleich der Resultate des eigenen Betriebs mit den anonymisierten Ergebnissen der anderen Projektteilnehmer mit gleichem Betriebstyp die Ökobilanzergebnisse im Kontext dar.

Die Interpretation der Ökobilanzergebnisse stellte hohe Anforderungen an die Betriebsleiter, da die Methode der Ökobilanzierung noch nicht geläufig und ihr Einsatz als Management-Instrument für Landwirtschaftsbetriebe nicht erprobt war. Die Verknüpfung von Umweltwirkungen mit Wirtschaftlichkeit und Produktivität hat die Projektteilnehmenden jedoch auf die gegenseitigen Beziehungen und Abhängigkeiten dieser Bezugsgrössen sensibilisiert. Besonders geschätzt wurde der Betriebsvergleich mit der Positionierung des eigenen Betriebes.

Gesamtauswertung mit Fokus auf die Betriebstypen

Als erste statistische Gesamtauswertung wurde eine Analyse des Datensatzes von ZA-ÖB auf Stufe Betrieb für die verschiedenen Umweltwirkungen in den verschiedenen funktionellen Einheiten vorgenommen. Ziel war es, eine bessere Kenntnis der Umweltwirkungen der schweizerischen Landwirtschaftsbetriebe zu erhalten. Damit können Stossrichtungen für das Umweltmanagement der schweizerischen Landwirtschaft ermittelt werden bezüglich der einzelnen Betriebstypen sowie der wichtigsten Einflussfaktoren. Für diese Analyse wurden die 105 Datensätze des Jahres 2008 verwendet.

Die Variabilität der untersuchten Betriebe war gross. Bei der Auswertung pro ha LN lag zwischen dem Betrieb mit dem geringsten und jenem mit dem höchsten Energiebedarf ein Faktor 22. Beim Treibhauspotenzial, Eutrophierungspotenzial und bei der terrestrischen Ökotoxizität umfasste die Spannweite einen Faktor 19, 13, beziehungsweise 106. Am Beispiel des Energiebedarfs pro ha LN zeigte sich, dass die Variabilität zwischen den Medianen der Betriebstypen geringer war, als jene innerhalb eines Betriebstyps. Bei der Betrachtung pro MJ verdauliche Energie konnte festgestellt werden, dass der Typ 'Ackerbau' der einzige war, bei dem der Einsatz an nicht-erneuerbarer Energie tiefer war als die erzeugte Nahrungsenergie. Für die Ermittlung des Handlungsbedarfs wurden Umweltprofile entwickelt. Diese zeigen pro Betriebstyp auf, in welchem Managementbereich (Ressourcen, Nährstoffe oder Schadstoffe) Handlungsbedarf besteht, zum

Beispiel beim Typ «Ackerbau» in den Bereichen Nährstoff- und Schadstoffmanagement. Aufgrund dieser Analysen konnten Optionen zur Verbesserung der Umweltleistung bei den häufigsten Betriebstypen abgeleitet werden.

Als Schlussfolgerung für die Auswertung der Gesamtstichprobe auf Stufe Betrieb kann festgehalten werden, dass es eine grosse Variabilität zwischen und innerhalb der Betriebstypen gab, was auf ein vorhandenes Optimierungspotenzial hinweist. Dabei wurde deutlich, dass eine Optimierung über alle drei untersuchten Funktionen (Landbewirtschaftung, produktive und finanzielle Funktion) anspruchsvoll ist, denn es sind meistens Spannungsfelder vorhanden, vor allem zwischen den Zielen einer schonenden Bewirtschaftung mit gleichzeitig hohem Output. Über die in der Stichprobe häufig vorkommenden Betriebstypen betrachtet, hat sich gezeigt, dass die Inputgruppen «Energieträger» sowie «Düngung, Nährstoffe» eine grosse Streuung und damit auch ein grosses Optimierungspotenzial aufweisen. Bei den Typen, welche tierische Produkte erzeugen, kommen die Inputgruppen «zugekaufte Futtermittel» und «zugekaufte Tiere» sowie «Tieremissionen» dazu. Da die Massnahmen auf die jeweilige Betriebssituation abgestimmt werden sollten und daher von Betrieb zu Betrieb verschieden ausfallen, ist eine Optimierung im Umweltmanagement am besten durch eine individuelle Analyse des jeweiligen Betriebs zu erreichen.

Umweltwirkungen auf Produktstufe am Beispiel Milch

Die Analyse von Umweltwirkungen auf Produktstufe wurde anhand des Produktes Milch, dem Hauptprodukt der Schweizer Landwirtschaft, vorgenommen. Dazu wurden alle ZA-ÖB-Betriebe, welche Milch produzierten, untersucht (2006: 36; 2007: 74; 2008: 69 Betriebe). Über die drei Erhebungsjahre waren sich die Resultate in den betrachteten Umweltwirkungen sehr ähnlich. Für die Produktion von einem Kilogramm Milch wurden im Durchschnitt rund 5 MJ-Äquivalente an nicht-erneuerbaren Energieträgern eingesetzt. Das Treibhauspotenzial belief sich auf 1,3 kg CO₂-Äquivalente pro kg Milch, und das Eutrophierungspotenzial lag bei rund 14 g N-Äquivalenten pro kg Milch. Dazu verursachte ein Kilogramm Milch eine terrestrische Ökotoxizität (CML) von 0,0013 TEP (Terrestrial Ecotoxicity Points) und eine Aquatische Ökotoxizität (CML) von 0,020 AEP (Aquatic Ecotoxicity Points).

Zwischen den einzelnen Betrieben gab es aber eine sehr grosse Variabilität in den Umweltwirkungen pro kg Milch – selbst wenn man nur eine reduzierte Stichprobe aus den Mittelwerten der Jahre 2007 und 2008 betrachtet (66 Betriebe). Zwischen Milch, welche nach Biorichtlinien produziert wurde, und Milch, welche von ÖLN-Betrieben stammte, gab es einzig bezüglich Ökotoxizität Unterschiede. Dabei schnitt die Biomilch signifikant besser ab. Beim Energiebedarf und dem Treibhauspotenzial pro kg Milch stiegen der Median aller Betriebe und die Streuung

pro Region mit der Höhenstufe an. Milch aus der Bergregion hatte einen signifikant höheren Energiebedarf und ein signifikant höheres Treibhauspotenzial als Milch aus der Talregion. Bei den übrigen Umweltwirkungen liessen sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Regionen erkennen. Auch die produzierte Menge an Milch eines Betriebes hatte einen gewissen Einfluss auf den Energiebedarf und das Treibhauspotenzial pro kg Milch. Betriebe mit einer hohen produzierten Milchmenge hatten tendenziell einen tieferen Energiebedarf und ein kleineres Treibhauspotenzial, wobei beim Energiebedarf vor allem die Anzahl Milchkühe auf dem Betrieb entscheidend war, während beim Treibhauspotenzial die Milchleistung einen grösseren Einfluss hatte. Die tiefen Werte des Bestimmtheitsmasses R² der jeweiligen Regression (zwischen 0,17 für Energiebedarf vs. Milchmenge und 0,33 für Treibhauspotenzial vs. Milchleistung) bedeuten jedoch, dass nur ein geringer Teil der beobachteten Steigung durch das Regressionsmodell erklärt wird und somit noch andere Einflussfaktoren vorhanden sind.

Die zentralen Inputfaktoren für die Umweltwirkungen der Milchproduktion waren der Futtermittelzukauf, die Tieremissionen, die Düngung/Nährstoffe und die Energieträger. Obwohl sich diese Faktoren gegenseitig beeinflussten, war es für einzelne Betriebe möglich, bei allen Umweltwirkungen gut abzuschneiden. Die Gründe für gute bzw. schlechte Resultate waren jedoch je nach Betrieb verschieden und konnten nur in einzelbetrieblichen Analysen identifiziert werden. Für eine Optimierung der Umweltwirkung der Milchproduktion muss deshalb in einzelbetrieblichen Analysen betriebspezifisch jeweils das der Situation angepasste Optimum gefunden werden. Mit wiederholten, individuellen Ökobilanzierungen könnte die Umweltwirkung der Milchproduktion Schritt für Schritt verbessert werden.

Kombiniert ökologisch-ökonomische Auswertung

Ein wichtiger Teil des Projekts war die Untersuchung der Zusammenhänge zwischen ökonomischem und ökologischem Erfolg der landwirtschaftlichen Betriebe. Bei einer kombiniert ökologisch-ökonomischen Analyse hat sich gezeigt, dass die Wahl der ökonomischen und ökologischen Merkmale sowie die Wahl der Bezugsgrössen entscheidend sind. Die Ergebnisse hingen stark von den gewählten Merkmalen und Bezugsgrössen ab. Um ein möglichst umfangreiches Bild zu bekommen, wurden hier verschiedene Merkmale und Bezugsgrössen betrachtet.

Als ökonomische Kennzahl wurde der Arbeitsverdienst je Familienarbeitskraft verwendet. Für die Auswertung wurden die Daten des Jahres 2008 verwendet (105 Betriebe). Bei den untersuchten Betrieben gab es keinen Zusammenhang und somit keinen Zielkonflikt (Trade-off) zwischen Ökonomie und Ökologie. Insgesamt zeigte sich vielmehr eine grosse Variabilität sowohl beim Arbeitsverdienst je

Familienarbeitskraft als auch bei den Umweltwirkungen. Es gab Betriebe, die sowohl ökologisch als auch ökonomisch erfolgreich waren. Andererseits gab es auch Betriebe, die ökonomisch und ökologisch ungünstig abschnitten sowie Betriebe, welche jeweils in einem dieser Bereiche günstig und im anderen ungünstig waren. Die Verteilung der Betriebe auf die vier Gruppen (ökonomisch und ökologisch jeweils günstig und ungünstig) war abhängig von der berücksichtigten funktionellen Einheit. Es scheint daher sinnvoll, alle drei funktionellen Einheiten anzuschauen oder die funktionelle Einheit je nach Fragestellung gezielt auszuwählen.

Aber auch innerhalb der einzelnen Betriebstypen waren grosse Unterschiede zwischen den einzelnen Betrieben zu erkennen. Die Analyse der Unterschiede innerhalb eines Betriebstyps zeigte das Optimierungspotenzial auf, das die einzelnen Betriebe haben, um ihren ökonomischen und ökologischen Erfolg zu verbessern. Die entsprechende Analyse am Beispiel des Betriebstyps Verkehrsmilch zeigte jedoch eine grosse Variabilität der Einflussfaktoren. Zur Optimierung sind daher auch hier einzelbetriebliche Analysen nötig.

Fallstudie Ökoeffizienz-Analyse am Beispiel von Rindviehhaltungsbetrieben in der Bergregion

Ziel der Analyse von Rindviehhaltungsbetrieben in der Bergregion war es, aus einer Gruppe von ähnlichen Betrieben abzuleiten, was aus umweltökonomischer Sicht eine gute Betriebsführung definiert. Es ging darum, eine geeignete Methode zu entwickeln, welche die beiden Komponenten Ökonomie und Ökologie gleichberechtigt einbezieht und die Unterschiede der Datensätze in den Systemgrenzen so gut als möglich berücksichtigt. Diese Methode wurde am Beispiel von 20 Betrieben der Bergregion mit bedeutendem Anteil an Rindvieh angewendet. Auf der Basis des Ökoeffizienz-Ansatzes wurde als Kennzahl für die Ökologie der normalisierte Mittelwert der drei Umweltwirkungen Energiebedarf, Eutrophierungspotenzial und terrestrische Ökotoxizität pro Franken Rohleistung verwendet. Als ökonomische Kennzahl stand der Arbeitsverdienst je Familienarbeitskraft. Die Daten der Betriebe wurden in einem zweidimensionalen Diagramm aufgetragen, und es wurden zwei Gruppen gebildet. In der Gruppe I befanden sich die Betriebe mit mittelmässiger Ökoeffizienz und schlechter ökonomischer Effizienz. Gruppe II wurde charakterisiert durch Betriebe mit guter ökonomischer und ökologischer Effizienz.

Als Schlussfolgerung aus der vorliegenden Fallstudie konnte zusammengefasst werden, wie sich ein Rindviehalter in der Bergregion ausrichten sollte, damit er sich in der ökologisch-ökonomisch nachhaltigen Gruppe II positionieren kann. Der Betrieb sollte:

- grösser sein als der Durchschnitt der Betriebe in der Bergregion,

- die Landwirtschaft im Zu- oder Vollerwerb betreiben,
- die Verkehrsmilchproduktion als Hauptbetriebszweig betreiben oder sich ohne Milchproduktion auf eine andere Produktgruppe konzentrieren
- die Fremdkosten optimieren (Bereich Sachkosten Tierhaltung, Sachstrukturkosten),
- den Verbrauch der Energieträger optimieren,
- zugeführte Futtermittel bewusst einsetzen.

Bei den Gruppenvergleichen stand mit je sechs Betrieben nur ein kleiner Stichprobenumfang zur Verfügung. Dies führte dazu, dass nur wenige statistische Analysen möglich und auch diese in ihrer Aussagekraft zum Teil eingeschränkt waren.

Schlussfolgerungen und Ausblick

In der grossen Variabilität der Ökobilanzergebnisse spiegelt sich die Vielfältigkeit der Schweizer Landwirtschaft wider. Dieses Ergebnis deutet aber auch auf vorhandenes Optimierungspotenzial hin. Aufgrund der Vielfältigkeit der Schweizer Landwirtschaft ist es jedoch schwierig und wenig sinnvoll, allgemein gültige Empfehlungen zu formulieren. Vielmehr sollte versucht werden, innerhalb einzelner Betriebstypen die ökologischen Schwachpunkte zu eliminieren oder besser noch durch individuelle einzelbetriebliche Analysen gezielte Verbesserungen auf dem einzelnen Betrieb zu erreichen, welche in der Summe zu einer besseren Umweltleistung der gesamten schweizerischen Landwirtschaft führen werden. Eine Optimierung der Umweltwirkung über alle drei Funktionen, nämlich Landbewirtschaftung, Produktion von Nahrungsmitteln und Erzielung eines befriedigenden Erlöses, bleibt herausfordernd.

Die im Projekt entwickelten Softwareapplikationen und Methoden sind nicht nur Basis für künftige Forschungsarbeiten, sondern eignen sich auch für weitergehende Einsätze wie zum Beispiel die Beratung von Grossverteilern oder Branchenorganisationen. Ein Konsortium der aktuellen Projektauftragnehmer wird diese Projektidee (ecobil.ch) konkret weiterverfolgen.

Die im Projekt ZA-ÖB erfolgten Arbeiten stellen einen ersten Schritt zur Entwicklung eines praxistauglichen Umweltmanagementsystems für die Landwirtschaft gemäss ISO 14000 dar. Eine weitere Vereinfachung der entwickelten Instrumente ist jedoch wünschenswert. Insbesondere der hohe Bedarf an detaillierten Daten führte zu einem grossen Aufwand auf Seiten der Landwirte, hier ist eine reduzierte Datenerhebung gefordert. Dazu ist für die Weiterbildung der Landwirtinnen und Landwirte sowie der Beratung zu sorgen, um das Verständnis für die Entstehung der Umweltwirkungen im Allgemeinen sowie für die Umweltleistung des Betriebes im Besonderen zu fördern. Die Sensibilisierung und Ausbildungsangebote für Praxis und Beratung sowie der Aufbau eines Umweltmanagement-

systems stellen denn auch den unmittelbaren Handlungsbedarf dar. Weiterer Handlungsbedarf liegt mit einer vertieften Auswertung der Daten bei der Forschung. Aus Sicht der Agrarpolitik hat das Projekt gezeigt, dass die Umsetzung ökologischer Ziele mittels Eigenverantwortung der Landwirtinnen und Landwirte einen wichtigen Ansatz darstellt; die grosse Streuung der Resultate zwischen den Betrieben zeigt Verbesserungspotenzial auf. Dabei konnte kein Zielkonflikt zwischen Ökologie und Ökonomie festgestellt werden. Durch die kontinuierliche Optimierung von Einzelbetrieben ist eine Verbesserung der Umweltleistung im gesamten Sektor realisierbar.

Résumé

Le projet «Dépouillement centralisé des bilans écologiques des exploitations agricoles» (DC-BE) s'inscrit dans un cadre politique encore actuel aujourd'hui: d'une part, la politique agricole suisse a pour but, depuis sa réforme en 1993, de garantir l'existence d'une agriculture compétitive et durable. A ce titre, l'Office fédéral de l'agriculture (OFAG) s'efforce d'encourager l'auto-responsabilisation des agriculteurs: Ces derniers ne doivent pas seulement avoir en vue les valeurs limites, mais également le résultat souhaité. D'autre part, le Conseil fédéral a adopté au printemps 2002 sa «stratégie 2002» pour un développement durable. L'une des mesures de cette stratégie était l'introduction d'une politique intégrée des produits (PIP). La prise en compte des principes de la PIP avait pour but, dans les domaines politiques concernés, de promouvoir des produits qui répondent à des exigences économiques, écologiques et sociales élevées tout au long de leur cycle de vie. Dans le domaine de l'agriculture, les analyses de cycle de vie (ACV; aussi bilans écologiques) doivent permettre d'évaluer l'impact environnemental de la production de denrées alimentaires et de l'associer à des données économiques, afin d'intégrer ces deux dimensions clefs de la durabilité.

C'est dans ce contexte que l'OFAG a décidé en 2001 de lancer le projet DC-BE, avec deux objectifs stratégiques à la base:

- i) encourager l'auto-responsabilisation des agriculteurs dans le domaine de l'écologie, afin que, sur la base d'indicateurs, ceux-ci soient en mesure d'optimiser leur exploitation sur le plan écologique et puissent la comparer avec d'autres exploitations;
- ii) calculer les impacts environnementaux potentiels des exploitations agricoles suisses. Le choix d'une méthode appropriée et d'indicateurs pertinents doit permettre l'évaluation environnementale des types d'exploitation, des modes de production et des produits.

Initialement, il était prévu de maintenir le projet DC-BE sur la durée pour mettre en évidence le développement environnemental des exploitations. L'idée d'un monitoring à l'aide des bilans écologiques des exploitations a toutefois été abandonnée au profit d'un monitoring agro-environnemental de plus grande envergure. Le projet DC-BE constitue néanmoins un acquis précieux, sur la base duquel le monitoring agro-environnemental a pu se mettre en place.

Ont participé au projet de manière opérationnelle le bureau d'ingénieurs HERSENER (direction de projet), les groupes de recherches Analyse de cycle de vie et Economie d'entreprise d'Agroscope Reckenholz-Tänikon ART ainsi que l'UBE, Unité des bilans écologiques, constituée par la fiduciaire TSM Treuhand GmbH et la Communauté de travail Nature et paysage (ArGe Natur und Landschaft). D'un point de vue stratégique, le projet a été encadré par

un comité supérieur de direction sous l'égide d'ART, un conseil consultatif réunissant les principaux représentants des groupes d'intérêt de l'agriculture et un groupe de suivi composé de représentants de diverses institutions de l'agriculture, la recherche et l'environnement. Le projet a été achevé en 2011.

Pour la réalisation des objectifs du projet, il a fallu développer non seulement des concepts, méthodes, et technologies d'information, mais aussi une organisation. Pour le calcul des bilans écologiques des exploitations, la méthode appliquée est la méthode «SALCA-Exploitation» développée par ART sur la base de la norme ISO 14040. L'unité étudiée était l'exploitation agricole (sans les bâtiments d'habitation, les installations de transformation, l'agro-tourisme et la forêt). Toutes les prestations préalables (production d'engrais, mise à disposition d'énergie, etc.) ont été prises en compte. Sur le plan des sortants, la porte de la ferme faisait office de limite du système. Afin de rendre justice à la multifonctionnalité de l'agriculture suisse, les impacts environnementaux ont été considérés par rapport à trois fonctions: i) la fonction d'exploitation des terres (exploitation et maintien des terres cultivées), ii) la fonction productive (production et approvisionnement en denrées alimentaires) et enfin iii) la fonction financière (garantie d'une recette satisfaisante). Compte tenu de ces trois fonctions, les impacts environnementaux relevés ont été considérés par hectare de surface agricole utile (SAU) et par an, par mégajoule (MJ) d'unité digestible produite et par franc de prestation brute. Les exploitations ont été réparties en 14 groupes de produits, de sorte à ce que les évaluations ne se fassent pas uniquement à l'échelle de l'exploitation, mais également à celle du produit.

Un aspect central du projet était d'associer les données environnementales et économiques. Dans cette optique, l'UBE a recruté uniquement des exploitations appartenant au réseau du Dépouillement centralisé des données comptables (DC-DC). De cette façon, on était certain de disposer pour toutes les exploitations non seulement de données environnementales tirées du calcul des analyses de cycle de vie, mais également d'une vaste base de données comptables. Afin d'obtenir un réseau d'exploitations le plus représentatif possible de l'agriculture suisse, un plan de sélection a été conçu prenant en compte le type d'exploitation (selon FAT99), le mode de production (PER, Bio) et la région (plaine, collines, montagne).

Les agriculteurs participants ont saisi eux-mêmes les données à l'aide du logiciel AGRO-TECH (© AGRIDEA & USP) avec le soutien des fiduciaires, de l'Association suisse des agro-fiduciaires ASAF ou de l'UBE. Le logiciel d'extraction de données SALCAprep a ensuite permis d'intégrer les données nécessaires dans l'inventaire de production. Différents calculs et tests de plausibilité ont été effectués à ce stade. A partir de l'inventaire de production, SALCAcalc (basé sur le logiciel ACV TEAM, ©

ECOBILAN) a ensuite calculé les bilans écologiques. Les inventaires environnementaux nécessaires au calcul des bilans écologiques provenaient de la base de données SALCA ou ecoinvent, ou ont été établis spécialement pour le projet. SALCAcheck a servi à vérifier la plausibilité des résultats et à les transférer dans un format d'exportation. Avant de réunir les données des bilans écologiques et les données comptables, l'UBE a vérifié leur consistance à l'aide d'un test de plausibilité spécifique en ligne, puis les a transmises au Dépouillement centralisé d'ART (ZAsend). Deux autres logiciels ZAprep et ZAreport ont servi à introduire les données dans la base de données du Dépouillement centralisé (DC), à établir des extraits de données pour l'évaluation individuelle des exploitations, tout comme pour les analyses de l'ensemble des données. Les logiciels mentionnés ont été développés dans le cadre du projet DC-BE. Les calculs ont été effectués au maximum pour 113 exploitations agricoles pour les exercices 2006 (59 exploitations), 2007 (113 exploitations) et 2008 (106 exploitations).

Pour permettre aux exploitations de se comparer à des exploitations semblables, des exploitations dites de comparaison ont été calculées dans le projet DC-BE. Ces exploitations ont été créées sur la base de données statistiques, de relevés pratiques et du savoir des experts. Elles représentent les principaux types d'exploitation de Suisse, répartis par mode de production et par région.

Conformément aux deux objectifs principaux du projet, les évaluations ont été effectuées à deux niveaux: i) évaluation individuelle pour chaque exploitation participante; ii) analyses statistiques de l'ensemble des données.

Profil individuel

Dès que les calculs d'une année étaient achevés, chaque participant au projet recevait un profil individuel pour son exploitation. Le profil permettait de montrer à l'agriculteur quelles étaient les forces et les faiblesses de son exploitation par rapport à ses impacts environnementaux et devait lui servir d'outil de management. Dans le profil, les résultats du bilan écologique étaient présentés par différents graphiques. Les agriculteurs étaient en général en mesure d'interpréter eux-mêmes les résultats du bilan écologique. Des explications écrites, un bulletin régulier et un service téléphonique étaient également proposés. Enfin, les chefs d'exploitation avaient aussi la possibilité de participer aux séances d'information organisées par l'UBE pour poser des questions sur leur propre bilan écologique et discuter des résultats de leur exploitation avec des spécialistes et d'autres chefs d'exploitation.

La juxtaposition des résultats de l'exploitation analysée et de ceux de l'exploitation de comparaison mentionnée plus haut formaient la partie centrale des retours. Dans un récapitulatif, les cinq impacts environnementaux sélec-

tionnés (besoin en énergie, potentiel d'effet de serre, potentiel d'eutrophisation, écotoxicité terrestre et aquatique) étaient présentés par rapport à l'exploitation de comparaison. Outre les impacts environnementaux, le profil mettait également l'énergie digestible en MJ par ha et par an ainsi que la prestation brute en francs par ha et par an en regard avec les valeurs de l'exploitation de comparaison. Les impacts environnementaux étaient ensuite indiqués pour les moyens de production et pour les principaux groupes de produits de l'exploitation. Enfin, une comparaison des résultats de l'exploitation avec les résultats anonymes des autres participants au projet appartenant au même type d'exploitation mettait les résultats des bilans écologiques en contexte.

L'interprétation des résultats des bilans écologiques n'était pas évidente pour les chefs d'exploitation, car la méthode de l'analyse du cycle de vie n'était pas encore courante et n'était pas encore employée comme outil de management dans les exploitations agricoles. L'association d'impacts environnementaux à la rentabilité et à la productivité a cependant sensibilisé les participants au projet aux interactions qui existent entre ces paramètres. Les agriculteurs ont particulièrement apprécié la possibilité de comparer les exploitations et de connaître la position de leur propre exploitation.

Evaluation globale centrée sur les types d'exploitation

La première évaluation statistique globale a consisté en une analyse des données du DC-BE à l'échelle de l'exploitation pour les différents impacts environnementaux dans les différentes unités fonctionnelles. L'objectif était d'apprendre à mieux connaître les impacts environnementaux des exploitations agricoles suisses, afin de trouver des orientations pour le management environnemental de l'agriculture suisse par rapport aux différents types d'exploitation et aux principaux facteurs d'influence. Cette analyse s'est basée sur 105 jeux de données de l'année 2008.

La variabilité des exploitations étudiées était très importante. Pour l'évaluation par ha de SAU, un facteur se montant 22 séparait l'exploitation affichant le besoin en énergie le plus faible de celle affichant le plus haut. Pour le potentiel d'effet de serre, le potentiel d'eutrophisation et pour l'écotoxicité terrestre, l'écart correspondait à un facteur de 19, 13, et respectivement 106. L'exemple du besoin en énergie par ha de SAU a montré que la variabilité entre les médianes des types d'exploitation était moindre que celle observée à l'intérieur d'un type d'exploitation. L'analyse par énergie digestible par MJ a permis de constater que le type « Grandes cultures » était le seul pour lequel le besoin en énergie non renouvelable était inférieur à l'énergie nutritionnelle produite. Afin d'estimer les mesures à prendre, des profils environnementaux ont été développés. Ces derniers ont montré dans quel secteur

de management (ressources, éléments nutritifs ou polluants) il était nécessaire d'intervenir par type d'exploitation. Par exemple, dans le type «grandes cultures», ce sont les domaines management des éléments nutritifs et management des polluants. Ces analyses ont permis de déduire des options pour améliorer la performance environnementale des types d'exploitation les plus fréquents.

En conclusion de l'évaluation de la totalité de l'échantillon à l'échelle de l'exploitation, on peut retenir qu'il existe une grande variabilité entre et au sein des types d'exploitation, preuve qu'il y a un potentiel d'optimisation. Il est apparu clairement qu'une optimisation selon les trois fonctions étudiées (exploitation des terres, fonctions productive et financière) était complexe, car il existe généralement des conflits, notamment entre les objectifs d'une exploitation respectueuse de l'environnement et ceux d'un rendement maximum. Sur la base des types d'exploitation fréquemment représentés dans l'échantillon, on a constaté que les groupes d'intrants «sources d'énergies» ainsi que «fumure, éléments nutritifs» présentaient une grande amplitude de variation et donc un important potentiel d'optimisation. Avec les types d'exploitation qui produisent des produits d'origine animale, il faut encore ajouter les groupes d'input «achats d'aliments pour animaux» et «achats d'animaux» ainsi qu'«émissions dues aux animaux». Sachant que les mesures devraient être adaptées en fonction de la situation individuelle de l'exploitation et qu'elles sont donc différentes d'une exploitation à l'autre, la meilleure façon d'optimiser le management environnemental est de procéder à une analyse individuelle de l'exploitation.

Impacts environnementaux à l'échelle des produits à l'exemple du lait

L'analyse des impacts environnementaux à l'échelle des produits a été faite sur le lait, principal produit de l'agriculture suisse. Toutes les exploitations du DC-BE produisant du lait ont été étudiées (2006: 36; 2007: 74; 2008: 69 exploitations). Les résultats des impacts environnementaux considérés étaient très similaires pendant les trois années de relevés. Pour la production d'un kilogramme de lait, on employait en moyenne environ 5 équivalent MJ d'énergie non renouvelable. Le potentiel d'effet de serre s'élevait à 1,3 kg d'équivalents CO₂ par kilo de lait, et le potentiel d'eutrophisation était d'environ 14 g d'équivalent N par kilo de lait. Enfin un kilogramme de lait présentait une écotoxicité terrestre (CML) de 0,0013 TEP (Terrestrial Ecotoxicity Points) et une écotoxicité aquatique (CML) de 0,020 AEP (Aquatic Ecotoxicity Points).

D'une exploitation à l'autre, la variabilité entre les impacts environnementaux par kilo de lait était très importante – même si l'on ne considère qu'un échantillon réduit établi à partir des moyennes de 2007 et 2008 (66 exploitations).

Entre le lait produit selon les directives de l'agriculture biologique et le lait produit par les exploitations PER, les différences portaient uniquement sur l'écotoxicité, pour laquelle le lait biologique obtenait des résultats significativement meilleurs. En ce qui concerne le besoin en énergie et le potentiel d'effet de serre par kilo de lait, la médiane des exploitations et l'amplitude de variation par région augmentaient avec l'altitude. Le lait de la région de montagne affichait un besoin en énergie et un potentiel d'effet de serre significativement plus élevés que le lait de la région de plaine. Pour les autres impacts environnementaux, on n'a constaté aucune différence significative entre les régions. La quantité de lait produite d'une exploitation exerçait également une influence certaine sur le besoin en énergie et le potentiel d'effet de serre par kilo de lait. Les exploitations avec une grande quantité de lait produite avaient tendance à afficher une consommation d'énergie plus basse et un potentiel d'effet de serre inférieur. Il faut savoir que, pour la consommation d'énergie, le facteur déterminant était surtout le nombre de vaches dans l'exploitation, tandis que pour le potentiel d'effet de serre, le rendement laitier avait un impact plus important. Les valeurs basses de R² dans la régression (entre 0,17 pour le besoin en énergie par rapport à la quantité de lait et 0,33 pour le potentiel d'effet de serre par rapport au rendement laitier) signifient néanmoins que seule une faible part de l'augmentation observée peut être expliquée par le modèle de régression et qu'il existe donc d'autres facteurs d'influence.

Les principaux facteurs liés aux intrants pour les impacts environnementaux de la production laitière étaient les achats d'aliments pour animaux, les émissions dues aux animaux, la fumure/les éléments nutritifs et les agents énergétiques. Bien que ces facteurs s'influencent les uns les autres, certaines exploitations sont parvenues à de bons résultats pour tous les impacts environnementaux. Les raisons pour les bons ou les mauvais résultats variaient cependant d'une exploitation à l'autre. Des analyses individuelles par exploitation ont permis de les identifier. Afin d'optimiser l'impact environnemental de la production laitière, il est important de trouver l'optimum adapté à la situation particulière de l'exploitation à l'aide d'analyses individuelles. Des bilans écologiques individuels, répétés pourraient améliorer pas à pas l'impact environnemental de la production laitière.

Evaluation conjointe environnementale et économique

Un volet important du projet consistait à étudier les relations entre les résultats économique et environnementale des exploitations agricoles. Une analyse conjointe économique et environnementale a montré que le choix des critères économiques et environnementaux ainsi que celui des paramètres étaient décisifs. Les résultats dépendaient largement des critères et des paramètres choisis. Pour obtenir l'image la plus complète possible, les

différents critères et paramètres ont été pris en compte.

Le critère économique choisi était le revenu du travail par unité de main-d'œuvre familiale. L'évaluation s'est basée sur les données de l'année 2008 (105 exploitations). Dans les exploitations étudiées, il n'y avait aucune relation et par conséquent aucun conflit d'objectifs (trade-off) entre économie et environnement. Dans l'ensemble, on observait plutôt une grande variabilité autant dans le revenu du travail par unité de main-d'œuvre familiale que dans les impacts environnementaux. Il y avait des exploitations qui réussissaient aussi bien sur le plan environnemental que sur le plan économique. D'un autre côté, il y en avait aussi qui avaient de mauvais résultats sur les deux tableaux, et d'autres exploitations qui avaient de bons résultats d'un côté et de mauvais de l'autre. La répartition des exploitations en quatre groupes (bons résultats économiques, environnementaux et mauvais résultats économiques, environnementaux) dépendait de l'unité fonctionnelle considérée. Il est donc utile de se référer aux trois unités fonctionnelles ou de sélectionner l'unité fonctionnelle de manière ciblée en fonction de la problématique.

Parmi les différents types, on a également constaté des écarts importants entre les exploitations. L'analyse des différences au sein d'un même type d'exploitation a montré quelles possibilités avaient les exploitations pour améliorer leur résultat environnemental et économique. L'analyse correspondante pour le type d'exploitation « lait commercialisé » a toutefois montré une grande variabilité des facteurs d'influence. Pour l'optimisation, il est donc nécessaire ici aussi de procéder à des analyses individuelles par exploitation.

Etude de cas: analyse de l'éco-efficiency à l'exemple des exploitations d'élevage bovin en région de montagne

L'analyse des exploitations d'élevage bovin en région de montagne avait pour but de déduire d'un groupe d'exploitations similaires les éléments qui caractérisent une bonne gestion d'exploitation d'un point de vue économique-environnemental. Il s'agissait de développer une méthode appropriée permettant d'intégrer de manière équilibrée les deux composantes économie et environnement et tenant en compte le mieux possible les différences des deux jeux de données regardant les limites du système. Cette méthode a été appliquée à 20 exploitations de la région de montagne avec une part significative de bovins. Dans une approche d'éco-efficiency, le critère choisi pour l'environnement était celui de la moyenne normalisée des trois impacts consommation d'énergie, potentiel d'eutrophisation et écotoxicité terrestre par franc de prestation brute. Le critère économique était le revenu du travail par unité de main-d'œuvre familiale. Les données des exploitations ont été saisies dans un diagramme à deux dimensions et deux

groupes ont été formés. Le groupe I comprenait les exploitations dont l'éco-efficiency était moyenne et l'efficacité économique mauvaise. Le groupe II regroupait les exploitations affichant, une efficacité économique et environnementale satisfaisante.

Les résultats de l'étude de cas permettent de savoir comment un éleveur de bovins de la région de montagne devrait s'organiser pour pouvoir intégrer le groupe II, environnementalement et économiquement durable. L'exploitation devrait:

- être plus grande que la moyenne des exploitations de la région de montagne,
- pratiquer l'agriculture à temps complet ou à titre d'activité annexe,
- avoir la production de lait commercialisé comme principale branche de production ou se concentrer sur un autre groupe de produits sans production laitière
- optimiser les coûts réels (coûts matériels de la production animale, coûts de structure matériels),
- optimiser la consommation d'énergie,
- utiliser les aliments achetés pour animaux à bon escient.

Pour les comparaisons entre les groupes qui ne comprenaient que six exploitations, les échantillons étaient de petite taille. Par conséquent, seules quelques analyses statistiques ont pu être effectuées et leur pertinence est parfois limitée.

Conclusions et perspectives

La grande variabilité des résultats des analyses de cycle de vie reflète la diversité de l'agriculture suisse, mais montre également qu'il existe un potentiel d'optimisation. Etant donné la diversité de l'agriculture suisse, il est difficile et peu pertinent de formuler des recommandations générales. On devrait essayer au contraire d'éliminer les faiblesses sur le plan environnemental dans les différents types d'exploitation ou de proposer des améliorations ciblées grâce à des analyses individuelles. La somme de ces améliorations conduirait à une meilleure performance environnementale de l'ensemble de l'agriculture suisse. L'optimisation de l'impact environnemental selon les trois fonctions, soit exploitation des terres, production de denrées alimentaires et obtention d'une recette satisfaisante, reste un défi.

Les logiciels et les méthodes développés dans le projet ne constituent pas seulement une base pour de futurs travaux de recherche, mais peuvent servir à d'autres usages, comme à conseiller les grands distributeurs ou les organisations interprofessionnelles. Un consortium réunissant les mandataires actuels du projet poursuivra concrètement cette idée de projet (ecobil.ch).

Les travaux effectués dans le cadre du projet DC-BE

constituent une première étape dans le développement d'un système de management environnemental pour l'agriculture adapté à la pratique et conforme à ISO 14000. Il reste toutefois à simplifier encore les instruments développés. Les nombreuses données détaillées nécessaires ont entraîné une lourde charge de travail pour les agriculteurs. Il est donc nécessaire de réduire la saisie des données. Il faut former les agriculteurs, mais aussi les conseiller pour que les causes des impacts environnementaux en général et la performance environnementale de l'exploitation en particulier soient mieux perçues. La sensibilisation et la formation continue pour la pratique et la vulgarisation ainsi que la mise en place d'un système de management environnemental sont les points sur lesquels il faut intervenir dans l'immédiat. Il reste encore beaucoup à faire pour approfondir le dépouillement des données dans la recherche. Du point de vue de la politique agricole, le projet a montré que l'application des objectifs environnementaux basée sur la responsabilisation des agriculteurs était une approche capitale; l'amplitude de variation des résultats entre les exploitations est le signe qu'il existe un potentiel d'amélioration. Aucun conflit d'objectif n'a pu être décelé entre écologie et économie. L'optimisation continue des exploitations permettra d'améliorer la performance environnementale de l'ensemble du secteur.

Summary

The Life Cycle Assessment – Farm Accountancy Data Network (LCA-FADN) [German: ZA-ÖB] is embedded in a policy framework which is still relevant today. Firstly, the aim of Swiss agricultural policy since its reform in 1993 has been to safeguard competitive and sustainable farming. The Federal Office for Agriculture (FOAG) aims to encourage farmers to assume personal responsibility for their decisions which impact the environment. A farmer should be guided not only by threshold values, but by the desired status quo. Secondly, in Spring 2002 the Federal Council adopted its 'Strategy 2002' for sustainable development, of which one measure was the introduction of an integrated product policy (IPP). Adherence to the principles of IPP in the relevant policy areas should result in the promotion of products meeting high economic, environmental and social standards throughout their life cycle. In order to include both the economic and environmental dimension of sustainability, the ecological impact of food production in the farming sector was to be evaluated by means of life-cycle assessments and linked to economic data.

In this context, the FOAG resolved to initiate the LCA-FADN Project in 2001. Two strategic goals were pursued here:

- i) encouraging farmers to assume personal responsibility in the environmental sphere, which on the basis of indicators would allow farm managers to ecologically optimise their farms and compare them with other farms;
- ii) determining the potential environmental impact of Swiss farms. Ecological assessments of farm types, farming systems and products should be performed, using an appropriate methodology and meaningful indicators

Originally, the LCA-FADN project was intended as a permanent operation highlighting the ecological development of the farms, but the idea of a monitoring exercise using individual farm life-cycle assessments was then abandoned in favour of wider agricultural-environmental monitoring. Nevertheless, the LCA-FADN project provided valuable experience which could be drawn upon as agricultural-environmental monitoring was developed.

HERSENER Engineering Consultants (project management), the Life-Cycle Assessment and Farm-Management Research Groups of Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, and the Environmental Life-Cycle Assessment Agency [German: Ökobilanzierungsstelle ÖBS] – the latter being an amalgamation of TSM Treuhand GmbH (auditors and tax consultants) and the Nature and Landscape Consortium – were operationally involved in the project. An overall project management team headed by ART, an advisory panel with major stakeholders from agriculture, and a support group with representatives from various agricultural,

research and environmental institutions served as strategic advisers to the project, which was concluded in 2011.

Organisational as well as conceptual, methodological and IT developments were needed to achieve the project targets. The 'SALCA Farm' method developed by ART in accordance with ISO 14040 was used to calculate the farm life-cycle assessment. The unit investigated was the individual farm (excluding dwellings, farm shops, processing plant, agro-tourism and woodland). All preliminary work (fertiliser production, energy provision etc.) was included. The system boundary at the output end was the farm gate. In order to meet the requirements of Swiss agricultural multifunctionality, the environmental impact was examined in terms of three functions: i) the land-management function (utilisation and conservation of cultivated land), ii) the productive function (production and supply of food-stuffs) and iii) the financial function (guarantee of satisfactory proceeds). In accordance with these three functions, the environmental impacts recorded per hectare of utilised agricultural area (UAA) per year, per megajoule (MJ) of digestible energy produced and per CHF of gross performance were examined. The farms were also divided into 14 product groups so that assessments could be made at product as well as at farm level.

A crucial aspect of the project was the interlinking of environmental and economic data. To this end, the ÖBS only recruited farms from ART's Farm Accountancy Data Network (FADN) when setting up the farm network. This ensured the availability of a comprehensive set of accountancy data for all the farms, in addition to the ecological dataset from the life-cycle assessment calculation. In order to establish as representative a farm network as possible for Swiss agriculture, a farm selection plan taking into account the features 'farm type' (in accordance with FAT99), 'farming system' (PEP, organic) and 'region' (low-land, hill, mountain) was drawn up.

Participating farmers recorded data independently with AGRO-TECH farm software (© AGRIDEA & SBV) with the support of the fiduciary bodies, the SATV (Swiss Association of Agro-Fiduciaries) or the ÖBS. SALCAprep dataextraction software then transferred the requisite data to the production inventory, with various calculations and plausibility checks being carried out in the process. On the basis of the production inventory, SALCAcalc then calculated the life-cycle assessment (based on TEAM life-cycle assessment software, © ECOBILAN). The life-cycle inventories required for the environmental life-cycle assessment either came from the SALCA or ecoinvent database, or were specifically created for the project. SALCAcheck was used to check the plausibility of the results and overwrite them into an export format. Before combining the environmental life-cycle assessment and the accountancy data, the ÖBS checked the consistency of the data by means of a specific online plausibility test, and then transmitted the

data to ART's Farm Accountancy Data Network (ZAsend). Two other software tools, ZAPrep and ZAreport, enabled importation into the FADN database, as well as the creation of data extracts for both individual farm assessments and for analyses of the whole dataset. The aforementioned software tools were developed as part of the LCA-FADN project. Calculations were performed for a maximum of 113 farms for the financial years 2006 (59 farms), 2007 (113 farms) and 2008 (106 farms).

In order to compare the farms studied with other similar farms, so-called reference farms – created on the basis of statistical data, practical surveys and expert knowledge – were included in the LCA-FADN project calculations. These reference farms are subdivided by farming system and region, and represent all the important farm types found in Switzerland.

In line with the two main goals, assessments were carried out on two levels: i) individual assessments for each participating farm; ii) statistical analyses throughout the dataset.

Individual farm-feedback

Once the calculations for one year of coverage were completed, each project participant was sent an individual farm feedback form (FFB). The FFB served to highlight the farm's strengths and weaknesses in terms of environmental impact, and aimed to provide the farmer with a management tool. The results of the life-cycle assessment were shown in the FFB in the form of various charts. Interpretation of the life-cycle assessment results was largely left to the farmers themselves, with assistance being provided in the form of written explanatory notes, a regular newsletter and a telephone hotline. Farm managers also had the opportunity to ask questions about their own life-cycle assessments at information events organised by the ÖBS, and to discuss their farm's life-cycle assessment results with experts and other farm managers.

Central to farm feedback was a comparison of the farm being studied with the aforementioned reference farm. In an overview, the five selected environmental impacts (energy requirement, global warming potential, eutrophication potential, terrestrial and aquatic ecotoxicity) were shown relative to the reference farm. In addition to the environmental impacts, the digestible energy in MJ per ha per year and gross performance in CHF per ha per year were identified and shown relative to the values of the reference farm. The environmental impacts were then shown assigned to the means of production and to the farm's most important product groups. Finally, a comparison of the results of each farm with the anonymised results of the other project participants with the same type of farm put the life-cycle assessment results into context.

Since the life-cycle analysis method was still unfamiliar and its use as a farm management tool was as yet untested, interpreting the LCA results made great demands on farm managers. Nevertheless, the linking of environmental impact with economic feasibility and productivity made project participants aware of the interrelationships and interdependencies of these reference values. The comparison of a manager's own position with that of other farms was deemed to be particularly helpful.

Overall assessment with the focus on farm types

The first overall statistical assessment carried out at farm level for different environmental impacts in the various functional units was an analysis of the LCA-FADN dataset. The aim was to gain a better knowledge of the environmental impact of Swiss farms, thereby enabling the identification of lines of action for the environmental management of Swiss agriculture in terms of individual farm types and major influencing factors. The 105 datasets of 2008 were used for this analysis.

There was great variation among the farms investigated. In the assessment of energy requirement per ha UAA, a factor of 22 separated the farms with the lowest and highest energy requirements. For global warming potential, eutrophication potential and terrestrial ecotoxicity, the factors ranged between 19, 13, and 106, respectively. The example of energy requirement per ha UAA revealed the variation between the median of farm types as less than that within farm types. Looking at MJ digestible energy, the 'arable' type was found to be the only one in which the use of non-renewable energy was lower than the nutritional energy generated. Environmental profiles were developed to determine the need for action. These highlighted the management sphere (resources, nutrients or pollutants) where action was needed for each farm type, e.g. the areas of nutrient and pollutant management in the case of the 'arable' type. Based on these analyses, it was possible to derive options for improving the environmental performance of the commonest farm types.

The conclusion reached when assessing the total sample at farm level was that great variation existed between and within farm types, which points to a potential for optimisation. Here it became clear that optimisation across all three investigated functions (land management, productive and financial function) was a big challenge, since areas of tension generally exist, particularly between the goals of environmentally sound farming and simultaneously high output. Among the farm types frequently occurring in the sample, the input groups 'energy resources' and 'fertiliser application, nutrients' showed a wide spread, and hence also considerable optimisation potential. The input groups 'purchased feed', 'purchased livestock' and 'livestock emissions' were also included for the types producing animal products. Since measures

should be geared to the situation on a particular farm and thus vary considerably from one farm to another, optimisation in environmental management is best achieved by analysing each farm individually.

Environmental impact at product level, using milk as an example

Environmental impact was analysed at product level using milk, the main product of Swiss agriculture, as an example. For this, all LCA-FADN farms producing milk were studied (2006: 36 farms; 2007: 74; 2008: 69). The results of the environmental impacts examined were very similar over the three years surveyed. On average, around 5 MJ equivalents of non-renewable energy resources were used to produce one kilogram of milk, the global warming potential came to 1.3 kg CO₂ equivalents per kg milk, and the eutrophication potential was around 14 g N-equivalents per kg milk. One kilogram of milk also had a terrestrial ecotoxicity (CML) of 0.0013 TEP (terrestrial ecotoxicity points) and an aquatic ecotoxicity (CML) of 0.020 AEP (aquatic ecotoxicity points).

Between individual farms, however, the environmental impact per kg milk varied greatly – even when a reduced sample from the averages of 2007 and 2008 (66 farms) was examined. The only differences between milk produced in accordance with organic guidelines and milk from PEP farms concerned ecotoxicity: here, organic milk performed significantly better. In terms of energy requirement and global warming potential per kg milk, the median of all farms and the variation per region increased with altitude. Milk from the mountain region had a significantly higher energy requirement and significantly higher global warming potential than milk from the lowland region. Relative to the other environmental impacts, no significant differences were discernible between the different regions. The milk yield of a farm also had a certain effect on energy requirement and global warming potential per kg milk. Farms producing large quantities of milk tended to have a lower energy requirement and lower global warming potential, the number of dairy cows on the farm being the key factor for energy requirement, whilst milk yield had a greater effect in the case of global warming potential. The low R² values of each regression (between 0.17 for energy requirement vs. milk quantity and 0.33 for global warming potential vs. milk yield), however, mean that only a small proportion of the increase observed can be explained by the regression model, and that other influencing factors are therefore in play here.

The main input factors for the environmental impact of milk production were feed purchase, livestock emissions, fertiliser application/nutrients and energy resources. Although these factors influenced one another, individual farms managed to perform well for all environmental impacts. Even so, the reasons for good or poor results dif-

fered according to the farm and could only be identified by analysis on a farm-by-farm basis. In order to optimise the environmental impact of milk production, the optimum for each individual farm must therefore be determined by separate analysis. Repeated individual LCAs would enable a gradual improvement in the environmental impact of milk production.

Combined ecological and economic evaluation

An important part of the project was the study of correlations between the economic and ecological success of the farms. A combined ecological and economic analysis showed the results to be highly dependent on the choice of economic and ecological variables as well as of functional unit. In order to acquire a comprehensive picture, a number of variables and functional units were considered here.

To measure the economic success the 'work income per family labour unit' was chosen. Data from 2008 were used (105 farms). The results show that there was no relationship and therefore no trade-off between environmental impact and work income. A wide variation in both work income per family labour unit and environmental impact was found. There were farms which were both ecologically and economically successful, as well as farms with unfavourable economic and ecological values. The distribution of farms over the four groups (economically and ecologically favourable and unfavourable in each case) depended on the functional unit considered.

Major differences between farms were also found within the individual farm types. The analysis of the differences within a farm type highlighted the potential of individual farms for improving their economic and environmental success, i.e. their optimisation potential. An analysis based on the farm type commercially producing milk showed a wide range of influencing factors. Here too, optimisation requires separate analysis of the individual farms.

Eco-efficiency case-study analysis using the example of cattle farms in the mountain region

The aim of an analysis of cattle farms in the mountain region was to compare a group of similar farms and determine what made for good farm management from an environmental-economics perspective. This involved developing a suitable method making equal use of both economic and environmental components and taking into account the differences in the system boundaries of both datasets. This method was applied using the example of 20 farms in the mountain region with a significant proportion of cattle. Based on the eco-efficiency approach, the key figure used for ecology was the normalised mean of the three environmental impacts of energy requirement, eutrophication potential and terrestrial ecotoxicity per

CHF of gross yield. The key economic figure was earned income per family labour unit. The farm data were entered into a two-dimensional chart and two groups were created. Group I consisted of the farms with fair eco-efficiency and poor economic efficiency, whilst Group II comprised farms with good economic as well as ecological efficiency.

The conclusion of this case study was summarised as principles which cattle farmers in the mountain region should observe to secure their position in the ecologically and economically sustainable Group II. Namely, the farm should:

- be larger than the average farm in the mountain region;
- pursue agriculture for additional income or as a full-time activity;
- pursue commercial milk production as the main farm activity, or focus on a product group other than milk production;
- optimise third-party costs (animal-husbandry material costs, structural material costs);
- optimise the use of energy sources;
- make advised use of purchased feed.

With six farms for each type, only a small sample size was available for group comparisons. As a result, no more than a few statistical analyses were possible, some of which were of limited validity.

Conclusions and outlook

Although the diversity of Swiss agriculture is reflected in the great variation in life-cycle assessment results, this finding also points to the existence of optimisation potential. Because Swiss agriculture is so diverse, however, it is difficult and not particularly useful to formulate generally valid recommendations. It would be preferable to aim to eliminate ecological weak points within individual farm types, or better still to use individual farm analyses to achieve targeted improvements on a farm-by-farm basis, leading to a better environmental performance by Swiss agriculture as a whole. Optimisation of environmental impact across all three functions – land management, food production, and the achievement of satisfactory proceeds – remains a challenge.

The software applications and methods developed in the project not only form the basis for future research work, but are also appropriate for further uses such as consultancy to major wholesalers or industry organisations. A consortium of current project contractors will follow up this concept in practice (ecobil.ch).

The work accomplished in the LCA-FADN project represents an initial step in the development of a practical environmental-management system for agriculture in accor-

dance with ISO 14000, but further simplification of the tools developed is desirable. In particular, because the high need for detailed data demanded a major commitment from farmers, a reduced data collection is called for here. The continuing education of both farmers and advisers must be provided for, so as to promote an understanding of the origins of environmental impact in general and of a farm's environmental performance in particular. Awareness-raising and training facilities for both farmers and advisory services together with the development of an environmental management system require immediate action. Further action is necessary in the shape of in-depth research and data evaluation. From the agricultural policy perspective, the project has demonstrated that the implementation of environmental targets by farmers assuming personal responsibility for decisions impacting the environment represents an important approach; the great variation in results between farms highlights a potential for improvement. No conflicts between ecological and economic objectives were identified here. Through the steady optimisation of individual farms, an improvement in environmental performance throughout the entire sector can be achieved.

Danksagung

Im Laufe des Projekts haben verschiedene Personen einen wichtigen und zum Teil auch grossen Beitrag zum Gelingen beigetragen. Die Autorenschaft möchte insbesondere den folgenden Personen ihren Dank für deren Einsatz aussprechen:

Stephan Pfefferli
Albert Zimmermann
alle Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon
ART;

Hugo Eggimann
Stefan Erzinger
Ruth Freiermuth Knuchel
Judith Hausheer Schnider
Julia Kugler
Anne Roches
alle ehemals Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-
Tänikon ART;

sowie den Herren L. Rosinius und Prof. W. Stahel von der
Statistikberatung der ETH Zürich.

In all den Jahren wurde das Projektteam durch viele weitere Personen aus den unterschiedlichsten Institutionen in den verschiedenen Projektorganen – es sind dies die Projektoberleitung, der Beirat und die Begleitgruppe (siehe Anhang 5.1) – tatkräftig unterstützt. Das Projektteam und die Autorenschaft danken auch ihnen vielmals.

1. Einleitung

Dunja Dux¹, Jean-Louis Hersener² und Daniel U. Baumgartner¹

¹ Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART; ² Ingenieurbüro Hersener

1.1 Ausgangslage und Ziele des Projektes

1.1.1 Ausgangslage

Die an der UNO-Konferenz (UNO, 1992) über Umwelt und Entwicklung in Rio 1992 verabschiedete Agenda 21 sieht vor, dass die Regierungen der einzelnen Staaten auf nationaler Ebene eine nachhaltige Entwicklung umsetzen. Dieses Ziel wurde mit dem Nachhaltigkeitsartikel (Art. 73) in die 1999 revidierte Bundesverfassung aufgenommen.

Im Frühjahr 2002 verabschiedete der Bundesrat seine Strategie 2002 für eine nachhaltige Entwicklung. Diese bezweckte gemäss der neuen Bundesverfassung von 1999 eine flächendeckende Integration der Grundsätze der Nachhaltigkeit in alle Politikfelder. Eine der Massnahmen war die Einführung einer integrierten Produktpolitik (IPP). Ziel der Berücksichtigung der Prinzipien der IPP war in den betroffenen Politikbereichen Produkte zu fördern, die über ihren gesamten Lebensweg wirtschaftlich, ökologisch und sozial hohen Anforderungen genügen. Für den Bereich Landwirtschaft bestand die Idee anhand von Ökobilanzen die ökologische Auswirkung der Produktion von Nahrungsmitteln zu beurteilen und mit ökonomischen Daten zu verknüpfen, um sowohl die ökonomische wie auch die ökologische Dimension der Nachhaltigkeit einzubeziehen.

Die schweizerische Agrarpolitik hat seit ihrer Reform 1993 die Sicherung einer wettbewerbsfähigen und nachhaltigen Landwirtschaft zum Ziel. Das Bundesamt für Landwirtschaft BLW ist dabei bestrebt, die Eigenverantwortung der Landwirtinnen und Landwirte zu fördern. Sie sollen sich nicht an Grenzwerten orientieren, sondern am erwünschten Zustand. Zu diesem Zweck ist ein Instrument für die Betriebsführung zu entwickeln, das ihnen Umweltindikatoren auf Ebene Betrieb liefert. Es soll helfen, Stärken und Schwächen im ökologischen Bereich zu ermitteln, sich mit anderen Betrieben zu vergleichen und Produktionsverfahren ökologisch und ökonomisch zu optimieren.

Die Umsetzung dieser ökologischen Selbstbeurteilung erforderte entsprechende Grundlagen. In der ersten Phase des Projektes «Zentrale Auswertung und Ökobilanzierung» (Rossier & Gaillard, 2004) wurden anhand von rund 50 Landwirtschaftsbetrieben Methoden und mögliche Software zur landwirtschaftlichen Ökobilanzierung evaluiert. Die Verarbeitung grösserer Datenmengen war aufgrund der manuellen Datenverarbeitung jedoch damals nicht möglich. Im Rahmen des Projekts COMETE (Bockstaller *et al.*, 2006) wurden Form und Inhalt einer einzelbetrieblichen Rückmeldung für drei Betriebe getestet.

Für das vorliegende Projekt mussten sowohl die Methodik der Ökobilanzierung für Landwirtschaftsbetriebe, Soft-

wareanwendungen für die Verarbeitung grösserer Datenmengen, als auch die Kommunikation und Rückmeldung zu den Landwirtinnen und Landwirten weiter erarbeitet werden. Um eine breiter abgestützte Aussage über verschiedene landwirtschaftliche Betriebstypen und Regionen oder gar den gesamten Sektor zu erhalten, war eine grössere, breiter gestreute Stichprobe notwendig. Aus diesem Grund wurde in einer zweiten Phase das Projekt «Zentrale Auswertung von Ökobilanzen landwirtschaftlicher Betriebe» (ZA-ÖB) initiiert. In dieser zweiten Projektphase sollte eine grössere Anzahl von Landwirtschaftsbetrieben unterschiedlicher Grösse, Struktur und Lage über drei Jahre bezüglich ihrer ökologischen Leistung beurteilt werden.

1.1.2 Ziele und Nutzen des Projekts

In der Machbarkeitsstudie zum vorliegenden Projekt wurden folgende zwei strategischen Ziele festgelegt (Pfefferli *et al.*, 2001):

1. Die Landwirtin oder der Landwirt soll über Indikatoren verfügen, die ihnen erlauben, die Verträglichkeit ihres Betriebs mit der Umwelt und den spezifischen ökologischen Problemen ihrer Region zu beurteilen. Sie sollen ihren Betrieb auch mit anderen Betrieben vergleichen können. Damit soll das eigenverantwortliche Handeln der Landwirtin und des Landwirts gefördert werden.
2. Die gleichen Indikatoren sollen erlauben, die ökologische Entwicklung auf regionaler und sektoraler Ebene zu verfolgen und damit die potenzielle Umweltwirkung der Schweizer Landwirtschaftsbetriebe zu ermitteln.

Für Ziel 1 galt es, die wichtigsten Einflussfaktoren für die Umweltwirkungen zu identifizieren sowie die Kenntnisse über die Umweltwirkungen der landwirtschaftlichen Produktion und der Produktgruppen zu verbessern, dies durch Auswertungen auf Stufe des Einzelbetriebs in Kombination mit horizontalen Betriebsvergleichen. Die einzelbetrieblichen Resultate mussten anschliessend in gut verständlichen Rückmeldungen den Landwirten kommuniziert werden.

Unter Ziel 2 fiel ebenfalls das Ermitteln der wichtigsten Einflussfaktoren (Inputs), welche für die Umweltwirkungen der Landwirtschaft verantwortlich sind, das Verbessern der Kenntnisse über die Umweltwirkungen der landwirtschaftlichen Produktion von Betriebstypen und Produktgruppen, wie auch von Regionen (Tal, Hügel, Berg) und Landbauformen (ÖLN und Biologischer Landbau). Ebenso sollten Grundlagen zur Verbesserung der Ökoeffizienz, das heisst eine Kombination der Umweltwirkungen mit der ökonomischen Leistung bereitgestellt werden.

Folgende Produkte wurden aus dem Projekt ZA-ÖB erwartet:

- Software-Komponenten zur Rationalisierung der Datenerfassung bei den Landwirten, der Ökobilanzberechnung und der Erfassung der Ergebnisse in der Zentralen Auswertung
- Datenbank betrieblicher Ökobilanzdaten sowie Ökobilanz-Resultaten von 300 Landwirtschaftsbetrieben über drei Jahre
- Verknüpfung von produktionstechnischen und ökologisch wichtigen Betriebskennzahlen mit den entsprechenden Buchhaltungsdaten von 300 Landwirtschaftsbetrieben in der Zentralen Auswertung ART über eine Dauer von drei Jahren
- Jährliche individuelle Betriebsrückmeldungen für die teilnehmenden Landwirte
- Beiträge an den Agrarbericht gemäss des Bedarfs des BLW
- Schlussbericht mit Analysen der Ökobilanzresultate auf regionaler, betriebsgruppenspezifischer und produktbezogener Ebene sowie ökonomisch-ökologische Auswertungen und einer Synthese.

Das Projekt hatte drei Gruppen von Nutzniessern:

Teilnehmende landwirtschaftliche Betriebe:

Die teilnehmenden Betriebsleiter erhielten einen Einblick in das Ökoprofil ihres Betriebes und konnten dieses anhand von Vergleichswerten einordnen. Daraus konnten sie Optimierungsmöglichkeiten lokalisieren und ihre Betriebe ökologisch verbessern.

Agrarforschung:

Die gesammelten Daten ermöglichten die Erstellung von Ökoinventaren, die Definition von repräsentativen Produktionsverfahren als Basis für zukünftige Ökoinventare und die Analyse der ökologischen und ökonomisch-ökologischen Zusammenhänge. Die Datenbank und die Infrastruktur bilden die Basis für weitere Projekte zur nachhaltigen Entwicklung des landwirtschaftlichen Sektors und dienen als Grundlage für die Entwicklung von Betriebsführungsinstrumenten.

Agrarpolitik:

Das Projekt ermöglichte die Verknüpfung von ökologischen mit ökonomischen Daten auf überbetrieblicher Ebene und erreichte ein besseres Systemverständnis. Dazu wurden wichtige Grundlagen für das Agrarumweltmonitoring geschaffen.

1.2 Projektorganisation

Auftraggeber des Projekts war das Bundesamt für Landwirtschaft BLW (siehe Abbildung 1). Das Projekt wurde durch das BLW und die Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART finanziert.

Strategisch geführt wurde das Projekt durch eine Projektoberleitung (POL). Die POL bestand aus je einem Vertreter des BLW, des Forschungsbereichs Agrarökonomie und Agrartechnik und des Forschungsbereichs Biodiversität und Umweltmanagement von ART. Für eine enge fachliche Begleitung und Beratung und um den Informationsaustausch zwischen wichtigen Trägern des Projektes zu gewährleisten, wurde ein Beirat eingesetzt. Der Beirat bestand aus je einem Vertreter von AGRIDEA, der Koordination der Landwirtschaftsämter der Schweiz (KOLAS), des Schweizerischen AGRO-Treuhänder Verbands (SATV/ASAF), des Schweizerischen Bauernverbands (SBV) und des Beratungsforums Schweiz. Der Beirat erhielt kontinuierlich Informationen über den Fortschritt des Projekts. Eine Begleitgruppe unterstützte das Projekt durch Beratung, Stellungnahmen, Anmerkungen und durch die Integration in der Forschungs- und Politiklandschaft. In der Begleitgruppe waren Institutionen vertreten, die indirekt zum Projekt beitrugen, über ein für das Projekt nützliches fachliches Know-how verfügten und/oder von den Ergebnissen profitieren sollten bzw. betroffen sein könnten. Die Begleitgruppe wurde ein Mal jährlich über den Fortgang des Projekts orientiert. Sie bestand aus je einem Mitglied jeder Institution des Projektteams, den POL- und Beirat-Mitgliedern und Vertretern von Behörden, Interessens- und Branchenorganisationen, Beratern und Wissenschaft. Folgende Institutionen waren zusätzlich zum Projektteam, den POL- und Beirat-Mitgliedern in der Begleitgruppe vertreten (siehe auch Anhang 5.1):

- Agroscope Changins-Wädenswil ACW
- Agroscope Liebefeld-Posieux ALP
- AGRIDEA Lausanne
- AGRIDEA Lindau
- Bundesamt für Statistik BFS
- Bundesamt für Umwelt BAFU
- Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL)
- Konferenz der Vorsteher der Umweltschutzämter der Schweiz (KVU)
- Pro Natura (Schweizerischer Bund für Naturschutz)

Geleitet wurde das Projekt durch das Ingenieurbüro HERSENER (IBH). Das Projektteam bestand weiter aus Mitarbeitern der Forschungsgruppen Betriebswirtschaft und Ökobilanzen von ART sowie der Ökobilanzierungsstelle (ÖBS, ein Zusammenschluss zwischen der TSM Treuhand GmbH und der Arbeitsgemeinschaft Natur und Landschaft).

Schliesslich waren im Projekt zum einen die teilnehmenden Betriebe (aus dem Betriebsnetz der Referenzbetriebe der Zentralen Auswertung) und ihre Treuhandstellen aus dem Schweizerischen AGRO-Treuhänder Verband und zum anderen die Software-Entwickler von AGRO-TECH (© AGRIDEA) und der SALCA-Komponenten beteiligt.

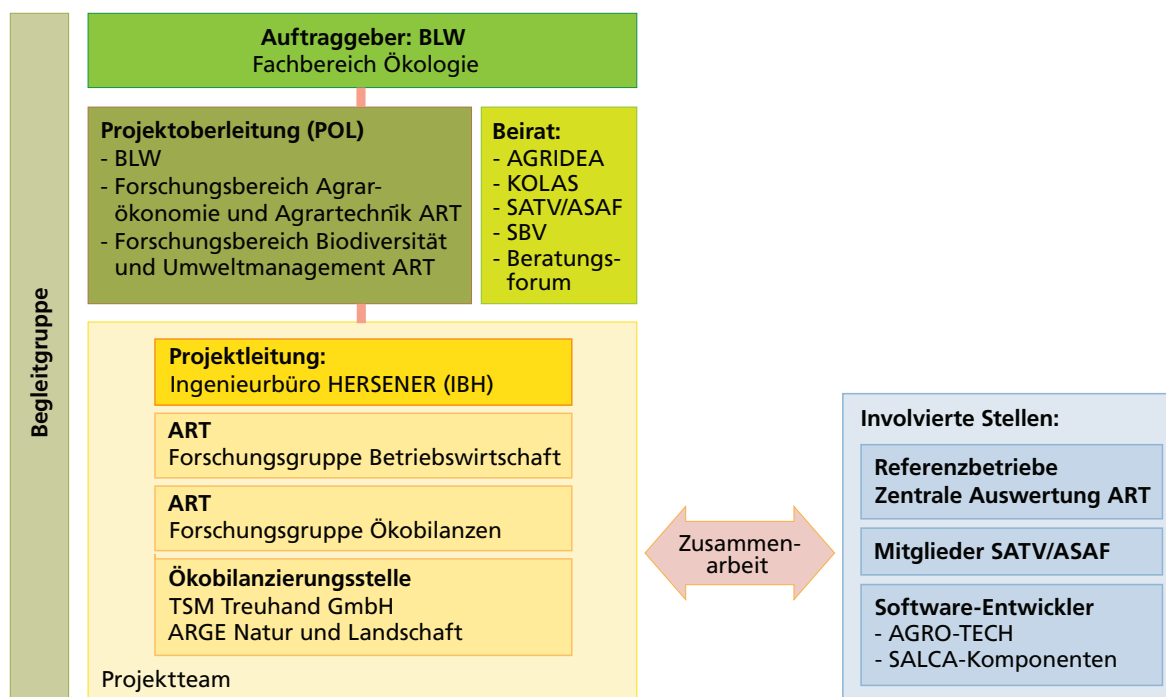


Abbildung 1: Projektorganisation Zentrale Auswertung von Ökobilanzen landwirtschaftlicher Betriebe.

1.3 Literatur

- BLW, 2010. Agrarumweltmonitoring. Verfügbar unter <http://www.blw.admin.ch/themen/00010/00070/index.html?lang=de> [15.12.2010].
- Bockstaller C., Gaillard G., Baumgartner D., Freiermuth Knuchel R., Reinsch M., Brauner R. & Unterseher E., 2006. Betriebliches Umweltmanagement in der Landwirtschaft: Vergleich der Methoden INIDIGO, KUL/USL, REPRO und SALCA. ITADA, Colmar, 134 S. Verfügbar unter <http://www.agroscope.admin.ch/oekobilanzen/01194/index.html?lang=de> [20.05.2010].
- Pfefferli S., Graf M., Nemecek T. & Gaillard G., 2001. Monitoring und Management der potenziellen Umweltwirkungen der Landwirtschaft – Machbarkeitsstudie zur zentralen Auswertung einzelbetrieblicher Ökobilanzen. Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik, Tänikon, Schweiz. 88 Seiten.
- Rossier D. & Gaillard G., 2004. Ökobilanzierung des Landwirtschaftsbetriebs. Methode und Anwendung in 50 Landwirtschaftsbetrieben. Schriftenreihe der FAL 53. Agroscope FAL Reckenholz, Zürich, Schweiz, 142 Seiten.
- UNO, 1992. Report of the United Nations Conference on Environment and Development. 3–14 June 1992, Rio de Janeiro, Brazil. Verfügbar unter <http://www.un.org/documents/ga/conf151/aconf15126-1annex1.html> [15.12.2010].

2. Material und Methoden

Daniel U. Baumgartner, Martina Alig, Dunja Dux, Dierk Schmid und Silvio Blaser
Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART

Da im Projekt ZA-ÖB die Datenerhebung während dreier Jahre auf einer grossen Zahl von Betrieben zu erfolgen hatte und ebenso viele einzelbetriebliche Ökobilanzen zu rechnen waren, bedurfte es eines Gesamtsystems, um die Berechnungen möglichst effizient zu gestalten. Dieses Gesamtsystem bestand zum einen aus einem genau definierten Arbeits- und Datenfluss sowie zum anderen aus verschiedenen Software-Tools: AGRO-TECH (© AGRIDEA) zur Datenerhebung, SALCAprep für die Datenaufbereitung, SALCAcalc für die eigentliche Ökobilanzberechnung sowie SALCAcheck für die Validierung und die Übermittlung an die Zentrale Auswertung (ZA).

2.1 Auswahl der Betriebe und Datenerhebung

2.1.1 Auswahlplan und Schichtung der Stichprobe

Zur Rekrutierung der Betriebe durch die Ökobilanzierungsstelle wurde ein Auswahlplan vorgegeben (siehe Anhang 5.4, Tabelle 32, Tabelle 33). Für Auswertungen war es sinnvoll, Gruppen mit vergleichbaren Betrieben zu bilden. Dazu wurden aufgrund der Streuung der Resultate der 50 im Vorprojekt untersuchten Betriebe die folgenden Schichtungskriterien definiert (Pfefferli et al., 2001):

- Betriebstyp S4 FAT99 (Anhang 5.2), um Betriebe mit ähnlichen Produktionsrichtungen zusammenzufassen,
- Region (Tal-, Hügel-, Bergregion), um unterschiedliche Winterfütterungsdauer (Futterlagerraum, Konservierungsfutter) sowie unterschiedliche topographische (Treibstoffverbrauch) und klimatische Voraussetzungen (Ökonomiegebäude) zu berücksichtigen.
- Die Landbauform (Biologischer Landbau, ÖLN) wurde nur bei den grössten Schichten (Milchvieh- und Mutterkuh-Betriebe) berücksichtigt. In den restlichen Schichten war die Gruppengrösse zu klein, um Auswertungen durchzuführen.

Da es sich bei den Referenzbetrieben ZA-BH nicht um eine Zufallsstichprobe handelt (siehe Anhang 5.3), wurde auch für das Projekt ZA-ÖB auf eine freiwillige Datenablieferung mit Verzicht auf Zufallsauswahl gesetzt.

2.1.2 Rekrutierung der Betriebe und Datenerhebung

Die Rekrutierung der Betriebe hat die Ökobilanzierungsstelle in Zusammenarbeit mit den Treuhandstellen des Schweizerischen AGRO-Treuhanders Verbands durchgeführt. Im Dezember 2005 wurden alle Referenzbetriebe der ZA-BH angeschrieben und über das Projekt ZA-ÖB informiert. Der durch die Treuhandstellen durchgeführte Versand beinhaltete neben einem Informationsschreiben ein Anmeldeformular, mit dem sich die angeschriebenen

Betriebe bei der ÖBS oder ihrer Treuhandstelle für die Teilnahme im Projekt ZA-ÖB anmelden konnten. In der nachfolgenden Phase der Datenerfassung durch die Landwirte gab es je nach Wünschen der Treuhandstellen verschiedene Varianten für die Betreuung der Landwirte. Diese reichten von der vollständigen Betreuung durch die Treuhandstelle bis zur vollständigen Betreuung durch die Ökobilanzierungsstelle. In allen Fällen stand die Ökobilanzierungsstelle den Landwirten und Treuhändern für Fragen und Auskünfte unterstützend zur Seite.

Von der Datenerfassung bis zur einzelbetrieblichen Auswertung waren folgende Akteure beteiligt:

- Landwirte: Die Teilnahme im Betriebsnetz ZA-ÖB erfolgte für die Referenzbetriebe der ZA-BH auf freiwilliger Basis.
- Ökobilanzierungsstelle: Sie setzte sich zusammen aus der TSM Treuhand GmbH, Bern, und der ARGE Natur und Landschaft, Hergiswil. Sie war zuständig für die Unterstützung der Treuhandstellen bei der Rekrutierung der Betriebe und für die Unterstützung der teilnehmenden Landwirte bei der Datenerfassung sowie für die Plausibilisierung der Daten und die Berechnung der Ökobilanzen. Weiter erstellte sie die Rückmeldung für die Landwirte in Form eines für jeden Betrieb individuellen Berichtes und jährlichen Infoveranstaltungen.
- Forschungsgruppe Ökobilanzen ART: Sie erstellte die Tools für die Berechnung und Erstellung der einzelbetrieblichen Ökobilanzen zuhanden der Ökobilanzierungsstelle und war Anlaufstelle für methodische Fragen.
- Zentrale Auswertung ART: Mit Hilfe der Daten von 3000 bis 4000 Betrieben, welche ihre Buchhaltung der Zentralen Auswertung abliefern, analysiert sie die wirtschaftliche Situation in der Landwirtschaft und stellt die Daten für weitere Anwendungen zur Verfügung. Für die Daten von ZA-ÖB wurde die bestehende Infrastruktur genutzt, und es wurden die ökologischen mit den ökonomischen Daten verknüpft.
- Treuhandstellen: Sie erstellen für Landwirtschaftsbetriebe steuerliche und betriebswirtschaftliche Buchhaltungsabschlüsse und liefern betriebswirtschaftliche Buchhaltungen ausgewählter Landwirtschaftsbetriebe an die Zentrale Auswertung. Sie waren für die Rekrutierung und danach für die Kontakte zu den teilnehmenden Landwirten sowie deren Unterstützung bei allgemeinen Fragen zur Datenerfassungssoftware zuständig.

2.1.3 Grenzen bei der Rekrutierung und Auswahl der Betriebe

Auf der Basis der statistischen Auswertung von Vertrauensgrenzen der Ökobilanzresultate von 50 Betrieben aus

Phase 1 erschien eine Stichprobe von rund 300 Betrieben als zweckmässig (Pfefferli *et al.*, 2001). Der ursprünglich für alle drei Erfassungsjahre vorgesehene Stichprobenumfang wurde für das erste Erfassungsjahr 2006 auf 110 Betriebe reduziert, dabei wurde das Schwergewicht auf die Talregion gelegt. Die Gründe dafür lagen in zeitlichen Verzögerungen durch aufwändige Prozesse bei der Vergabe der Software-Entwicklung zur Datenerfassung und der Ökobilanzierungsstelle sowie im limitierten Projektbudget.

Die Verteilung der Betriebe in den einzelnen Schichten der Grundgesamtheit führte zu den zwei Auswahlplänen für die Erfassungsjahre 2006 (Anhang 5.4, Tabelle 32) und 2007/08 (Anhang 5.4, Tabelle 33).

Die Rekrutierung der Betriebe war schwieriger als erwartet, so dass das gewünschte Soll an auswertbaren Betrieben in keinem der drei Erfassungsjahre erreicht werden konnte. Gründe dafür waren:

- Der Erstkontakt zu den Landwirten wurde aus Datenschutzgründen über die Treuhandstellen hergestellt. Dies führte zu einer zeitlichen Verzögerung der Datenerfassung.
- Die Anzahl der interessierten Betriebe lag nur leicht über der Sollvorgabe von 110 bzw. 300 Betrieben. Das bedeutete, dass die Betriebszahl unter die Sollvorgabe sank, sobald Betriebe ausstiegen.
- Die Ausstiegsquote wurde zu Beginn der Rekrutierung zu tief eingeschätzt, wie später festgestellt werden musste. Eine Nachrekrutierung war schwierig zu realisieren,

da die rückwirkende Datenerfassung hohe Anforderungen an den Betriebsleiter stellte. Zudem hätte dies die Datenqualität nachteilig beeinflusst.

- Es musste eine hohe Ausstiegsquote hingenommen werden, obwohl jederzeit grosse Anstrengungen unternommen wurden, die Betriebe für eine Fortführung zu motivieren. Die am häufigsten genannten Gründe für den Abbruch der Teilnahme am Projekt waren:
 - Zu wenig Zeit
 - Änderung der familiären/betrieblichen Situation (z. B. Betriebsleitungswechsel)
 - Änderung der betrieblichen Situation (Neuausrichtung der Betriebsorganisation)
 - Anforderungen an die ZA-BH nicht mehr erfüllt
 - Aufwand und Ertrag stimmen nicht
 - Mangelndes Interesse
 - Motivationsprobleme
 - Skepsis gegenüber dem Projektinhalt
 - Aufwand für die Erstdatenerfassung wurde unterschätzt
 - Start zur Datenerhebung verpasst und dann aufgrund des zeitlichen Rückstands nicht weiterverfolgt, weil die verspätete Auslieferung der AGRO-TECH-Software-Erweiterung dazu führte, dass die Erstdatenerfassung auf den Beginn der Vegetationsperiode fiel
 - Konkret zu erwartender Nutzen aus dem Projekt zu Projektbeginn zu wenig sichtbar.

Mit grossem Aufwand an Betreuung und Hilfestellungen bei der Datenerfassung sowie zusätzlichem finanziellem Anreiz konnten für das Erfassungsjahr 2006 59 Betriebe, für 2007 113 Betriebe und für 2008 106 Betriebe in die Datenbank der Zentralen Auswertung aufgenommen

Tabelle 1: Anzahl teilnehmender Betriebe im Erfassungsjahr 2006.

11 Ackerbau	9	1		10
13 Gemüse-/Gartenbau	1			1
14 Obstbau	2			2
15 Weinbau	1			1
16 Andere Spezialkulturen	1			1
21 Verkehrsmilch	8	1	1	10
Nicht-Bio	3	2		5
22 Mutterkühe		1	2	3
Nicht-Bio		1	1	2
Bio				
23 Anderes Rindvieh		1	1	2
31 Pferde/Schafe/Ziegen	1	0		1
42 Schweine				0
43 Geflügel				0
44 Andere Veredlung				0
51 Komb. Verkehrsmilch/Ackerbau	8			8
52 Kombiniert Mutterkühe	1			1
53 Kombiniert Veredlung	6	2	1	9
55 Komb. Andere/Verkehrsmilch	1	1		2
56 Kombiniert Andere/Rindvieh	1			1
57 Kombiniert nicht zuteilbar				0
Total Ist	43	10	6	59

Tabelle 2: Anzahl teilnehmender Betriebe im Erfassungsjahr 2007.

Betriebstyp	LBF	Tal	Hügel	Berg	Total Ist
11 Ackerbau		9	1		10
13 Gemüse-/Gartenbau		1			1
14 Obstbau		2			2
15 Weinbau		1			1
16 Andere Spezialkulturen		1			1
21 Verkehrsmilch	Nicht-Bio	6	9	9	24
	Bio	2	3	5	10
22 Mutterkühe	Nicht-Bio		1	2	3
	Bio	1	1	1	3
23 Anderes Rindvieh			1	3	4
31 Pferde/Schafe/Ziegen		1		1	2
42 Schweine			1	1	2
43 Geflügel					
44 Andere Veredlung					
51 Komb. Verkehrsmilch/Ackerbau		13	2		15
52 Kombiniert Mutterkühe		3	2		5
53 Kombiniert Veredlung		7	7	2	16
55 Komb. Andere/Verkehrsmilch		4	3	1	8
56 Kombiniert Andere/Rindvieh		3			3
57 Kombiniert nicht zuteilbar		2	1		3
Total Ist		56	32	25	113

Tabelle 3: Anzahl teilnehmender Betriebe im Erfassungsjahr 2008.

Betriebstyp	LBF	Tal	Hügel	Berg	Total Ist
11 Ackerbau		11	1		12
13 Gemüse-/Gartenbau		1			1
14 Obstbau		1			1
15 Weinbau		1			1
16 Andere Spezialkulturen					
21 Verkehrsmilch	Nicht-Bio	5	7	9	21
	Bio	1	5	5	11
22 Mutterkühe	Nicht-Bio		2	2	4
	Bio		1	1	2
23 Anderes Rindvieh			1	2	3
31 Pferde/Schafe/Ziegen		1		1	2
42 Schweine			1		1
43 Geflügel					
44 Andere Veredlung					
51 Komb. Verkehrsmilch/Ackerbau		12			12
52 Kombiniert Mutterkühe		4	1		5
53 Kombiniert Veredlung		8	6	3	17
55 Komb. Andere/Verkehrsmilch		4	4		8
56 Kombiniert Andere/Rindvieh		2	1		3
57 Kombiniert nicht zuteilbar		1	1		2
Total Ist		52	31	23	106

werden. Die Verteilung der Betriebszahl in den einzelnen Schichten ist in Tabelle 1 bis Tabelle 3 dargestellt.

2.2 Betriebliche Ökobilanzierung

2.2.1 Ziel der betrieblichen Ökobilanzierung

Die betriebliche Ökobilanzierung hat zum Ziel, die potenziellen Umweltwirkungen eines Betriebs zu schätzen, die wichtigsten Einflussgrößen auf diese zu ermitteln und die

Kenntnisse über die Umweltwirkungen bestimmter Produktionssysteme sowie von gewissen Produkten zu verbessern.

Die betriebliche Ökobilanzierung kann zwei Untersuchungsebenen haben: eine bestimmte Gruppe von Betrieben oder ein einzelner Landwirtschaftsbetrieb. Im Projekt Zentrale Auswertung von Ökobilanzen landwirtschaftlicher Betriebe werden beide Ebenen untersucht, damit sie den beiden strategischen Hauptzielen des Projekts gerecht werden (siehe Kapitel 1.1.2):

1. Umweltmanagementinstrument für Landwirtschaftsbetriebe.
2. Ermittlung der potenziellen Umweltwirkungen der Schweizer Landwirtschaftsbetriebe.

Durch die Vorstudie von Rossier & Gaillard (2004) und die Machbarkeitsstudie (Pfefferli *et al.*, 2001) (siehe Kapitel 1.1.1) wurde die Ökobilanzierung als geeignetes Instrument zur Abbildung der potenziellen Umweltwirkungen von Landwirtschaftsbetrieben und ihren Produkten identifiziert, da sie die gleichzeitige Betrachtung von verschiedenen Umweltwirkungen für verschiedene Funktionen der Landwirtschaft erlaubt. Im Folgenden wird die Methode kurz vorgestellt.

2.2.2 Grundkonzept

Die Ökobilanzierung ist ein Werkzeug des Umweltmanagements, welches für Entscheidungsträger entworfen wurde – seien dies Firmenchefs, Behörden oder Interessenvertreter (Rossier & Gaillard, 2004). Die Ökobilanz wird auch als Lebenszyklusanalyse oder Life Cycle Assessment (LCA) bezeichnet. Dies deshalb, weil ein Betrieb oder ein Produkt über seinen ganzen Lebensweg betrachtet wird, das heisst «von der Wiege bis zur Bahre». Dabei erfasst, quantifiziert und bewertet die Ökobilanz alle Ressourcen und Emissionen, die für die Umweltwirkungen eine Rolle spielen, angefangen bei der Förderung der Rohstoffe über die Herstellung und Nutzung von Produktionsmitteln bis hin zur Entsorgung oder Wiederverwertung der Abfälle.

Für die Landwirtschaft liegen bereits zahlreiche Systeme vor, anhand derer die direkten Auswirkungen einer bestimmten Produktionsweise auf die Umwelt (z.B. Emissionen auf dem Feld beim Gülle ausbringen) untersucht werden können. Die Ökobilanz beschreibt neben diesen direkten auch die indirekten Umweltwirkungen, die mit der Herstellung eines landwirtschaftlichen Produktes verbunden sind. So entstehen beispielsweise bei der Herstellung und beim Transport der eingesetzten Mineraldünger zusätzliche Emissionen und ein Verbrauch von Ressourcen. Diese in den Vorketten anfallenden Umweltwirkungen werden aus den Ökobilanzdatenbanken ecoinvent (ecoinvent Centre, 2007) und SALCA bezogen und sind in der Berechnung der Ökobilanz des Betriebes eingeschlossen.

Gemäss ISO 14040 (2006) umfasst die Ökobilanzmethode vier Phasen:

1. Festlegung des Ziels und Untersuchungsrahmens

Durch die Festlegung des Ziels und des Untersuchungsrahmens werden die Grundzüge der Studie bestimmt. Dazu gehören die Bezugsgrössen (funktionelle Einheiten) und die Systemgrenzen. Damit wird auch bestimmt, welche Daten erhoben werden müssen und welche nicht. Ebenso wird die Auswahl der untersuchten Wirkungskategorien festgelegt.

2. Sachbilanz

Diese Phase beinhaltet die Erhebung und Quantifizierung der Daten. Die Sachbilanz ist ein Inventar von all dem, was in die Produktion hineinfliesst (= Inputs), das heisst Ressourcen, Infrastruktur und Produktionsmittel, und dem, was den Betrieb verlässt (= Outputs), das heisst Produkte, Emissionen, Abfälle. Die Sachbilanz verknüpft die von den Landwirten erfassten Produktionsdaten (z.B. Saatgut, Maschinen, Strom, Ernteprodukte, Milch, etc.) mit Emissionsmodellen und Ökoinventaren aus SALCA. Genau betrachtet, besteht diese Phase aus zwei Teilen:

Produktionsinventar: Die technisch-agronomische Beschreibung eines Produktionssystems, hier der Landwirtschaftsbetrieb, wird als Produktionsinventar bezeichnet. Es umfasst Angaben über die Art und Menge der eingesetzten Produktionsmittel (Inputs), Art und Zeitpunkt von Massnahmen und die Produkte.

Ökoinventar: Für eine Einheit einer Infrastruktur oder eines Produktionsmittels werden sämtliche aufgewendeten Ressourcen und die dabei entstandenen Emissionen aufgelistet. Diese Art von Ökoinventare wird als Einheitsprozess bezeichnet. Beispiele dafür sind die Ökoinventare für 1 m² Laufstall, 1 kg Traktor oder 1 kg Diesel. Die verwendeten Ökoinventare stammen aus der SALCA-Datenbank Version 081 (Kägi, 2008; interner Bericht).

3. Wirkungsabschätzung

Der Zweck dieser Phase ist es, die verschiedenen in der Sachbilanz enthaltenen Informationen in Umweltwirkungen zusammenzufassen, welche die wesentlichen ökologischen Probleme der heutigen Gesellschaft abdecken und bei denen es wichtig ist das untersuchte Produktionssystem zu verbessern (Rossier & Gaillard, 2004). Die Wirkungsabschätzung beurteilt die potenziellen Umweltwirkungen der in der Sachbilanz ermittelten Energie- und Stoffflüsse (Ressourcen und Emissionen). Flüsse mit ähnlichen Auswirkungen auf die Umwelt werden zu Gruppen, so genannten Wirkungskategorien, zusammengefasst (z.B. Treibhauspotenzial, Eutrophierung oder Ökotoxizität). Damit werden die umfangreichen Inventare aus der Sachbilanz zusammengefasst und die Interpretation ermöglicht.

4. Auswertung

In der letzten Phase der Ökobilanz werden die Ergebnisse der Sachbilanz und Wirkungsabschätzung interpretiert und daraus Handlungsempfehlungen abgeleitet.

2.2.3 Systemdefinition und -abgrenzung

Die landwirtschaftliche Produktion im engeren Sinne (d.h. ohne Wald, Agrotourismus, etc.) bildet die räumliche Systemgrenze des Landwirtschaftsbetriebs. Das bedeutet, dass die gesamte landwirtschaftliche Nutzfläche, einschliesslich der Ökoausgleichsflächen und der Infrastruktur, die für die Erzeugung der landwirtschaftlichen Pro-

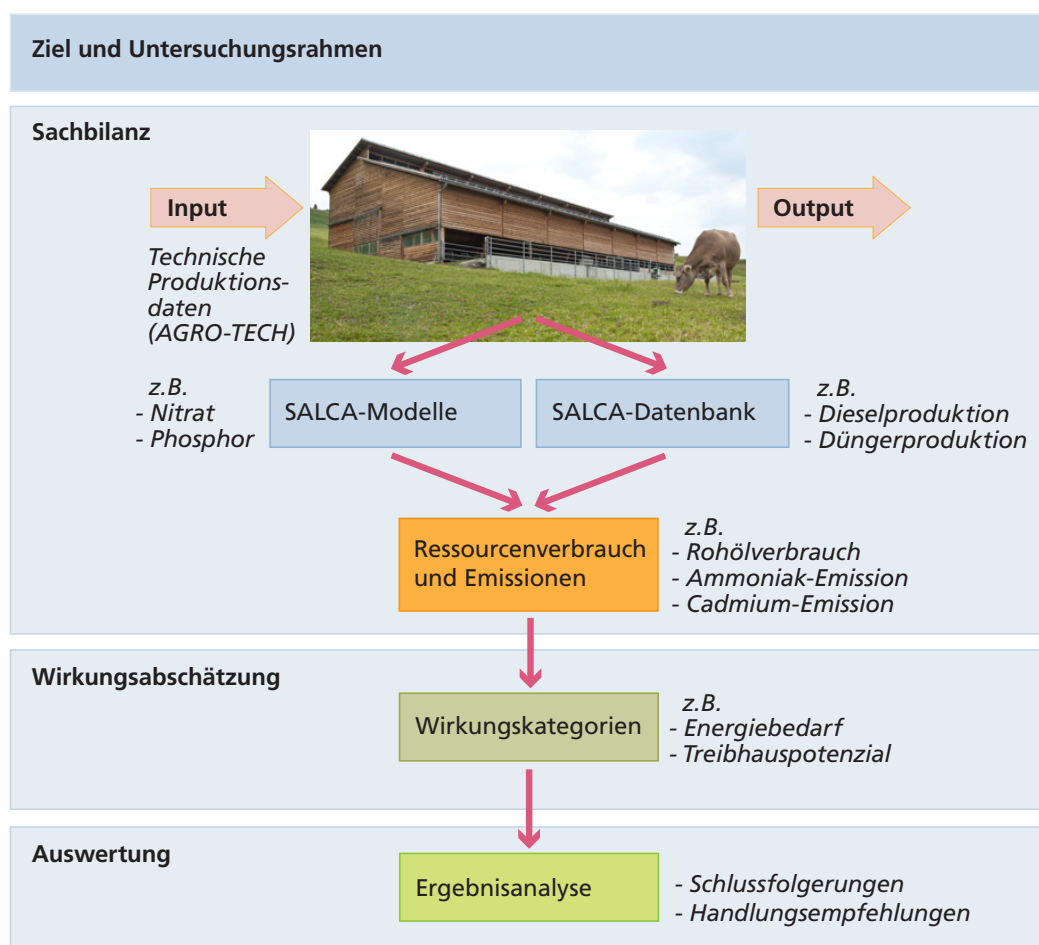


Abbildung 2: Die vier Phasen der Ökobilanzierung

dukte eingesetzt wird, berücksichtigt wird (Abbildung 3). Bilanziert werden sämtliche landwirtschaftliche Tätigkeiten, wie auch die eingesetzten Produktionsmittel (z.B. Diesel, Mineraldünger, zugekaufte Kälber, Arbeiten durch Dritte). Vom Produktionssystem ausgenommen sind Gebäude, Infrastruktur, Einrichtungen und Flächen, welche für den Wohngebrauch genutzt oder für einen Zusatzverdienst verwendet werden. Darunter fallen das Wohngebäude, der Wald, der Hofladen, Verarbeitungsanlagen (z.B. Käserei), Infrastruktur für Agrotourismus, Arbeiten für Dritte und nicht-landwirtschaftliche Tätigkeiten.

Die Ökobilanz bezieht sich auch zeitlich betrachtet auf die oben beschriebenen landwirtschaftlichen Tätigkeiten. Beim Ackerbau wird der Bilanzierungszeitraum dabei auf Parzellenebene bestimmt und beginnt nach der Ernte der letzten Hauptkultur bis zur Ernte der aktuellen Hauptkultur. Für die übrigen landwirtschaftlichen Tätigkeiten (Graslandbewirtschaftung, Tierhaltung) gilt die Jahresperiode vom 1. Januar bis zum 31. Dezember des Untersuchungsjahrs.

2.2.3.1 Inputgruppen

Damit ein Landwirtschaftsbetrieb Futter- oder Lebensmittel produzieren kann, braucht er Infrastruktur und

eine Reihe von Produktionsmitteln. Diese werden zur besseren Übersicht in sogenannte Inputgruppen zusammengefasst. Im Projekt ZA-ÖB wurden für das Ökobilanzberechnungssystem SALCABetrieb elf Inputgruppen definiert (Tabelle 4).

Zu Infrastruktur zählen die Inputgruppen «Gebäude, Einrichtungen» und «Maschinen». Die Inputgruppen «Düngung, Nährstoffe», «PSM» (Pflanzenschutzmittel) und «Saatgut Zukauf» sind dem Pflanzenbau zuzurechnen. Die Inputgruppen der Tierproduktion sind «Futtermittel Zukauf», «Tiere Zukauf», «Eigene Tiere abwesend» und «Tiere Emissionen». Schliesslich gibt es die Inputgruppen «Energieträger» und «Übrige Inputs», welche sowohl dem Pflanzenbau wie der Tierproduktion zuzurechnen sind.

2.2.3.2 Produktgruppen

Damit Auswertungen nicht nur für den gesamten Betrieb, sondern auch für einzelne Produkte möglich sind, braucht es im Bilanzierungssystem eine feinere Auflösung. Dazu wird der Betrieb in einzelne Produktgruppen aufgeteilt. Die Produktgruppen fassen gleichartige Produkte zusammen und entsprechen weitgehend den in der Landwirtschaft geläufigen Betriebszweigen. Für die Definition der Produktgruppen wurden jeweils mehrere Betriebszweige

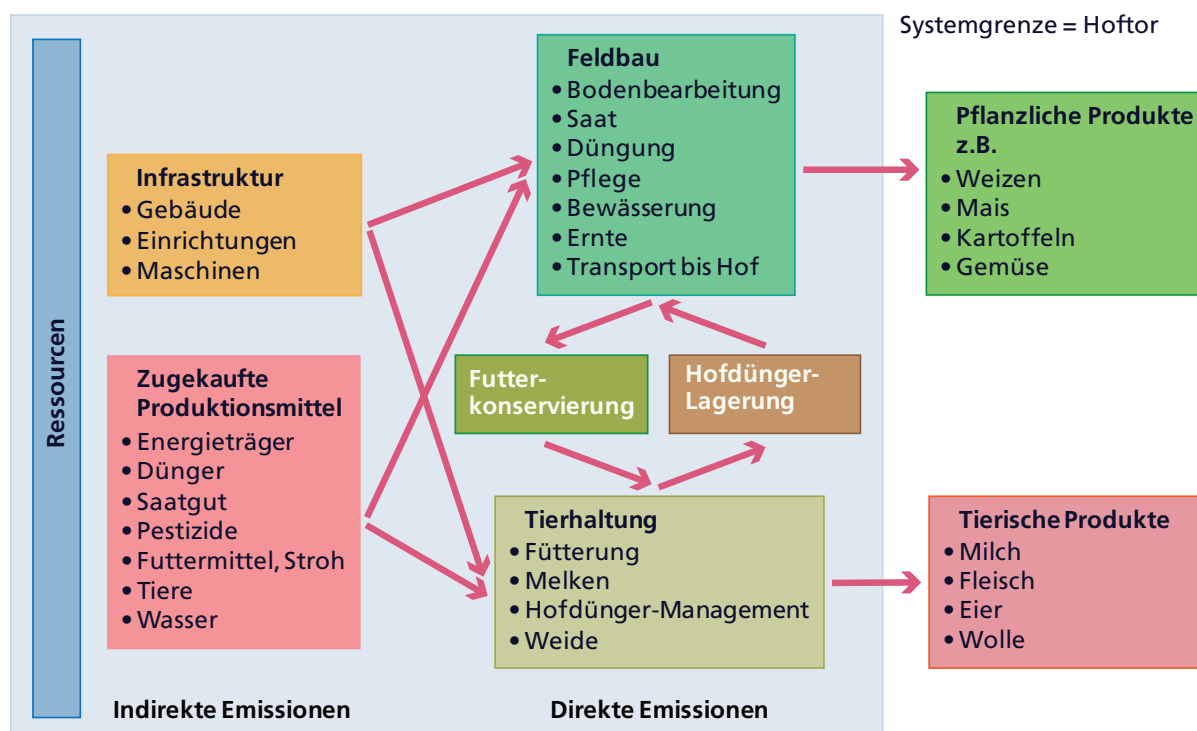


Abbildung 3: Schematische Darstellung des Produktionssystems in ZA-ÖB

Tabelle 4: Übersicht der in ZA-ÖB verwendeten Inputgruppen (IG).

Inputgruppen	Emissionsquellen
Gebäude, Einrichtungen	Herstellung der Infrastruktur
Maschinen	Herstellung der Maschinen
Energieträger	Herstellung und Einsatz von Diesel, Elektrizität, Heizöl, Erdgas, etc.
Düngung, Nährstoffe	Herstellung von Mineraldüngern sowie direkte Feldemissionen bei der Ausbringung von Mineral- und Hofdüngern
PSM (Pflanzenschutzmittel)	Herstellung und Einsatz von Pflanzenschutzmitteln
Saatgut Zukauf	Produktion von zugekauftem Saatgut
Futtermittel Zukauf	Produktion von zugekauften Futtermitteln
Tiere Zukauf	Aufzucht von zugekauften Tieren
Eigene Tiere abwesend	Emissionen der Tiere, die dem Betrieb gehören, aber zeitweise auswärts gehalten werden
Tiere Emissionen	Emissionen von Tieren, die bei der Verdauung, im Stall, bei der Hofdünger-lagerung sowie durch Weidegang entstehen
Übrige Inputs	Herstellung von Inputs wie Silofolie, Vogelschutz, Vliese, Schmierfette, etc.

aus ZA-BH zusammengefasst (Tabelle 5). Zur Berechnung der Resultate pro Produktgruppe wurden die einzelnen Produktionsmittel des Betriebs gemäss festgesetzten Regeln auf die Produktgruppen aufgeteilt (siehe Kapitel 2.2.5 Allokation und Zuweisung).

Ein Landwirtschaftsbetrieb hat in der Praxis meist mehrere Produktgruppen. Pro Betrieb berücksichtigt wurden all

jene Produktgruppen, die gemäss Buchhaltung (ZA-BH) eine Rohleistung aufwiesen. Den Produktgruppen, welche für den Gesamtbetrieb von marginaler Bedeutung waren (z.B. ein paar Obstbäume oder zwei, drei Mastschweine), wurde jeweils fix ein Rohleistungsanteil von 1 % zugeteilt, und sie wurden bei der Ökobilanzberechnung mitberücksichtigt. Die übrige Rohleistung wurde anteilmässig auf die hauptsächlichen Produktgruppen verteilt.

Tabelle 5: Übersicht über die in ZA-ÖB verwendeten Produktgruppen (PG). TS = Trockensubstanz.

Produktgruppe		Beispiele	Funktionelle Einheit
A Pflanzenproduktion			
A1	Getreide	Weizen, Gerste, Roggen, usw.	kg TS
A2	Mais	Körnermais, Silomais, CCM, usw.	kg TS
A3	Rüben und Kartoffeln	Zuckerrüben, Futterrüben, Kartoffeln	kg TS
A4	Übriger Acker- und Futterbau	Raps, Soja, Eiweisserbsen, Sonnenblumen, Heu, Grassilage, usw.	kg TS
A5	Gemüsebau	Karotten, Blumenkohl, Kopfsalat, usw.	kg TS
A6	Obstbau	Äpfel, Kirschen, usw.	kg TS
A7	Weinbau	Trauben	kg TS
B Tierproduktion			
B1	Milch	Kuhmilch	kg
B2	Rindviehmast	Rind	kg Lebendgewicht
B3	Rinderzucht	Zuchtkälber/-rinder	kg Lebendgewicht
B4	Schweinemast	Schwein	kg Lebendgewicht
B5	Schweinezucht	Ferkel	kg Lebendgewicht
B6	Übrige Tierhaltung	Geflügel, Eier, Pferde, Schaf, Schafsmilch, usw.	kg Lebendgewicht
C Nichtnahrungsmittel		Tabak, Chinaschilf, usw.	kg TS

2.2.4 Funktionen und funktionelle Einheit

Die schweizerische Landwirtschaft erfüllt gemäss Verfassungsauftrag verschiedene Funktionen für die Gesellschaft und die Umwelt, die unter dem Begriff Multifunktionalität zusammengefasst werden. Dazu gehören:

- Die produktive Funktion, nämlich die Erzeugung von Nahrungsmitteln, welche die Versorgung der Bevölkerung sicherstellt sowie Produktion von Futtermitteln, Tiere und Biomasse.
- Die Funktion Landbewirtschaftung, welche die landwirtschaftliche Nutzung des Bodens zur Erhaltung der Produktionsbereitschaft und der Pflege der Kulturlandschaft umfasst.
- Die finanzielle Funktion, bei der die Erwirtschaftung eines befriedigenden Erlöses das Ziel ist.
- Die ökologische Funktion, deren Aufgabe die Erhaltung der natürlichen Produktionsgrundlagen ist.

In der vorliegenden Studie wurden alle vier erwähnten Funktionen behandelt. Die ersten drei als Bezugsgrössen, sogenannte funktionelle Einheiten. Letztere wird in der Ökobilanz als positive oder negative Umweltwirkung bei der Erfüllung einer der drei ersten Funktionen abgebildet.

Folgende Ziele können bezüglich der ersten drei Funktionen formuliert werden (Nemecek *et al.*, 2005):

- Produktive Funktion: Ziel ist es, eine Produktionseinheit mit möglichst geringer Umweltlast zu erzeugen. Auf Stufe Betrieb werden die Umweltwirkungen auf die funktionelle Einheit Nahrungsenergie für den Menschen, ausgedrückt in MJ Verdauliche Energie (MJ VE), bezogen. Zur Ermittlung derselben, werden sämtliche Erzeugnisse des betrachteten Betriebs in die für den Menschen verdauliche Energie umgerechnet. Produkte

für die tierische Erzeugung werden ebenfalls berücksichtigt, indem die daraus entstehende Nahrungsenergie für den Menschen abgeschätzt wird. Dazu werden Umwandlungsfaktoren errechnet, um die spätere Verarbeitung in Lebensmittel (Milch, Fleisch) mit Hilfe von standardisierten Produktionsszenarien zu berücksichtigen. Auf Stufe der Produktgruppen ist die funktionelle Einheit je nach Produkt 1 kg Trockensubstanz, Lebendgewicht oder Milch (siehe auch Tabelle 5).

- Funktion Landbewirtschaftung: Ziel ist es, eine Flächeneinheit während eines bestimmten Zeitraums mit möglichst geringer Umweltlast zu bewirtschaften. Die funktionelle Einheit ist eine Hektare landwirtschaftliche Nutzfläche (ha LN * Jahr).
- Finanzielle Funktion: Ziel ist es, einen Franken mit möglichst geringer Umweltlast zu erwirtschaften. Die funktionelle Einheit dazu ist ein Franken Rohleistung. Es handelt sich um die Rohleistung ZA-ÖB, welche in Anhang 5.5 definiert ist.

In dieser Studie werden die drei untersuchten Funktionen gleichwertig betrachtet, alle drei Standpunkte sind gleichermassen zu erfüllen.

2.2.5 Allokation und Zuweisung

Im Projekt ZA-ÖB wird eine Aufteilung (Allokation) der Umweltwirkungen auf die Produktgruppen vorgenommen. Dabei muss festgelegt werden, wie die Inputs, Prozesse und Infrastruktur auf die 14 Produktgruppen (PG; siehe 2.2.3.2) aufzuteilen sind. Diese Aufteilung wird nicht durch den Landwirt selbst vorgenommen, weil es sich in den Vorabklärungen als zu schwierig erwies und ein einheitliches Vorgehen für alle Betriebe nicht garantiert gewesen wäre.

Folgende Kriterien kamen bei der Allokation zur Anwendung:

- Eindeutige Zuweisung, wenn immer möglich (keine Allokation). Hier wird der betreffende Input ganz zu einer bestimmten Produktgruppe zugewiesen. Dies ist der Fall für alle eindeutig zuweisbaren Inputs, z.B. ein Melkstand, welcher direkt der PG Milch, oder ein Schweinemaststall, welcher ganz der PG Schweinemast zugewiesen werden kann
- Allokation aufgrund physischer Kriterien (ha, GVE)
- Allokation aufgrund monetärer Kriterien, das heisst die Rohleistung aus den einzelnen Produktgruppen

Die Definition der Allokationsschlüssel für alle nicht eindeutig zuweisbaren Inputs geschieht auf zwei Ebenen:

- Gesamtbetrieb: Für Gebäude, Maschinen, Energieträger und Hilfsstoffe, Futtermittel, Tiere und direkte Stallemissionen. Auf Stufe Betrieb kommen mehrere Allokationsschlüssel zum Einsatz.
- Parzelle: Für direkte Feldemissionen und alle Inputs, welche sich aus den parzellenbezogenen Massnahmen ergeben, nämlich Saatgut, Dünger und PSM. Für jede Parzelle wird genau ein Allokationsschlüssel definiert.

Die Details sind im Anhang 5.6 dargelegt.

2.2.6 Direkte Feld- und Hofemissionen

An der Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART wurden für die Ermittlung der direkten Feld- und Hofemissionen im Rahmen der Ökobilanzmethode SALCA verschiedene Modelle entwickelt oder angepasst. Diese erlauben eine Abschätzung der Emissionen von Ammoniak, Nitrat, Lachgas, Phosphor, Methan und Schwermetallen. Im Folgenden wird ein kurzer Überblick über diese Modelle gegeben. Eine ausführlichere Beschreibung findet sich bei Nemecek *et al.* (2010).

Ammoniak (NH₃): Ammoniakverluste von tierischen Ausscheidungen im Stall und auf der Weide sowie während der Hofdüngerlagerung und der Ausbringung von Mineraldüngern wurden gemäss Menzi *et al.* (1997) berechnet. Die Berechnung der NH₃-Verluste bei der Ausbringung von Hofdüngern basiert auf Katz (1996; aus Menzi *et al.*, 1997).

Nitrat (NO₃): Die Abschätzung der Nitratauswaschung für Acker- und Wieslandkulturen wurde mit dem Modell von Richner *et al.* (2006) vorgenommen. Berechnet werden auf monatlicher Basis die N-Mineralisierung im Boden sowie die N-Aufnahme durch die jeweilige Kultur. Zusätzlich wird das Nitratauswaschungsrisiko durch Einsatz von Düngern während ungünstiger Perioden unter Berücksichtigung der Kultur, des Ausbringungsmonats und der potenziellen Wurzeltiefe errechnet.

Lachgas (N₂O): Die Emissionsfaktoren für die Berechnung der Lachgasemissionen stammen aus IPCC (2006). Dabei werden sowohl die direkten N₂O-Emissionen, wie auch die induzierten berücksichtigt. Direkte Emissionen kommen aus der Ausbringung von Stickstoffdüngern und der Einarbeitung von Ernterückständen; induzierte Emissionen entstehen aus der Reaktion von NH₃ und NO₃ zu N₂O bei Nitrat- und Ammoniakverlusten.

Bodenabtrag/ Erosion: Das Erosionsrisiko wird aufgrund von Bewirtschaftungs- (Flächenanteil bestimmter Hauptkulturen in der Fruchtfolge, Einsatz von Zwischenkulturen und besonderen Anbautechniken) und Standorteinflüssen (geographische Lage, Bodenart, Gefälle, Fließstrecke und Körnung) berechnet. Als Ergebnis wird der mittlere potenzielle Gesamt-Bodenabtrag ermittelt. Die Methode basiert auf Mosimann und Rüttimann (1999, zitiert in Oberholzer *et al.*, 2006). Das Verfahren wurde für die Ökobilanzierung gemäss der Methode SALCA vereinfacht (Oberholzer *et al.*, 2006).

Phosphor (PO₄): Die Phosphorverluste wurden mit dem Modell von Prasuhn (2006) berechnet. Dieses unterscheidet Phosphoreinträge in Oberflächengewässer durch Oberflächenabschwemmung, Bodenerosion und Drainageverluste sowie Phosphorverluste durch Auswaschung ins Grundwasser. Dabei werden Landnutzungskategorie, Art der Dünger, die Menge des ausgebrachten Phosphors sowie Bodeneigenschaften und Topographie (für Erosion) berücksichtigt.

Methan (CH₄): Methanemissionen aus der Tierhaltung und der Hofdüngerlagerung wurden gemäss den Emissionsfaktoren nach IPCC (2006) berechnet, mit Ausnahme der Milchkühe, bei denen die Formel von Kirchgessner *et al.* (1993) verwendet wurde, welche den Einfluss der Fütterung auf die CH₄-Emissionen besser berücksichtigt. In die Berechnung eingeschlossen werden die Menge und Qualität des Futters sowie das Hofdüngermanagement.

Schwermetalle: Für die Berechnung der Schwermetallemissionen wurde das Modell von Freiermuth (2006) herangezogen, welches eine Input-Output-Bilanz darstellt. Berücksichtigt sind die Einträge durch Saatgut, Dünger, Futter- und Pflanzenschutzmittel. Austräge durch Ernteprodukte, Erosion und Auswaschung sind ebenfalls eingeschlossen. Die für die Landwirtschaft relevanten Schwermetalle sind Cadmium (Cd), Chrom (Cr), Kupfer (Cu), Blei (Pb), Quecksilber (Hg), Nickel (Ni) und Zink (Zn).

2.2.7 Betrachtete Ressourcen und Umweltwirkungen

Die von ART entwickelte Methode SALCA (Gaillard & Nemecek, 2009) beinhaltet die für die Landwirtschaft relevanten Umweltwirkungen in einer mid-point Wirkungsabschätzung, welche vorwiegend von den Methoden EDIP97 (Hauschild & Wenzel, 1998) sowie CML01 (Guinée *et al.*,

2001) stammt. Nachfolgend sind die berücksichtigten Ressourcen und Umweltwirkungen aufgelistet:

- Bedarf an nicht-erneuerbaren Energieressourcen (gemäss ecoinvent; Frischknecht *et al.*, 2004)
- Treibhauspotenzial (IPCC 2007)
- Ozonbildungspotenzial (EDIP97)
- Eutrophierungspotenzial (EDIP97)
- Versauerungspotenzial (EDIP97)
- Terrestrische Ökotoxizität (CML01)
- Aquatische Ökotoxizität (CML01)
- Humantoxizität (CML01)

Die folgenden Umweltwirkungen werden auf Stufe Sachbilanz betrachtet, da die in der Literatur beschriebenen Wirkungsabschätzungsmethoden als unbefriedigend beurteilt wurden (Nemecek *et al.*, 2005):

- Ressourcenbedarf P resp. K
- Flächenbedarf

Die Erfahrungen von früheren Ökobilanzen für landwirtschaftliche Systeme (Nemecek *et al.*, 2005) haben gezeigt, dass die nachfolgend aufgelisteten Ressourcen und Umweltwirkungen die Gesamtheit der in einer Ökobilanz berechneten Umweltwirkungen gut repräsentieren. Sie lassen sich in die folgenden drei Bereiche unterteilen: Ressourcen-, Nährstoff- und Schadstoffmanagement.

Die Verwendung der vier Wirkungskategorien Bedarf an nicht-erneuerbaren Energieressourcen, Treibhauspotenzial, Eutrophierungspotenzial und terrestrische Ökotoxizität für die Präsentation der Ergebnisse erlaubt eine bessere Kommunikation ohne Informationsverlust.

2.2.7.1 Ressourcenmanagement

Bedarf an nicht-erneuerbaren Energieressourcen: Entspricht dem Bedarf an nicht-erneuerbaren Energieressourcen (Erdöl, Erdgas, Stein- und Braunkohle, Uran), welcher gemäss der Methodik von ecoinvent (Frischknecht *et al.*, 2004) berechnet wurde. Er wird berechnet aus der Menge der verbrauchten Primärenergieträger multipliziert mit ihrem oberen Heizwert (Brennwert). Im Folgenden wird dieser als Energiebedarf bezeichnet.

Treibhauspotenzial: Dieses wird gemäss der Methodik IPCC (2007) für das Treibhauspotenzial über einen Zeitraum von 100 Jahren gerechnet. Die Hauptemissionen sind Kohlendioxid (CO₂), Lachgas (N₂O) und Methan (CH₄). Der aus der Flächenumwandlung freigesetzte Kohlenstoff wird mitgerechnet. Ansonsten wird biogener Kohlenstoff nicht berücksichtigt.

2.2.7.2 Nährstoffmanagement

Eutrophierungspotenzial gemäss der EDIP-Methode 97 (Hauschild & Wenzel, 1998). Das Eutrophierungspotenzial bezieht sich auf empfindliche Ökosysteme wie Magerwiesen, Hochmoore und Gewässer und nicht auf die Nährstoffanreicherung von landwirtschaftlichen Böden. Berücksichtigt werden N- und P-Verbindungen, welche via Wasser oder Luft in sensible Ökosysteme eingetragen werden.

2.2.7.3 Schadstoffmanagement

Ökotoxizität (Aquatische und Terrestrische): Hier wurde die Wirkungsabschätzungsmethode CML01 (Guinée *et al.*, 2001) angewendet. Die Charakterisierungsfaktoren wurden durch ART angepasst¹. Diese Wirkungskategorie ist für landwirtschaftliche Ökobilanzen sehr bedeutend, wegen der organischen und anorganischen (z.B. Schwermetalle) Substanzen, welche durch den Einsatz von Mineraldüngern und Pflanzenschutzmitteln in die Umwelt emittiert werden.

2.2.8 Auswertungskonzept

Das Auswertungskonzept kann entsprechend der beiden Hauptziele (siehe Kapitel 1.1.2) in zwei Bereiche unterteilt werden:

- Auswertungen zur Erstellung einer einzelbetrieblichen Rückmeldung
- Auswertungen des Datensatzes

Zu 1): Eine zentrale Voraussetzung zur Erstellung der einzelbetrieblichen Rückmeldung (siehe Kapitel 3.5) war die Schaffung einer Referenz. Aus Mangel an entsprechenden Vergleichswerten aus der Praxis wurde das Konzept der Vergleichsbetriebe entwickelt (siehe Kapitel 2.6). Dieses Konzept orientiert sich an der Idee des Umweltmanagements, wonach der Landwirt die Umweltwirkungen seines Betriebs freiwillig und im Vergleich zu ähnlichen Betrieben (kontinuierlich) verbessert. Es wird nicht mit Sollwerten operiert. Die Vergleichsbetriebe wurden, entsprechend der Klassifizierung der realen Betriebe, anhand der FAT99-Typologie (siehe Anhang 5.2) geschaffen, wobei ein Vergleichsbetrieb aus der Kombination von Betriebstyp, Region und Landbauform erstellt wurde. Die Vergleichsbetriebe basieren auf statistischen Daten und Praxiserhebungen, auf Planungsdaten, Expertenwissen und Abschätzungen (Zimmermann, 2008. Interner Bericht).

¹ siehe http://www.agroscope.admin.ch/oekobilanzen/01197/index.html?lang=de#sprungmarke0_21 > Wirkungsabschätzung > 'Aquatic and terrestrial ecotoxicity as well as human toxicity characterisation factors for pesticide emissions to soil according to the methods USES-LCA and EDIP' und 'Characterisation factors'.

Zu 2): Das Auswertungskonzept für den gesamten Datensatz setzt sich aus folgenden Teilen zusammen:

- Übersicht des Betriebsdatensatzes mit ausführlicher deskriptiver Statistik
- Ermittlung von Zusammenhängen
- Analyse von Einflussfaktoren (z.B. Betriebstyp, Milchleistung, Rohleistung, etc)
- Analysen auf Stufe des Betriebs und des Produkts
- Kombination mit wirtschaftlichen Indikatoren

Die Ergebnisse dieser Analysen sind in den Kapiteln 3.1, 3.2, 3.3 und 3.4 dargelegt.

2.3 Übersicht über den Arbeits- und Datenfluss

Abbildung 4 zeigt den Daten- und Arbeitsfluss im Projekt Zentrale Auswertung von Ökobilanzen landwirtschaftlicher Betriebe und die Verknüpfung mit dem Ablauf der Erfassung und Lieferung von Buchhaltungsdaten.

Mit Hilfe der Betriebsdatenbank AGRO-TECH (© AGRIDEA) wurden die benötigten Daten auf dem Landwirtschaftsbetrieb erhoben und an die Ökobilanzierungsstelle übermittelt. Nach erfolgreicher Plausibilisierung, in Kombination mit einer Prüfung von Auge, konnten die Produktionsinventare in SALCAcalc für die Berechnung der Ökobilanzen verwendet werden. Falls die Plausibilisierung nicht erfolgreich war, musste das Produktionsinventar bzw. die AGRO-TECH-Datei durch die ÖBS korrigiert werden, bevor die Daten dann zur weiteren Berechnungen in SALCAcalc verwendet werden konnten. Bei unvollständigen oder fehlerhaften Dateien wurden in einem Protokoll die festgestellten Mängel festgehalten und direkt oder via Treuhandstelle an den Landwirt zur Ergänzung und zur Korrektur der Daten übermittelt. Dieser Vorgang wurde so oft wiederholt, bis die Daten vollständig waren. In der Regel brauchte es dazu mehrere Durchgänge, von Jahr zu Jahr verbesserte sich aber die Datenqualität bei der ersten Lieferung.

Im Laufe des Projektes wurde ein zusätzliches Tool programmiert, die sogenannte Extraktionssoftware, mit welcher die datenschutzmassig heiklen Angaben im Datenbestand eines Betriebes vor der Auswertung gelöscht werden konnten.

Anschliessend bereitete die ÖBS die Daten mit Hilfe der Software-Tools SALCA auf und berechnete sowohl die Sachbilanz, wie auch die Wirkungsabschätzung jedes einzelnen Landwirtschaftsbetriebs und aller Produktgruppen des Betriebes. Die Ökobilanz-Daten sowie ausgewählte Betriebsdaten wurden anonymisiert an die Zentrale Auswertung von ART übermittelt. Nach der Zusammenführung von Buchhaltungs- und Ökobilanzdaten und einer Plausibilisierung wurden die Daten in die Datenbank der

Zentralen Auswertung aufgenommen und ausgewertet.

Die regionalen und nach Betriebstypen ausgewerteten Resultate flossen in den vorliegenden Schlussbericht sowie in die Abschlusstagung ein. Einzelne Resultate fanden auch Eingang in verschiedene Agrarberichte des BLW. Weiter erhielten die teilnehmenden Landwirte als Gegenleistung für die Datenerfassung jährlich eine finanzielle Entschädigung, eine individuelle Betriebsrückmeldung sowie die Möglichkeit zur Teilnahme an einer Infoveranstaltung.

2.4 Beschreibung der eingesetzten Informatik-Infrastruktur

Die Softwaretools zur Erfassung der Ökobilanzdaten und Berechnung der Ökobilanzen wurden zum Teil speziell für das Projekt ZA-ÖB entwickelt. Bei der Implementierung dieses Systems wurden folgende Grundsätze befolgt:

- Möglichst rationelle Datenerhebung, Ökobilanz-Berechnung und -Auswertung (Auslegung auf grosse Stichprobe).
- Implementierung gemäss Kosten/Nutzen-Überlegungen (es sollte keine perfekte, sondern eine wirtschaftliche Lösung für ein befristetes Projekt mit drei Jahren Datenerfassung gesucht werden).
- Entwicklung flexibler IT-Werkzeuge, so dass Erweiterungen und Anpassungen möglich sind, falls ZA-ÖB als Daueraufgabe weitergeführt würde.
- Einbau von Kontrollmechanismen zur Sicherung der Datenqualität. Dabei sollen Fehler und Inkonsistenzen möglichst früh erkannt und korrigiert werden.
- Modularer Aufbau des Systems und Definition von klaren Schnittstellen, so dass die gegenseitigen Abhängigkeiten der verschiedenen Systeme minimiert werden.
- Führen eines sauberen Versionsmanagements, sowohl für die Versionen der Software, als auch für die Daten.

2.4.1 Software-Komponenten, Datenfluss und Schnittstellen

Das Informatik-System ZA-ÖB besteht aus sieben verschiedenen Software-Installationen: AGRO-TECH (© AGRIDEA), SALCAprep, SALCAcalc und SALCAcheck, ZAsend, ZAPrep und ZAreport. AGRO-TECH diente zur Erfassung der produktionstechnischen Daten auf den einzelnen Landwirtschaftsbetrieben. SALCAprep las diese Daten aus AGRO-TECH aus, prüfte sie auf Plausibilität und bereitete sie für die Ökobilanz-Berechnung auf. Die eigentliche Ökobilanz-Berechnung fand anschliessend in SALCAcalc statt. Danach wurden die Ökobilanz-Resultate in SALCAcheck einer Prüfung unterzogen und für die Übermittlung an die ZA vorbereitet. Mit ZAsend standen ein Online-Plausibilisierungstest zur Erkennung von Inkonsistenzen zwischen den ZA-ÖB- und ZA-BH-Daten sowie die Möglichkeit für eine automatisierte Online-Datenablieferung zur Verfügung. ZAPrep führte die ökonomischen und ökologischen Daten

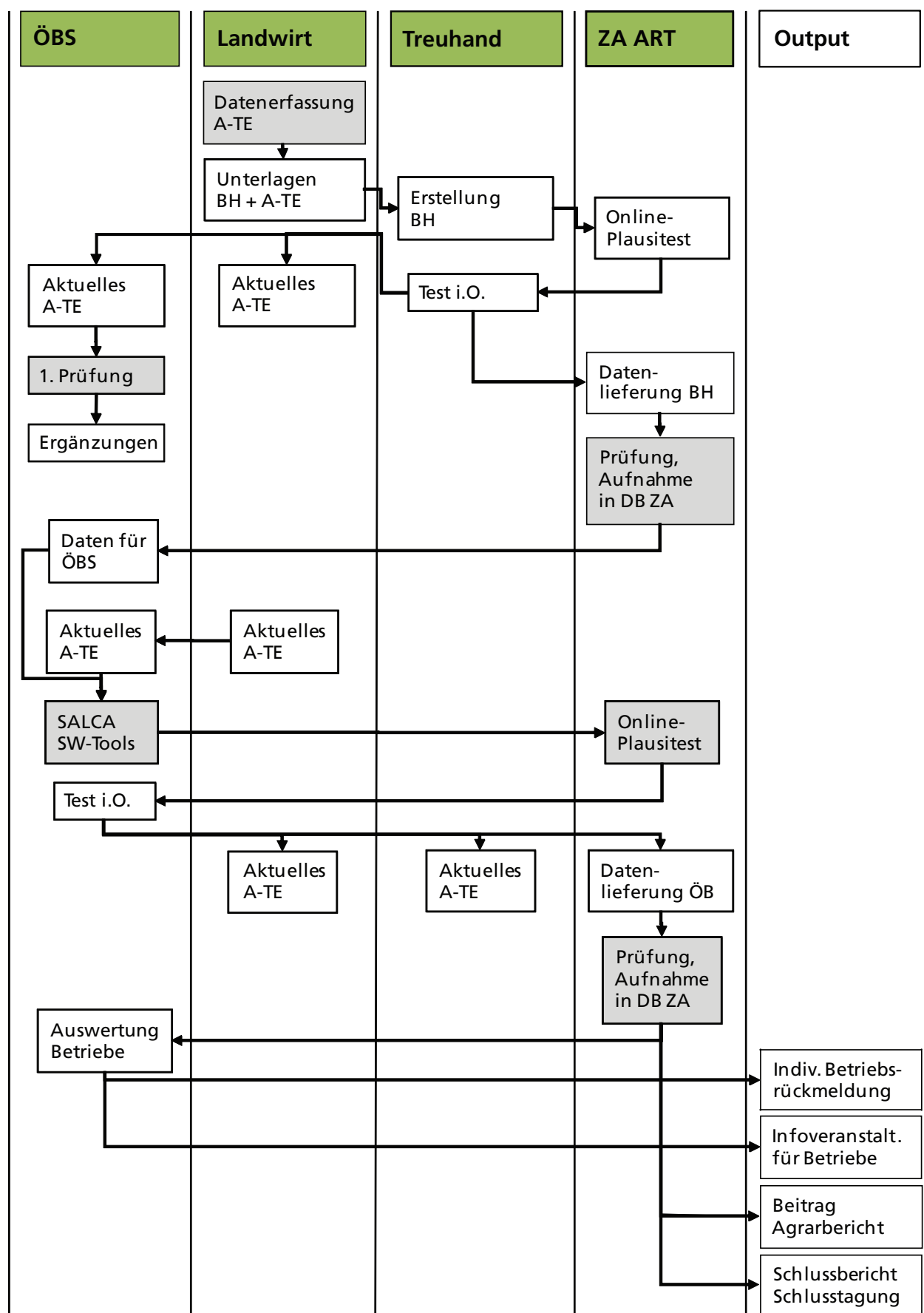


Abbildung 4: Daten- und Arbeitsfluss für die Zentrale Auswertung von Ökobilanzen und Buchhaltungsdaten.

Grau = Einsatz verschiedener Software (siehe Kapitel 2.3).

Abkürzungen: A-TE = AGRO-TECH (© AGRIDEA); BH = Buchhaltungsdaten; DB = Datenbank; ÖB = Ökobilanzdaten; ÖBS = Ökobilanzierungsstelle; SALCA = Swiss Agricultural Life Cycle Assessment; ZA = Zentrale Auswertung.

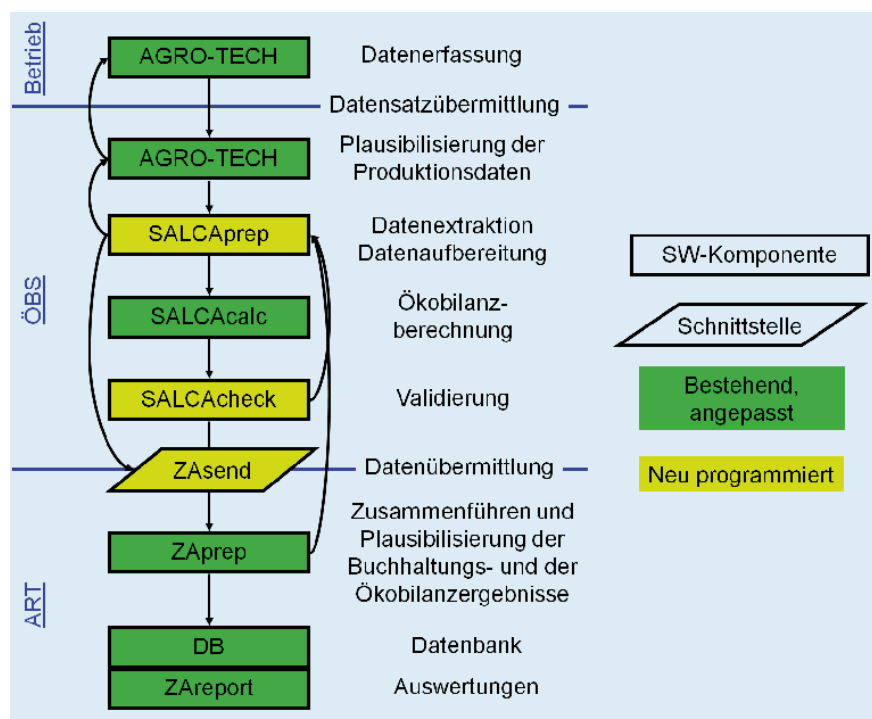


Abbildung 5: Schematische Darstellung des Informatiksystems ZA-ÖB

zusammen (samt einer weiteren Plausibilitätsprüfung) und erlaubte das Einlesen in die ZA-Datenbank. Mit ZAreport schliesslich konnten aus der ZA-Datenbank die für die individuellen Betriebsrückmeldungen und die Analyse der gesamten Daten erforderlichen Datenauszüge generiert werden. Abbildung 5 zeigt eine Übersicht über die Verknüpfung der einzelnen Software-Tools. Diese sind im Folgenden noch genauer beschrieben.

2.4.2 AGRO-TECH

Die teilnehmenden Landwirte erfassten sämtliche produktionstechnischen Daten ihres Betriebs selbstständig mit der Betriebsmanagement-Software AGRO-TECH (© AGRIDEA; www.agro-tech.ch). Diese Software wurde vom Konsortium AGRIDEA und dem Schweizerischen Bauernverband entwickelt und ermöglicht neben dem Betriebsmanagement weitere Aufzeichnungen wie zum Beispiel die komplette Erbringung des ökologischen Leistungsnachweises, Suisse-Bilanz und Feldkalender oder die Übermittlung der Tierbestandsbewegungen an die Tierverkehrsdatenbank. Somit vermied der Landwirt Doppelspurigkeiten mit anderen Verpflichtungen in der Dateneingabe für die verschiedenen Anforderungen, die er auch nebst ZA-ÖB hat.

Um eine umfassende Datenerfassung für die Ökobilanzberechnung zu garantieren, musste die Software erweitert werden. Es wurde eine spezielle Eingabemaske ZA-ÖB eingeführt, so dass alle für die Ökobilanzberechnung nötigen Merkmale erfasst werden konnten. Dabei wurden nur diejenigen Merkmale in AGRO-TECH aufgenommen, welche unbedingt beim Landwirt erfasst werden mussten. Berech-

nungen wie zum Beispiel die Erstellung der Allokationsschlüssel wurden soweit möglich an die Ökobilanzierungsstelle ausgelagert. Auch eine Plausibilisierung der Daten fand an der ÖBS mittels der Software SALCAprep statt. Die Software-Erweiterung von AGRO-TECH ist im Detailkonzept ZA-ÖB beschrieben (Keller *et al.*, 2004).

Nachdem der Landwirt alle nötigen Daten eingegeben hatte, wurde die gesamte AGRO-TECH-Datei an die ÖBS übermittelt.

Die zur Berechnung der Ökobilanz nötigen Daten wurden anschliessend mittels SALCAprep automatisiert aus AGRO-TECH in die SALCA-Tools ausgelesen.

2.4.3 SALCAprep

SALCAprep wurde an der ÖBS eingesetzt und hatte zum Ziel, die Daten aus AGRO-TECH zu extrahieren und in das von SALCAcalc geforderte Format zu überschreiben. Dabei erfüllte die Software SALCAprep folgende Aufgaben:

- Datenextraktion aus AGRO-TECH
- Aufbereitung der Betriebsdaten und Erstellung des Produktionsinventars für die Weiterverwendung in SALCAcalc, inklusive Allokation der Betriebsdaten auf die vorhandenen Produktgruppen
- Plausibilisierung der Daten
- Erstellung der Datei (sog. Exportfiles) für den Datenexport der beschreibenden Merkmale an die ZA

1. Datenextraktion aus AGRO-TECH:

Die Konfiguration von SALCAprep erfolgte mittels BeanS-

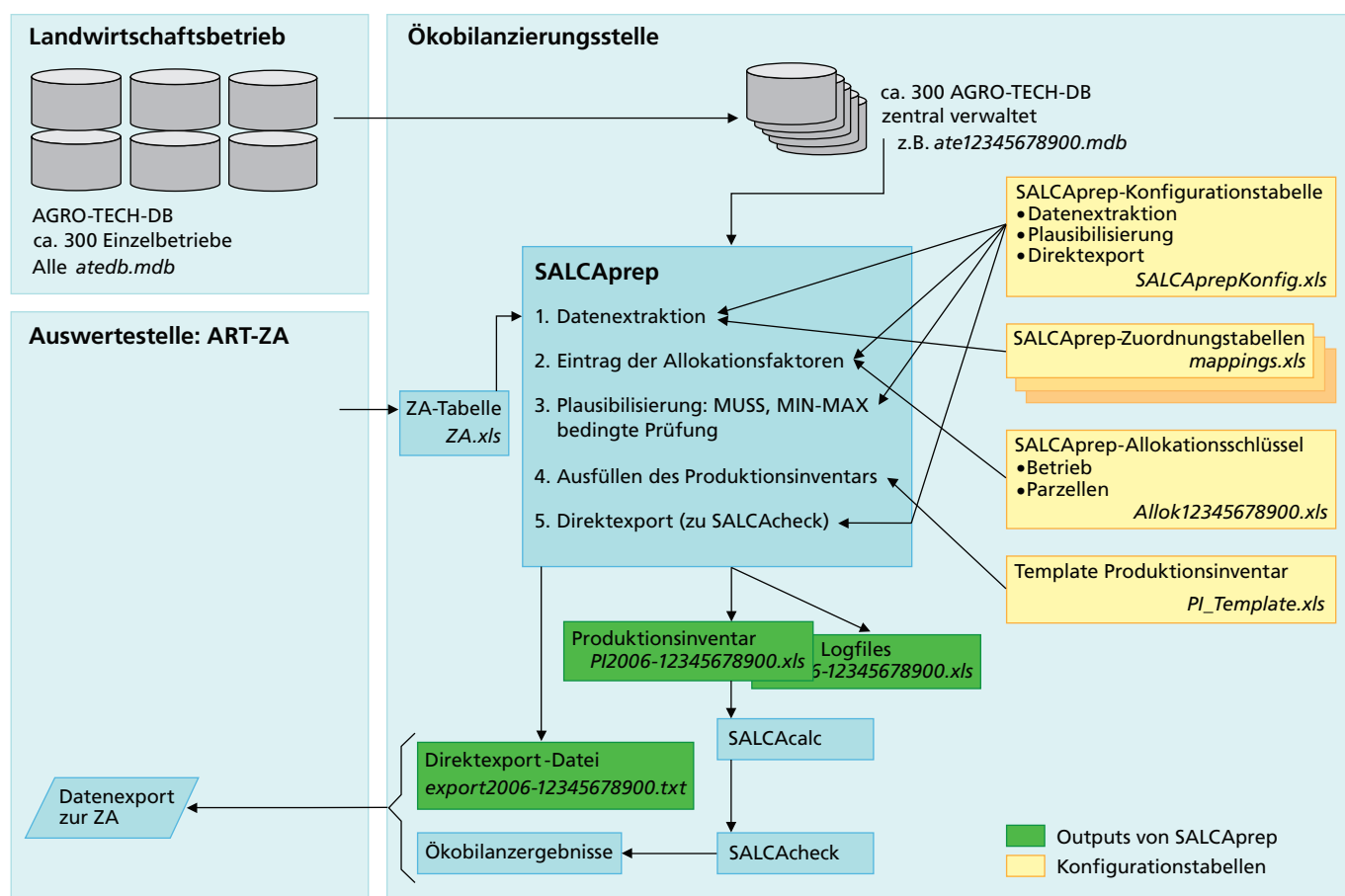


Abbildung 6: Aufbau und Outputs von SALCAprep

hell, einer Java-Script Sprache. Die Daten wurden aus AGRO-TECH extrahiert und in ein Excel-File, das Produktionsinventar, übertragen. Gesteuert wurde diese Übertragung anhand verschiedener Excel-Konfigurationstabellen (siehe Abbildung 6), welche von der ART manuell angepasst werden konnten.

2. Aufbereitung der Betriebsdaten:

Die Daten mussten in das Inputformat von SALCAcalc (Produktionsinventar) überschrieben werden. Hier erfolgten bereits gewisse Berechnungen, welche Teil der Sachbilanz waren (z.B. gewisse Gruppierungen und Aufsummierungen von Merkmalen). Sämtliche Inputs mussten auf die verschiedenen Produktgruppen aufgeteilt werden. Dies erfolgte aufgrund festgelegter Allokations-Regeln (siehe Kapitel 2.2.5).

3. Plausibilisierung:

Dieser Programmteil überprüfte die ins Produktionsinventar geschriebenen Daten. Dabei gab es drei verschiedene Prüfungen:

- Mussfeld-Prüfung (prüft, ob ein benötigtes Feld auch ausgefüllt ist)
- Prüfung nach Minimal-/Maximalwert (z.B. maximaler Wert für Milchleistung, fängt Komma/Einheitsfehler ab)

- Bedingte Prüfung (Beispiel: Wenn ein Betrieb Tiere hat, dann sollte er auch einen Hofdüngeranfall haben)

4. Datenexport:

Einige Betriebs-Daten wurden unter Umgehung von SALCAcalc direkt von SALCAprep nach ZAsend übermittelt. Dies betraf alle beschreibenden Merkmale (Produktionsdaten, die nicht für die Ökobilanzberechnungen verwendet wurden), welche in die ZA einfließen. Diese Merkmale wurden anschliessend durch SALCAcheck mit den Resultaten der Ökobilanz kombiniert und so an die ZA gesendet.

2.4.4 SALCAcalc

SALCAcalc ist das Software-Werkzeug, welches die Ökobilanzen berechnet (Sachbilanz und Wirkungsabschätzung). SALCAcalc basiert auf der Software TEAM V4.0 (© ECOBI-LAN, 1993–2003) von PricewaterhouseCoopers sowie EXCEL-Tabellen und besteht aus einer Ökoinventar-Datenbank (siehe auch Kapitel 2.5) wie auch aus Modellen für die Berechnung der direkten Emissionen (siehe Abbildung 7 sowie Kapitel 2.2.6).

Vor der eigentlichen Ökobilanzberechnung wurden verschiedene spezifisch landwirtschaftliche Emissionen in den von der ART entwickelten SALCA-Tools berechnet (siehe

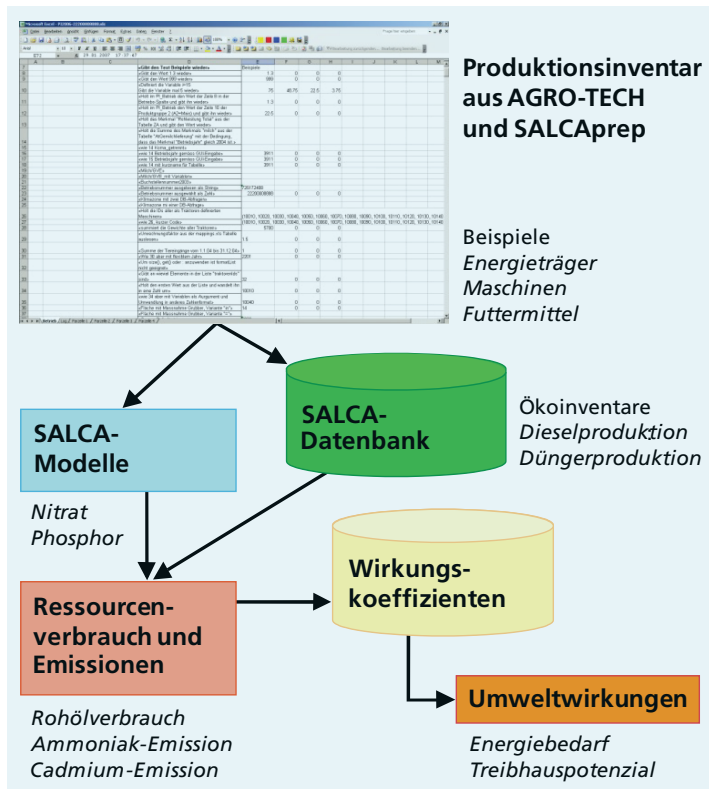


Abbildung 7: Struktur von SALCAcalc

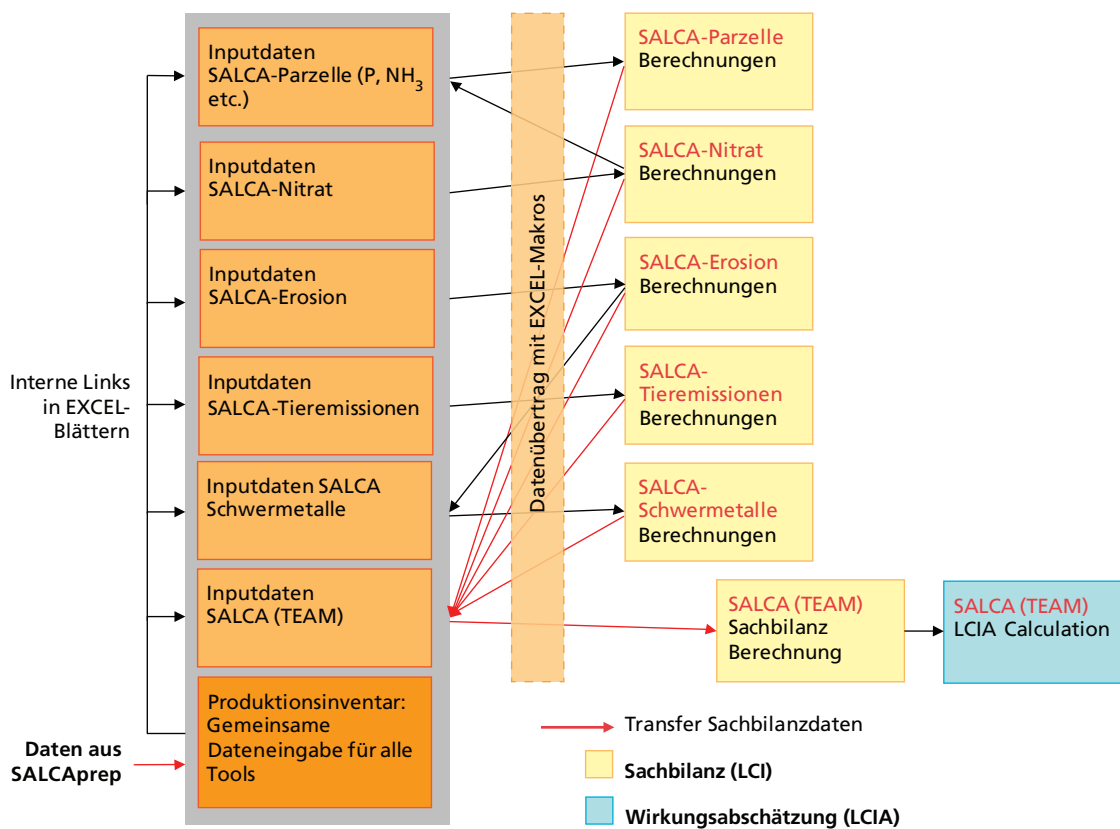


Abbildung 8: Berechnung der landwirtschaftlichen Emissionen in SALCAcalc.

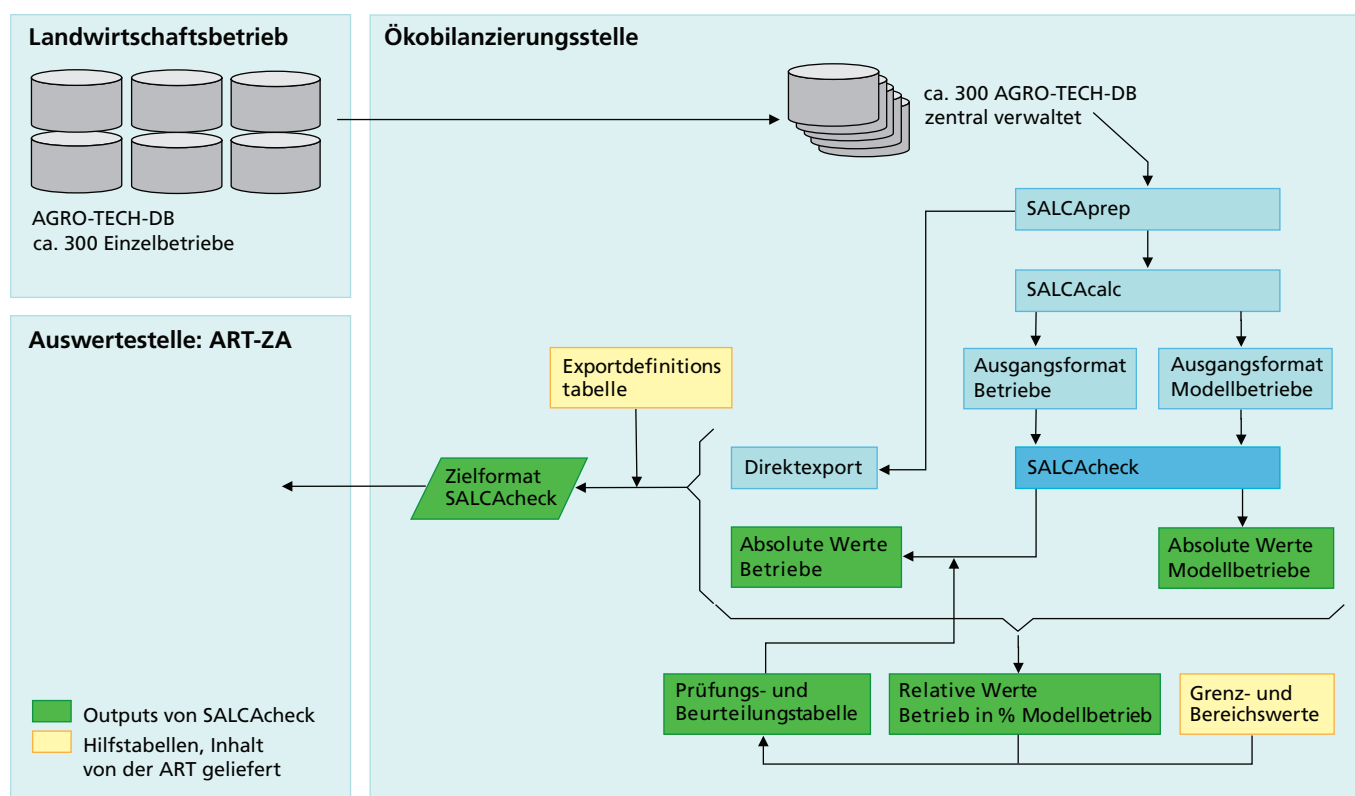


Abbildung 9: Struktur und Outputs von SALCAcheck

Abbildung 8). Dies sind Nitratmissionen, Bodenerosion, übrige Parzellenmissionen (P, NH₃ etc.), Tiermissionen (CH₄, NH₃ etc.), sowie die Schwermetallbilanz (siehe Kapitel 2.2.6). Anschliessend erfolgte die eigentliche Ökobilanzberechnung mittels der Software TEAM.

Die Ergebnisse aus SALCAcalc waren die Elementarflüsse der Sachbilanz sowie die mit Methoden der Wirkungsabschätzung bewerteten Ergebnisse (Umweltwirkungen). Diese wurden anschliessend an SALCAcheck weitergeleitet.

2.4.5 SALCAcheck

SALCAcheck hatte folgende Aufgaben:

- Berechnung der Ökobilanzresultate pro funktionelle Einheit (LN, VE, und RL) sowie pro Produktgruppe (kg) (siehe Kapitel 2.2.4)
- Prüfung der Ergebnisse der Sachbilanz und Wirkungsabschätzung auf Plausibilität
- Export der Daten in einer Form, welche von der Zentralen Auswertung der ART Tänikon gelesen werden konnte

Die Prüfung der Daten fand durch den Vergleich mit einem Vergleichsbetrieb statt. Jedem zu prüfenden Betrieb wurde anhand der Angaben des Betriebstyps (siehe 2.6), der Landbauform und der Region ein entsprechender Ver-

gleichsbetrieb zugewiesen. Bei der Prüfung der Resultate durfte die Abweichung zum zugewiesenen Vergleichsbetrieb nur innerhalb eines gewissen Bereichs sein. Die Grösse dieses Bereichs wurde von ART anhand der ersten Daten des Betriebsjahres 2006 festgesetzt und ist in den sogenannten Grenz- und Bereichwerttabellen definiert (siehe Abbildung 9).

Falls das Prüfergebnis in Ordnung war, wurden die Daten an die ZA weitergeleitet. Dabei wurden die Ökobilanzresultate mit den direkt aus SALCAprep extrahierten Betriebsdaten kombiniert. Falls die Prüfung eine Verletzung der Grenzwerte ergab, erschien eine Fehlermeldung und die Daten gingen zurück zur Korrektur in SALCAprep.

2.4.6 Datenübermittlung an die Zentrale Auswertung (ZAsend)

Zur Erkennung von Inkonsistenzen zwischen den ZA-ÖB-Daten und den Daten aus der Zentralen Auswertung von Buchhaltungsdaten (ZA-BH) stand der Ökobilanzierungsstelle ein spezifischer Online-Plausibilisierungstest zur Verfügung. Dafür wurde der bestehende Online-Plausibilisierungstest für die Buchhaltungsdaten erweitert und angepasst. Nachdem die gemeldeten Fehler korrigiert oder die Richtigkeit der Daten bestätigt waren, übermittelte die Ökobilanzierungsstelle die Daten via die bestehende Datenverbindung der ZA-BH über den Internet-Browser.

Die zu übermittelnden Daten wurden in einer Merkmalsliste im Detail definiert. Die Merkmalsliste enthält rund 6700 mögliche Einträge pro Betrieb und umfasst folgende Datenbereiche:

- Produktionsinventar: Allgemeine und technische Angaben zum Betrieb, Naturalerträge, Produktionsmitteleinsatz, Allokationsfaktoren (1070 Merkmale)
- Sachbilanzresultate auf Ebene Betrieb und Produktgruppen (1550 Merkmale)
- Sachbilanzresultate auf Ebene Inputgruppen (880 Merkmale)
- Wirkungsabschätzung auf Ebene Betrieb und Produktgruppen (840 Merkmale)
- Wirkungsabschätzungsergebnisse aus Human- und Ökotoxizität für eine Auswahl von Schwermetallen und PSM-Wirkstoffen (320 Merkmale)
- Wirkungsabschätzung auf Ebene Inputgruppen (990 Merkmale)
- Kombination von Input- und Produktgruppen für ausgewählte Umweltwirkungen (1080 Merkmale)

2.4.7 ZAprep

Die Ökobilanzdaten und die Buchhaltungsdaten der teilnehmenden Betriebe wurden mit ZAprep zusammengeführt und auf ihre Plausibilität überprüft. Da die Daten auf zwei Kanälen (Treuhandstellen und Ökobilanzierungsstelle) zur Zentralen Auswertung gelangten, war es möglich, dass Inkonsistenzen entstanden. Da die Buchhaltungsdaten zu diesem Zeitpunkt schon definitiv abgeliefert waren, waren Korrekturen nur noch im Kanal Ökobilanz möglich (siehe Kapitel 2.3). Fehler im Buchhaltungskanal mussten für die Auswertungen dokumentiert werden.

ZAprep umfasste zwei Schritte:

1. Einlesen in die Software REX (siehe Erläuterung unten): Zusammenführen der ökonomischen und ökologischen Daten, prüfen der Plausibilität
2. Einlesen in ZA-Datenbank

Schritt 1: Zusammenführen und Prüfen der Plausibilität

In der Software REX wurden die ökologischen und ökonomischen Daten eines Betriebs zusammengeführt und ein weiteres Mal auf ihre Plausibilität geprüft. Die Prüfung umfasste folgende Teile:

- Vollständigkeit Datensatz
- Konsistenz innerhalb ZA-ÖB (ergänzend zu SALCAcheck)
- Konsistenz mit Daten aus ZA-BH (z. B. Flächen, Tiere, Betriebszweige)

Die Software REX ist eine Excelanwendung, welche in der Zentralen Auswertung verwendet und gepflegt wird. Sie dient dem Merkmalsmanagement, dem Reporting und der Plausibilisierung von Betrieben sowie zur Definition neuer

Merkmale. Sie ist analog zur Merkmalsliste aufgebaut, und man kann einen Betrieb mit allen seinen Merkmalswerten aufspannen. Eine automatische, sequentielle Bearbeitung von Betrieben ist möglich, was die Plausibilisierung einer grösseren Anzahl Betriebe vereinfacht.

Schritt 2: Einlesen in ZA-Datenbank

Die zusammengeführten, plausiblen Daten wurden mit den bestehenden Tools von ZA-BH in die Datenbank der Zentralen Auswertung eingelesen. Die Datenbank dient der Archivierung und der Datenbereitstellung über ZAreport (Kapitel 2.4.8).

Die für die Auswertungen benötigten Vergleichsbetriebe (Kapitel 2.6) wurden ebenfalls wie Referenzbetriebe eingelesen. Allerdings wurden sie durch eine spezielle Identifikationsnummer von den realen Betrieben unterschieden.

2.4.8 ZAreport

Aus der Datenbank wurden mit ZAreport – dem Standard-reportingwerkzeug der Zentralen Auswertung – die benötigten Datenauszüge generiert, um folgende Produkte zu erstellen:

- Individuelle Betriebsrückmeldungen: ein Datensatz pro Kalenderjahr über alle Betriebe sowie einer über die Vergleichsbetriebe mit allen Merkmalen, die für die Rückmeldung an die Betriebe benötigt wurden.
- Vergleichsbetriebe: Vollauszug des Datensatzes der Vergleichsbetriebe
- Vollauszug: einzelbetrieblicher Datensatz aller teilnehmenden Betriebe mit allen gelieferten Merkmalen für je ein Kalenderjahr.

2.5 Ökoinventare

Die Ökoinventare stammen aus der Datenbank SALCA Version 081 (Kägi, 2008; interner Bericht). In diese sind auch Ökoinventare des schweizerischen Zentrums für Ökoinventare ecoinvent der Version 2.01 integriert (ecoinvent Centre, 2007). Damit die betrieblichen Ökobilanzen vollständig berechnet werden konnten, musste die SALCA-Datenbank um einige Ökoinventare ergänzt werden. Dies betraf folgende Bereiche:

- Arbeitsprozesse
- Futtermittel
- Landwirtschaftliche Gebäude
- Hilfsstoffe
- Tierzukäufe / eigene Tiere abwesend

2.5.1 Arbeitsprozesse

Bei den Arbeitsprozessen wurden fünf neue Ökoinventare erstellt: Abflammen, Boden separieren, Gülle ausbringen mit Schleppschlauchverteiler, Bäume pflanzen und Büsche

pflanzen. In diesen Inventaren sind die verwendeten Maschinen und Gebäude sowie der Treibstoffverbrauch berücksichtigt. Die nötigen Arbeiten wurden von Expertinnen und Experten definiert. Die Gebäude und Maschinen wurden anhand des ART-Maschinenkostenkataloges festgelegt. Der Treibstoffbedarf stammte aus ecoinvent (Alig, 2009a. Interner Bericht).

2.5.2 Futtermittel

In diesem Bereich wurden folgende neuen Ökoinventare erstellt: Mischfutter, Gras- / Maismehl, Malztreber und synthetische Aminosäuren.

Bei den Mischfuttern wurden folgende Futtermischungen berechnet (je eine IP- und Bio-Variante):

- Mastviehfutter (Rind) zu 2/3 Maissilage und 1/3 Grassilage
- Mastviehfutter (Rind) mit 26 % Rohprotein (RP)
- Milchviehfutter 16 % RP
- Getreidemischung Milchkühe
- Proteinkonzentrat Milchkühe
- Standardfutter Mastschweine
- Standardfutter Säugende Sauen
- Durchschnittsmischung über alle in der Schweiz verwendeten Futtermittelzutaten

Dies ergab insgesamt 16 Mischfuttermittel-Module. Die genaue Zusammensetzung der Futtermischungen ist in Anhang 5.7.1 ersichtlich. Die Module beinhalten die Produktion der Rohstoffe, deren Transport bis zur Futtermühle, die Verarbeitung sowie den Transport der fertigen Futtermischung bis zum Endverbraucher (Landwirtschaftsbetrieb). Für die Produktion der Rohstoffe wurden, wo vorhanden, Module aus SALCA und ecoinvent angewendet. Die Produktion derjenigen Inhaltsstoffe, für welche keine Module vorhanden waren, wurde durch ähnliche Rohmaterialien angenähert. Die Transportdistanzen wurden für alle Rohstoffe anhand der Importstatistik der Schweiz festgelegt (Eidgenössische Zollverwaltung EZV, 2005). Datengrundlage war das Jahr 2005. Die Details zu den Berechnungen der Ökoinventare Mischfutter sind in Anhang 5.7.1 dargestellt.

Bei Gras- und Maismehl wurden durch Kombinationen von schon bestehenden Modulen aus SALCA und ecoinvent vier neue Module erstellt, welche die Produktion von Grasmehl IP und Bio sowie von Maismehl IP und Bio in der Schweiz beschreiben. Die Module beinhalten jeweils die Produktion der Rohstoffe, deren Verarbeitung (Trocknung) sowie die Transporte. Die Infrastruktur wurde nicht berücksichtigt. Bei der Rohstoffproduktion wurde für Gras das Modul «Intensive Dauerwiese Tal» verwendet, je IP und Bio, für Mais kam das Modul «Silomais Tal», je IP und Bio zur Anwendung. Bei der Trocknung wurde bei Gras von einem anfänglichen Wassergehalt von 75 % ausgegangen, bei Mais von einem Anfangs-Wassergehalt von 70 %.

Beide Futtermittel werden bis auf einen End-Wassergehalt von 13 % getrocknet. Bei den Transporten wurde von einer Distanz von 10 km bis zur Futtermittelverarbeitung sowie 10 km wieder zurück auf den Hof ausgegangen. Insgesamt ergibt dies einen Transport von 20 km, durchgeführt mit Traktor und Anhänger.

Die Datengrundlage für die Berechnung des Malztreber-Inventares stammt grösstenteils aus dem Umweltbericht des Bierherstellers Carlsberg (2003/2004), ergänzt durch einige weitere Angaben verschiedener Brauereien. Berücksichtigt sind die benötigten Rohstoffe (Gerste), die zur Produktion verbrauchten Inputs (Elektrizität, Hitze, Wasser) sowie die Entsorgung der entstehenden Abfälle und Abwässer. Die Infrastruktur (Gebäude, Maschinen) wurde nicht berücksichtigt. Zur Allokation zwischen Bier und dem Nebenprodukt Malztreber wurden ökonomische Kriterien verwendet. Inputs und Abfallstoffe der Produktion wurden analog den Endpreisen für Malztreber und Bier aufgeteilt. Der Hopfen wurde ganz der Bierproduktion zugeschrieben und für die Malztreber-Produktion nicht berücksichtigt.

Das Inventar für synthetische Aminosäuren wurde auf der Basis der DL-Methionin-Herstellung der Degussa AG (Degussa-Methioninprozess) erstellt. Da Zahlenangaben zum Herstellungsprozess von Methionin nicht zugänglich sind, wurde aufgrund der Summenformeln der einzelnen Edukte und Produkte eine grobe Abschätzung der Rohstoff-Inputs vorgenommen. Bei der Allokation wurden alle Inputs dem Hauptprodukt Methionin zugeschrieben. Als Edukte wurden nur diejenigen Stoffe berücksichtigt, die aus externer Quelle zugeführt werden, also Ammoniak (N-Quelle), Schwefel (S-Quelle) sowie Methan, Methanol und Propen (C-Quellen). Die übrigen im Herstellungsprozess verwendeten Inputs kommen vorwiegend aus der eigenen Produktion, das heisst sie entstehen bei den verschiedenen chemischen Reaktionen während des Herstellungsprozesses und/oder werden wiederverwendet und im Kreislauf geführt. Der Energiebedarf des Herstellungsprozesses wurde anhand der Energieinhalte der verwendeten Rohstoffe und des kumulierten Energieaufwandes (KEA) des Gesamtprozesses abgeschätzt. Infrastruktur und Transporte wurden nicht berücksichtigt (Alig, 2009b. Interner Bericht).

2.5.3 Landwirtschaftliche Gebäude

Gebäude belasten die Umwelt massgebend über ihren ganzen Lebenszyklus, von der Ressourcengewinnung über die Herstellung der Baumaterialien, die Konstruktion und Nutzung bis zum Rückbau (Lalive d'Epinay, 2000). Während in der Vorstudie von Rossier & Gaillard (2001) noch Industriegebäude als Annäherung für die landwirtschaftlichen Gebäude verwendet wurden (Dux et. al., 2009) wurden für ZA-ÖB eigens Ökoinventare für die landwirtschaftlichen Gebäude erstellt.

Der Lebenszyklus eines Gebäudes kann in drei Phasen geteilt werden (Tabelle 6).

Tabelle 6: Die drei Phasen des Lebenszyklus eines Gebäudes	
Bauphase	Baumaterial, Bauarbeiten, Transporte
Nutzungsphase	Gebäudeunterhalt, Energie, Wasser, Hilfsstoffe
Entsorgungsphase	Rückbau, Transporte, Recycling, Verbrennung, Deponie

Gemäss dem Ansatz der ecoinvent-Datenbank (ecoinvent Center, 2007) werden die Ökoinventare für Gebäude unterteilt in Infrastruktur- und Betriebsmodule. Innerhalb des Projektes ZA-ÖB wurden nur Infrastrukturmodule erstellt und verwendet. Da die Landwirte den Energie- und Hilfsstoffverbrauch direkt erfassten, war es nicht nötig diese Inputs, wie sonst in ecoinvent üblich, als «Betriebsmodul» (operation module) einzubeziehen.

Das Infrastrukturmodul erstreckt sich über die gesamte Lebensdauer von der Bau- bis zur Entsorgungsphase. Berücksichtigt sind Baumaterialien, Transport, Bauarbeiten und Entsorgung bei Erstellung, Reparatur und Ersatz. Nicht enthalten ist der Energie- und Wasserbedarf zum Betrieb des Gebäudes während der Nutzungsphase.

Die Berechnungen der Materialmengen für den Bau eines landwirtschaftlichen Gebäude(teils) beruhen auf dem Preisbaukasten von Hilty *et al.* (2007), einer Bauelementsammlung für die Berechnung von Investitionen und Jahreskosten landwirtschaftlicher Betriebsgebäude. Der Preisbaukasten unterteilt die Gebäude in einzelne Elemente. Die Elemente können individuell zu einer Baulösung zusammengefügt werden. Mit Hilfe dieser Baulösung und der ecoinvent-Datenbank (ecoinvent-Center, 2007) konnten Ökoinventare für die rund 60 wichtigsten landwirtschaftlichen Gebäude neu berechnet werden (Dux *et al.*, 2009). Eine Liste der erstellten Gebäudeinventare sowie die Angaben zur funktionellen Einheit und der angenommenen Lebensdauer sind im Anhang 5.7.2 zu finden. Im Normalfall wurde eine Lebensdauer von 50 Jahren angenommen. Eine tiefere Lebensdauer wurde Gebäuden unterstellt, die aufgrund des schnellen technischen Fortschritts oder starker Belastung deutlich früher zu ersetzen sind.

2.5.4 Hilfsstoffe

Im Bereich Hilfsstoffe wurden fünf neue Ökoinventare erstellt: Silofolie, Vlies, Vogelschutznetz, Topfpaletten Polypropylen (PP) sowie Topfpaletten Polystyrol (PS). Die Inventare beinhalten jeweils die Herstellung und Verarbeitung der Rohmaterialien. Sie beziehen sich jeweils auf

einen Einsatz der Hilfsstoffe während eines Jahres. Die Infrastruktur ist nicht berücksichtigt. Ebenso sind Transporte nicht inbegriffen. Die Daten stammen grösstenteils aus einer Internetrecherche und Nachfragen bei verschiedenen Herstellern sowie Experten (Alig, 2007; Interner Bericht).

2.5.5 Tierzukäufe / Eigene Tiere abwesend

Damit Tierzukäufe und Tiere, welche zwar dem Landwirt gehören, sich aber während des Bilanzierungszeitraums nicht auf dem Hof befanden, auch bewertet werden konnten, wurden dazu neue Inventare erstellt. Die Ökoinventare für Tierzukäufe wurden dabei in kg Lebendgewicht berechnet, diejenigen für die eigenen abwesenden Tiere in GVE * Tag. Eine Liste der erstellten Inventare ist in Anhang 5.7.3 ersichtlich.

Die Daten hierzu stammten von den Vergleichsbetrieben (siehe Kapitel 2.6). Die Berechnung erfolgte auf der Basis der entsprechenden Produktgruppe, das Ökoinventar Rindvieh Mast Integrierte Produktion (IP) wurde also anhand der Produktgruppe Rindermast berechnet, das Ökoinventar Schwein Zucht Bio anhand der Produktgruppe Schweinezucht. Für jede Produktgruppe wurde anschliessend der Vergleichsbetrieb mit der in der entsprechenden Landbauform grössten Produktion in dieser Produktgruppe ausgewählt, um das entsprechende Inventar zu berechnen. Dazu wurden für jedes Inventar die Resultate der entsprechenden Produktgruppe (für Schwein Mast also z.B. der Energiebedarf, Treibhauspotenzial etc. pro kg Schweinefleisch) des ausgewählten Vergleichsbetriebs genommen und durch den Netto-Output (für die Berechnung pro kg Lebendgewicht) resp. durch den Tierbestand in Grossvieheinheit (GVE) und durch 365 (für die Berechnung in GVE * Tag) geteilt (Alig, 2009c & 2009d.; Interner Berichte).

2.6 Vergleichsbetriebe

Gemäss dem zweiten Hauptziel des Projekts ZA-ÖB (siehe Kapitel 2.2.1) sollen die Ergebnisse der Ökobilanzierung dem einzelnen Betrieb ermöglichen, sich ökologisch zu situieren und seine Ökobilanz durch Vergleiche mit den Ergebnissen ähnlich strukturierter Betriebe und den eigenen Ergebnissen früherer Jahre kontinuierlich zu verbessern. Da die entsprechenden Vergleichswerte von realen Betrieben für die verschiedenen Betriebstypen jedoch bislang fehlten, wurden Ökobilanzen von Vergleichsbetrieben als Referenzwerte herangezogen.

Die Vergleichsbetriebe wurden unterteilt nach Region und Landbauform und bildeten alle wichtigen Betriebstypen der Schweiz ab. Die Daten der Vergleichsbetriebe stellten im Allgemeinen Durchschnittswerte für den jeweiligen Typ dar (z.B. Flächennutzung, Pflanzenschutzmitteleinsatz). Wenn dies nicht möglich oder nicht geeignet war,

wurden typische Verfahren definiert (z.B. Maschineneinsatz, Vorkultur). Datengrundlagen waren vorwiegend statistische Daten aus der Zentralen Auswertung (ZA) und Praxiserhebungen, teilweise auch Planungsdaten, Expertenangaben und Abschätzungen anhand verwandter Daten (z.B. prozentuale Ertragsverhältnisse zwischen Regionen und Landbauformen für ähnliche Kulturen). Das grundsätzliche Vorgehen bei der Definition der Vergleichsbetriebe beinhaltete die Bestimmung einer geeigneten Betriebstypologie, die Festlegung der Flächen- und Tierbestände für die ausgewählten Betriebstypen, die Beschreibung der Produktionsverfahren für die verschiedenen Betriebszweige unter Berücksichtigung gesamtbetrieblicher Bilanzen und schliesslich die Aggregation der

Verfahren zum Gesamtbetrieb entsprechend den jeweiligen Flächen- und Tierbeständen (Zimmermann, 2008; Interner Bericht).

2.6.1 Auswahl der Vergleichsbetriebe

Die Vergleichsbetriebe wurden gemäss der «FAT99»-Typologie, Variante S4 klassifiziert (siehe Anhang 5.2 Betriebstypologie).

Die insgesamt 18 Betriebstypen konnten zusätzlich nach der **Landbauform** unterteilt werden in

- **ÖLN** (ÖLN-Betriebe ohne Bio-Betriebe) und
- **Bio** (Bio-Betriebe);

Betriebstyp	Tal		Hügel		Berg		Alle Regionen		
	IP*	Bio	IP*	Bio	IP*	Bio	IP*	Bio	Total
11 Ackerbau	1						1	0	1
13 Gemüse-/Gartenbau	1						1	0	1
14 Obstbau	1						1	0	1
			1				1	0	1
15 Weinbau	1						1	0	1
16 Andere Spezialkulturen	1						1	0	1
21 Verkehrsmilch	1	1	1	1	1	1	3	3	6
22 Mutterkühe	1	1	1	1	1	1	3	3	6
23 Anderes Rindvieh	1		1		1	1	3	1	4
31 Pferde/Schafe/Ziegen			1		1		2	0	2
						1	0	1	1
	1	1		1			1	2	3
42 Schweine	1		1				2	0	2
43 Geflügel	1		1				2	0	2
				1	1	1	1	2	3
44 Andere Veredlung							0	0	0
51 Komb. Verkehrsmilch/Ackerbau	1	1	1				2	1	3
52 Komb. Mutterkühe	1	1	1				2	1	3
53 Komb. Veredlung	1	1	1	1	1	1	3	3	6
55 Komb. Andere/Verkehrsmilch	1	1	1				2	1	3
56 Komb. Andere/Rindvieh	1		1				2	0	2
57 Komb. Nicht zuteilbar	1		1		1	1	3	1	4
55 } Kombiniert Andere									
56 }		1		1		1	0	3	3
57 }									
Total Modellbetriebe	17	8	13	6	7	8	37	22	59
	25		19		15		59		

Modellbetriebe (Bestände nach Typ, Region und Landbauform differenziert)

Modellbetriebe (Bestände für zusammengefasste Typen definiert)

keine Modellbetriebe

Abbildung 10: Auswahl und Anzahl der Vergleichsbetriebe. Mit «1» sind die definierten Vergleichsbetriebe markiert. Zusammengefasste Gruppen weisen dieselben Flächen- und Tierbestände auf, haben aber regions- und landbauformspezifische Produktionsverfahren.

Tabelle 7: Flächen- und Tierkategorien der Modellbetriebe

Ackerbau	Abk	Übrige Kulturen	Abk	Tiere	Abk
Winterweizen Normal	WWN	Gewächshausgemüse	GG	Milchkühe	Miku
Winterweizen Extenso	WWE	Freilandgemüse	GF	Milchkühe 5000 l	
Sommerweizen Normal	SWN	Konservengemüse	GK	Milchkühe 6000 l	
Sommerweizen Extenso	SWE	Einjährige NWR	NE	Milchkühe 7000 l	
Roggen Normal	WR	Mehrfährige NWR	NM	Aufzuchttiere	MiA
Roggen Extenso	WR	Buntbrache	BB	Aufzuchttiere 0-1 J.	
Dinkel Normal	DIN	Rotationsbrache	BR	Aufzuchttiere 1-2 J.	
Dinkel Extenso	DIE	Obstanlagen	OB	Aufzuchttiere 2-3 J./ Stiere	
Wintergerste Normal	WGN	Beeren	BE	Mutterkuhhaltung	Mutter
Wintergerste Extenso	WGE	Reben	RE	Mutterkühe	
Sommergerste Normal	SGN	Kunstwiese Saatjahr April	KWS04	Mutterkuhkälber	
Sommergerste Extenso	SGE	Kunstwiese Saatjahr August*	KWS08	Mutterkuh-Aufzuchttiere	
Hafer Normal	HAN	Kunstwiese intensiv	KWI	Mastkälber	Maka
Hafer Extenso	HAE	Kunstwiese Endjahr März*	KWE03	Mastrinder	Rima
Triticale Normal	TRN	Kunstwiese Endjahr September	KWE09	Mastrinder 0-4 Mt.	
Triticale Extenso	TRE	Naturwiese intensiv	NWI	Mastrinder 4- Mt.	
Raps Normal	WRAN	Naturwiese mittelintensiv	NWM	Pferde	Pferd
Raps Extenso	WRAE	Naturwiese wenig intensiv	NWW	Schafe	Schaf
Körnermais	KM	Naturwiese extensiv	NWE	Ziegen	Ziege
Silomais	SM	Weiden intensiv	WEI	Mastschweine	Masa
Kartoffeln	KA	Weiden mittelintensiv	WEM	Mastschweine 750 g/Tag	
Zuckerrüben	ZR	Weiden wenig intensiv	WEW	Mastschweine 850 g/Tag	
Futtermüben	FR	Gründüngung Aug.-Jan.*	GD0801	Zuchtschweine-Produktion	ZusaP
Ackerbohnen	SAB	Gründüngung Aug.-Mai.*	GD0805	Zuchtschweine	
Eiweisserbsen	EE	Zwischenfutter Aug.-Jan.*	ZW0801	Ferkel	
Soja	SO	Zwischenfutter Aug.-Mai.*	ZW0805	Remonten	
Sonnenblumen	SOB			Legehennen	Lege
				Mastpoulets	Poul

* zählt nicht zur LN

Tabelle 8: Hauptsächliche Quellen für die Definition der einzelnen Produktionsmittel

Produktionsmittel	Definition anhand: (hauptsächliche Quelle)
Naturalerträge Pflanzenbau	Mehrjahresmittel der ZA (2000–2005)
Nebenprodukte Pflanzenbau	SR58
TS-Gehalte der Produkte Pflanzenbau	DBK
Naturalleistungen der Tierhaltung	ZA, DBK
Saatgutmenge	DBK, SR58
Termine Bodenbearbeitung, Saat, Düngung, Ernte	SR58
Maschineneinsatz Pflanzenbau	DBK (Anbauverfahren)
Mechanisierungsbedarf Tierhaltung	ART-Globalarbeitsvoranschlag
Dieserverbrauch	DBK, ecoinvent V2.0
Eingesetzte Wirkstoffe Pflanzenschutz	Wirkstoff-Auswahlliste ZA-OeB
Düngerzufuhr (Mineraldünger) / Düngerwegfuhr (Hofdünger)	GRUDAF01 (Einhaltung der SuisseBilanz vorausgesetzt)
Zuteilung der Vorkulturen	RAC-Fruchtfolgetabelle (Voullioud, 2005)
Gebäude	Reidy und Menzi (2005)
Daten zu Laufhöfen und Weidehaltung	Reidy und Menzi (2005)
Bedarf an Elektrizität	ecoinvent V2.0
Bedarf an Heizöl und Wasser	ZA
Kraftfutterbedarf	DBK
Grundfutterbedarf	SuisseBilanz, DBK

schliesslich war eine weitere Differenzierung nach der **Region** möglich:

- **Tal** (Ackerbauzone, erweiterte Übergangszone und Übergangszone)
- **Hügel** (Hügelzone und Bergzone I)
- **Berg** (Bergzonen II–IV)

Theoretisch ergaben sich somit $18 \times 2 \times 3 = 108$ Vergleichsbetriebe. Weil aber viele Kombinationen in der Praxis kaum auftreten, wurde im Projekt ZA-ÖB eine Auswahl aller bedeutenden Typen vorgenommen, die in der Zentralen Auswertung der ART eine minimale Gruppengrösse erreichen (siehe Abbildung 10). Einige der am Projekt teilnehmenden Betriebe vertraten Betriebstypen, die nicht in ausreichender Anzahl in der Zentralen Auswertung vertreten waren, damit für sie eigene Vergleichsbetriebe berechnet werden konnten. Für diese Betriebe wurden andere Betriebstypen mittels Kombinationen zu grösseren Gruppen zusammengefasst und so ein passender Vergleichsbetrieb berechnet. Beispielsweise sollten vom Betriebstyp 31 (Pferde/Schafe/Ziegen) für alle Regionen und Landbauformen Vergleichsbetriebe definiert werden, in der Zentralen Auswertung waren aber nur die IP-Betriebe der Hügel- und Bergregion in ausreichender Zahl vertreten. Für die übrigen Kombinationen wurden deshalb alle ZA-Betriebe des Betriebstyps 31 zu zwei Gruppen zusammengefasst (alle Betriebe der Tal- und Hügelregion, alle Betriebe der Bergregion). Damit konnten genügende Gruppengrössen für die noch fehlenden Typen erreicht werden. Diese Zusammenfassungen dienten zur Ermittlung der Flächen- und Tierbestände. Für die Definition der Produktionsverfahren wurden die Typen anschliessend wieder separat je Region und Landbauform betrachtet (Zimmermann, 2008; Interner Bericht).

2.6.2 Definition der Produktionsinventare

Für jeden Vergleichsbetrieb wurde ein Produktionsinventar definiert, anhand dessen die Ökobilanz berechnet wurde. Die Festlegung der Umfänge der angebauten Kulturen und gehaltenen Tiere für die verschiedenen Betriebstypen erfolgte auf der Basis der Daten der Zentralen Auswertung (ZA). Weil im Grundlagenbericht der ZA nicht standardmässig alle Betriebstypen nach Region und Landbauform ausgewiesen werden, musste eine entsprechende Sonderauswertung durchgeführt werden (Eggimann, 2007). Die Flächen- und Tierbestände basierten auf dem Dreijahresmittel 2003 bis 2005. Die Kategorisierung der Kulturen und Tierarten entsprach der Einteilung im jährlichen Grundlagenbericht (Hausheer Schnider, 2007).

Einige Kulturen, die in der ZA nicht ausreichend detailliert erfasst sind, für die aber unterschiedliche ökologische Wirkungen zu erwarten sind, wurden mit Hilfe anderer Quellen entsprechend aufgeteilt (siehe Anhang 5.8). Bestimmte Tierkategorien wurden anhand der Annahmen im Deckungsbeitragskatalog zusätzlich differenziert (zum

Beispiel Aufzuchtstiere nach verschiedenen Alterskategorien). Die ZA-Kategorie «Übrige Tiere» kam in fast keinem Vergleichsbetrieb vor und wurde nicht berücksichtigt (Zimmermann, 2008; Interner Bericht).

In Tabelle 7 sind die definierten Flächen- und Tierkategorien aufgeführt. Die produktionstechnischen Daten je Kultur- und Tierart wurden nach Landbauform und Region differenziert, sofern entsprechende Daten verfügbar waren.

Auf der Grundlage der angebauten Kulturen und gehaltenen Tiere wurden die Produktionsverfahren definiert. Das Grundgerüst für die Definition der Verfahren wurde aus dem Deckungsbeitragskatalog (DBK; AGRIDEA, 2006) übernommen (Verfahren «ÖLN nicht intensiv» und «Bio»). Einige Betriebszweige sind im DBK nicht enthalten, für diese wurden ähnliche Betriebszweige entsprechend angepasst (z.B. Sommergerste: Betriebszweige Wintergerste und Sommerweizen des DBK als Grundlage) oder mit Hilfe anderer Quellen definiert (z.B. Gemüse: Daten einzelner Gemüsekulturen nach SZG, 2006; Zimmermann, 2008; Interner Bericht). Weitere wichtige Quellen für die Definition der Produktionsverfahren waren die Zentrale Auswertung ZA (ZA, 2006), die Schriftenreihe der FAL 58 (SR58; Nemecek *et al.*, 2005), GRUDAF01 (FAL und RAC, 2001) sowie die SuisseBilanz (LBL/SRVA, 2002). Die exakten Quellen für die einzelnen Produktionsmittel sind in Tabelle 8 ersichtlich.

Das genaue Verfahren für die Definition der Produktionsverfahren ist im Anhang 5.8 / Zimmermann, 2008 ersichtlich.

2.6.3 Aggregation zum Gesamtbetrieb

Die einzelnen Verfahren wurden gemäss den Flächen- und Tierbeständen des Vergleichsbetriebs zum Gesamtbetrieb aggregiert. Der Inputbedarf für die Kultur- und Tierarten wurde dabei auf die Betriebsebene hochgerechnet. Im Falle der Kulturen wurden auch die auf Parzellenebene benötigten Daten ausgewiesen (1 Kulturart = 1 Parzelle). Die Allokation auf die 14 Produktgruppen erfolgte wie für die teilnehmenden Praxisbetriebe anhand des Allokationsschlüssels im Rahmen der Weiterbearbeitung des Produktionsinventars (Zimmermann, 2008; Interner Bericht).

2.7 Literatur

- AGRIDEA, 2010. AGRO-TECH. Zugang: www.agro-tech.ch [15.12.2010]
- Alig M., 2007. Ökoinventar(e) für Hilfsmittel. Interner Bericht. Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Zürich, Schweiz. 2 Seiten.
- Alig M., 2009a. Documentation working processes. Interner Bericht. Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Zürich, Schweiz. 2 Seiten.

- Alig M., 2009b. Documentation feedstuff. Interner Bericht. Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Zürich, Schweiz. 23 Seiten.
- Alig M., 2009c. Documentation purchase of animals. Interner Bericht. Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Zürich, Schweiz. 3 Seiten.
- Alig M., 2009d. Documentation own animals on other farms. Interner Bericht. Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Zürich, Schweiz. 2 Seiten.
- BLW, 2009. Agrarbericht 2009. Bundesamt für Landwirtschaft, Bern.
- Dux D., Alig M., Herzog D., 2009. Umweltwirkung von landwirtschaftlichen Gebäuden. Agrarforschung 16 (8), 284-289.
- ecoinvent Centre, 2007. ecoinvent Data – The Life Cycle Inventory Data. Swiss Centre for Life Cycle Inventories, Dübendorf, ISBN 3-905594-38-2, verfügbar unter <http://www.ecoinvent.org/documentation/reports/>.
- Freiermuth R., 2006. Modell zur Berechnung der Schwermetallflüsse in der Landwirtschaftlichen Ökobilanz. Agroscope FAL Reckenholz, Zürich, Schweiz. 42 Seiten, verfügbar unter http://www.agroscope.admin.ch/oekobilanzen/01197/index.html?lang=de#sprungmarke0_11
- Frischknecht R., Jungbluth N., Althaus H.-J., Doka G., Hellweg S., Hirsch R., Nemecek T., Margni M. & Spielmann M., 2004. Implementation of life cycle assessment methods – ecoinvent data v1.1. Swiss Centre for Life Cycle Inventories (ecoinvent), Dübendorf, ecoinvent report, 116 Seiten.
- Gaillard, G. & Nemecek T., 2009. Swiss Agricultural Life Cycle Assessment (SALCA): An integrated environmental assessment concept for agriculture. In: Int. Conf. «Integrated Assessment of Agriculture and Sustainable Development, Setting the Agenda for Science and Policy», Egmond aan Zee, The Netherlands. AgSAP Office, Wageningen University, 134–135.
- Guinée J.B., Gorreé M., Heijungs R., Huppes G., Kleijn R., de Koning A., van Oers L., Wegener Sleeswijk A., Suh S., Udo de Haes H.A., de Bruijn H., van Duin R., Huijbregts M.A.J., Lindeijer E., Roorda A.A.H. & Weidema B.P., 2001. Life cycle assessment – An operational guide to the ISO standards. Ministry of Housing, Spatial Planning and Environment (VROM) and Centre of Environmental Science (CML), Den Haag and Leiden, Netherlands.
- Hauschild M. & Wenzel H., 1998. Environmental assessment of products. Vol. 2: Scientific background. 2. Chapman & Hall, London, UK. 565 Seiten.
- Hausheer Schnider J., 2007. Grundlagenbericht 2006. Zentrale Auswertung von Buchhaltungsdaten. Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Ettenhausen.
- Hilty R., Van Caenegem L. & Herzog D., 2007. Preisbaukasten – Baukostensammlung für landwirtschaftliche Betriebsgebäude. Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Ettenhausen. 100 S.
- IPCC, 2006. IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories. Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. & Tanabe K. (Hrsg.). Vol. 4: Agriculture, forestry and other land use. IGES, Kanagawa, Japan.
- IPCC, 2007. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. 996 Seiten.
- ISO, 2006. ISO 14040 – Environmental management – Life cycle assessment – Principles and framework. ISO, Geneva, Switzerland. 20 Seiten.
- ISO, 2006. ISO 14044 – Environmental management – Life cycle assessment – Requirements and guidelines. ISO, Geneva, Switzerland. 46 Seiten.
- Kägi T., 2008. Dokumentation SALCA-Datenbank Version 081. Interner Bericht. Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Zürich, Schweiz. 13 Seiten.
- Katz P.E., 1996. Ammoniakemissionen nach der Gülleanwendung auf Grünland. Ph.D. Thesis. ETH, Zürich. 11382.
- Keller L., Graf M. & Thoma U., 2004. Projekt ZA-ÖB: Softwareerweiterung AGRO-TECH für die Zentrale Auswertung Ökobilanz. Ergänztetes Detailkonzept Version 1.2, LBL, 52 S.
- Kirchgessner M., Roth F.X. & Windisch W., 1993. Verminderung der Stickstoff- und Methanausscheidung von Schwein und Rind durch die Fütterung. Tierernährung, 21: 889–120.
- Lalive d'Epinay A., 2000. Die Umweltverträglichkeit als eine Determinante des architektonischen Entwurfs. Diss. ETH Nr. 13610, ETH, Zürich.
- Meier B., 2000. Neue Methodik für die Zentrale Auswertung der FAT. Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART (ehemals Agroscope FAT). www.agroscope.admin.ch/zentrale-auswertung unter Publikationen, Methodische Grundlagen.
- Menzi H., Frick R. & Kaufmann R., 1997. Ammoniak-Emissionen in der Schweiz: Ausmass und technische Beurteilung des Reduktionspotentials. Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau, Zürich-Reckenholz, Schriftenreihe der FAL 26, Zürich, Schweiz. 107 Seiten.
- Mosimann T. & Rüttimann M., 1999. Bodenerosion selber schätzen. Ein Schlüssel für Betriebsleiter und Berater. Ackerbaugebiete des zentralen Mittellandes. Finanzdepartement des Kantons Aargau, Abteilung Landwirtschaft; Abteilung Umwelt und Landwirtschaft des Kantons Bern; Amt für Umweltschutz des Kantons Luzern und Amt für Umweltschutz und Amt für Landwirtschaft des Kantons Solothurn, Bern, Schweiz. 36 Seiten.
- Nemecek T., Huguenin-Elie O., Dubois D. & Gaillard G., 2005. Ökobilanzierung von Anbausystemen im Schweizerischen Acker- und Futterbau. Schriftenreihe der FAL 58, Agroscope FAL, Reckenholz, Zürich, Schweiz. 156 Seiten.
- Nemecek, Th., Freiermuth Knuchel, R., Alig, M. & Gaillard, G., 2010. The advantages of generic LCA tools for agriculture: examples SALCAcrop and SALCAfarm. Proceedings of the 7th Int. conference on life cycle assessment

- in the agri-food sector, Bari, Italy. 22–24 September 2010, pp. 433–438.
- Oberholzer H.-R., Weisskopf P., Gaillard G., Weiss F. & Freiermuth R., 2006. Methode zur Beurteilung der Wirkungen landwirtschaftlicher Bewirtschaftung auf die Bodenqualität in Ökobilanzen – SALCA-SQ. Agroscope FAL Reckenholz, Zürich, Schweiz. 98 Seiten, verfügbar unter <http://www.agroscope.admin.ch/oekobilanzen/01194/>.
- Pfefferli S., Graf M., Nemecek T. & Gaillard G., 2001. Monitoring und Management der potenziellen Umweltwirkungen der Landwirtschaft – Machbarkeitsstudie zur zentralen Auswertung einzelbetrieblicher Ökobilanzen. Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik, Tänikon, Schweiz. 88 Seiten.
- Prasuhn V., 2006. Erfassung der PO4-Austräge für die Ökobilanzierung – SALCA-Phosphor. Agroscope FAL Reckenholz, Zürich, Schweiz. 22 Seiten, verfügbar unter <http://www.agroscope.admin.ch/oekobilanzen/01194/>.
- Richner W., Oberholzer H.-R., Freiermuth R. & Walther U., 2006. Modell zur Beurteilung des Nitratauswaschungspotenzials in Ökobilanzen – SALCA-NO3. Unter Berücksichtigung der Bewirtschaftung (Fruchtfolge, Bodenbearbeitung, N-Düngung), der mikrobiellen Nitratbildung im Boden, der Stickstoffaufnahme durch die Pflanzen und verschiedener Bodeneigenschaften Agroscope FAL Reckenholz, Zürich, Schweiz. 25 Seiten, verfügbar unter <http://www.agroscope.admin.ch/oekobilanzen/01194/>.
- Rossier D. & Gaillard G., 2004. Ökobilanzierung des Landwirtschaftsbetriebs. Methode und Anwendung in 50 Landwirtschaftsbetrieben. Schriftenreihe der FAL 53. Agroscope FAL Reckenholz, Zürich, Schweiz, 142 Seiten.
- Zimmermann A., 2008. Dokumentation zur Definition der Modellbetriebe. Interner Bericht. Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Tänikon, Schweiz. 26 Seiten.

3. Ergebnisse

3.1 Beschreibende Analyse der Umweltwirkungen von 105 Schweizer Landwirtschaftsbetrieben

Daniel U. Baumgartner, Johanna Mieleitner und Martina Alig
Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART

3.1.1 Einleitung

3.1.1.1 Kontext und Ziel

Im Zuge der nachhaltigen Entwicklung der Schweizer Landwirtschaft sollen mit Hilfe von Ökobilanzen die ökologischen Auswirkungen der Produktion von Nahrungsmitteln und damit auch von Landwirtschaftsbetrieben beurteilt werden (Kapitel 1.1.1).

Eines der Ziele des Projekts ZA-ÖB war die beschreibende Analyse der ökologischen Zusammenhänge aus den betrieblichen Ökobilanzresultaten (Kapitel 1.1.2).

In diesem Teil ging es um eine beschreibende Analyse der Umweltwirkungen von 105 Schweizer Landwirtschaftsbetrieben und nicht um einzelbetriebliche Analysen. Dabei ging es vor allem um die Ermittlung von Zusammenhängen zwischen dem Einflussfaktor Betriebstyp, aber auch der Faktoren Region und Landbauform auf die Umweltwirkung der Landwirtschaftsbetriebe. Untersuchungsebene war die Stufe Betrieb. Weiter wurde eine statistische Beschreibung der Stichprobe der Betriebe aus ZA-ÖB für die verschiedenen Umweltwirkungen in den verschiedenen funktionellen Einheiten vorgenommen. Damit konnten, trotz nicht ausreichender Anzahl von Betrieben für sektorielle Auswertungen (siehe unten, Kapitel 3.1.8.1), Trends zur Verbesserung des Umweltmanagement der schweizerischen Landwirtschaftsbetriebe ermittelt werden, einerseits zu den Betriebstypen, aber auch zu den wichtigsten Einflussfaktoren. Dies erlaubt die Kenntnisse über die Umweltwirkungen der landwirtschaftlichen Produktion zu verbessern.

3.1.1.2 Bisherige Studien

Für die Schweiz gibt es mit Ausnahme der Vorstudie zum vorliegenden Projekt (Rossier & Gaillard, 2004) keine Ökobilanzstudien, welche mittels eines Betriebsnetzes für verschiedene Typen von Landwirtschaftsbetrieben die Umweltwirkungen ermittelt haben.

International gibt es auf Betriebsstufe eine Reihe von Studien, welche eine Vergleichsökobilanz von verschiedenen Produktionsverfahren, vor allem bei Milch vorgenommen haben (z.B. Cederberg & Flysjö, 2004; Thomassen *et al.*, 2008; Corson & van der Werf, 2009). Dabei werden die Ökobilanzresultate auf das Produkt, das heisst hier 1 kg Milch bezogen. Am häufigsten im landwirtschaftlichen Bereich sind Produktökobilanzen, welche die Umweltwir-

kungen eines bestimmten landwirtschaftlichen Erzeugnisses untersuchen (z.B. Basset-Mens & van der Werf, 2005; Eriksson *et al.*, 2005; Katajajuuri, 2007; Baumgartner *et al.*, 2008). Letztere sind für diesen Berichtsteil wenig relevant, da die nachfolgenden Analysen sich auf die Stufe Betrieb beziehen.

3.1.2 Übersicht über die Daten und Methoden

3.1.2.1 Analyisierte Daten

In der vorliegenden Analyse wurden die Betriebsökobilanzen hinsichtlich des Einflusses der Faktoren Betriebstyp, Region und Landbauform untersucht. Für die Analysen wurden nur die Daten aus dem Jahr 2008 verwendet. Tabelle 9 gibt eine Übersicht über die vorhandenen Datensätze des Jahres 2008 aufgeteilt nach Betriebstyp, Region und Landbauform. Die Betriebstypen mit den meisten Datensätzen waren «Ackerbau», «Verkehrsmilch», «Kombiniert Verkehrsmilch/Ackerbau» und «Kombiniert Veredelung» mit jeweils mehr als 10 Betriebsdatensätzen. Um einen möglichst guten Überblick über die in der Schweiz vorkommenden Betriebstypen zu geben bei gleichzeitig genügender Aussagekraft für die Analysen, wurden alle Betriebstypen mit mindestens fünf Datensätzen ausgewertet. Zusätzlich, als Ausnahme, wurde der Typ «Anderes Rindvieh» trotz nur drei Datensätzen berücksichtigt, da er die Betriebe mit Rindermast (ausser Mutterkuh) repräsentiert. Für die Analysen wurden die übrigen Betriebstypen in der Kategorie «Diverse» (Typ 99) zusammengefasst und ausgewiesen, aber aufgrund ihrer Heterogenität nicht analysiert. Es waren dies die Typen «Gemüse-/Gartenbau», «Obstbau», «Weinbau», «Pferde, Schafe, Ziegen», «Schweine» sowie «Kombiniert Andere/Rindvieh» und «Kombiniert nicht zuteilbar».

3.1.2.2 Auswertung: Methoden und Einschränkungen

Analysierte Grössen

Wie in Kapitel 2.2.7 erläutert, werden zur ökologischen Analyse die vier Umweltwirkungen i) Bedarf an nicht-erneuerbaren Energieressourcen (nachfolgend Energiebedarf genannt; EB), ii) Treibhauspotenzial (THP), iii) Eutrophierungspotential (EuP) und iv) terrestrische Ökotoxizität (TTox) herangezogen, weil sie die relevanten Umweltwirkungen für die Landwirtschaft und zusätzlich gute Vertreter für die übrigen, in Ökobilanzen analysierten Umweltwirkungen sind (Rossier & Gaillard, 2004; Nemecek *et al.*, 2005). Ebenfalls herangezogen wird der Flächenbedarf. Dieser zeigt die Fläche des Betriebs sowie die Flächen aus

Tabelle 9: Übersicht über die teilnehmenden Betriebe aufgeteilt nach Betriebstyp (FAT99-Typologie; Meier, 2000), Region und Landbauform für das Jahr 2008.

	Region	FAT-	Tal		Hügel		Berg		Summe
	Landbauform	99	ÖLN	Bio	ÖLN	Bio	ÖLN	Bio	
Betriebstyp	Ackerbau	11	11		1				12
	Gemüse-/Gartenbau	13	1						1
	Obstbau	14	1						1
	Weinbau	15	1						1
	Andere Spezialkulturen	16							0
	Verkehrsmilch	21	5	1	7	6	9	4	32
	Mutterkühe	22			2	1	2		5
	Anderes Rindvieh	23			1		2		3
	Pferde/Schafe/Ziegen	31		1				1	2
	Schweine	42			1				1
	Komb. Verkehrsmilch/Ackerbau	51	12						12
	Komb. Mutterkühe	52	2	2	1				5
	Komb. Veredelung	53	5	3	6		1	2	17
	Komb. Andere/Verkehrsmilch	55	4		4				8
	Komb. Andere/Rindvieh	56	2		1				3
	Komb. nicht zuteilbar	57	1			1			2
	Summe								105

den Vorketten (d.h. Futtermittelproduktion, Saatgutproduktion, Aufzuchttiere), die der Betrieb durch seine Zukäufe in Anspruch genommen hat.

Die Landwirtschaft hat verschiedene Funktionen zu erfüllen. Sie dient der Erhaltung der Produktionsbereitschaft des landwirtschaftlich nutzbaren Bodens, der Erzeugung von Nahrungsmitteln für die Ernährung der Bevölkerung sowie der Erwirtschaftung eines befriedigenden Einkommens für die Landwirte (siehe auch Kapitel 2.2.4). Aus diesem Grund müssen die Umweltleistungen bezogen auf diese verschiedenen Funktionen betrachtet werden. Entsprechend wurde die ökologische Analyse für jede im Projekt verwendete funktionelle Einheit vorgenommen, das sind die Funktion der Landbewirtschaftung (ausgedrückt pro ha LN), die produktive Funktion (pro MJ Verdauliche Energie) und die finanzielle Funktion (pro CHF Rohleistung).

Die detaillierteste Stufe in der Auswertung sind die Inputgruppen. Diese erlauben eine Unterteilung des Gesamtbetriebs in thematisch geeignete Untergruppen der eingesetzten Infrastruktur, Maschinen und Produktionsmittel für den Pflanzenbau und die Tierproduktion (siehe Kapitel 2.2.3.1).

Methoden

Die Umweltprofile werden aus den drei Umweltwirkungen Treibhauspotenzial (THP), Eutrophierungspotenzial (EuP) und terrestrische Ökotoxizität (TTox) gebildet. Sie stehen stellvertretend für alle Umweltwirkungen in einer Ökobilanz indem sie jeweils einen Bereich abdecken: i) Ressourcen-gesteuerte Umweltwirkungen durch das Treibhauspotenzial, ii) Nährstoff-gesteuerte Umweltwirkungen durch das Eutrophierungspotenzial und iii) Schadstoff-gesteuerte Umweltwirkungen durch die terrestrische Ökotoxizität (Nemecek *et al.*, 2005). Um die Bereiche gleichwertig abzubilden, wird pro Bereich nur eine Wirkungskategorie dargestellt. In den Umweltprofilen werden die Mittelwerte von drei Umweltwirkungen für die untersuchten Betriebstypen gleichzeitig in einem Netzdiagramm dargestellt. Hierbei entspricht das Maximum jeder Umweltwirkung in der Darstellung dem Maximum der Mittelwerte der Betriebstypen. Die Maxima (Eckpunkte im Netzdiagramm) sind durch eine gestrichelte Linie verbunden und bilden ein gleichseitiges Dreieck. Der Mittelpunkt entspricht dem Wert Null für die jeweilige Umweltwirkung.

Die vorliegenden Auswertungen wurden mit Hilfe der Statistiksoftware R (www.r-project.org) vorgenommen. Dabei lag das Schwergewicht auf beschreibender Statistik.

3.1.3 Umweltwirkungen der Betriebe pro funktionelle Einheit

3.1.3.1 Übersicht über den Gesamtdatensatz (pro ha LN)

Mediane und Variabilität

Für eine erste Übersicht über die Ökobilanzresultate der Gesamtstichprobe werden die Boxplots der vier im Projekt untersuchten Umweltwirkungen herangezogen (Abbildung 11). Zwischen dem Betrieb mit dem geringsten Bedarf an nicht-erneuerbaren Energien pro ha LN und jenem mit dem höchsten Bedarf lag ein Faktor 22. Etwas geringer war die Variabilität beim Treibhauspotenzial mit einem Faktor 18 zwischen den Betrieben mit den jeweiligen Extremwerten. Bei der Eutrophierung lag der Wert des ungünstigsten Betriebs 13 Mal höher als beim günstigsten. Noch stärker ausgeprägt waren die Unterschiede bei der terrestrischen Ökotoxizität mit einem Faktor von 106. Gesamthaft ist eine bemerkenswert grosse Variabilität festzustellen.

Die Mediane für die untersuchten Betriebe lagen bei 48000 MJ-Äq., 8200 kg CO₂-Äq., 120 kg N-Äq. respektive 11 TEP pro ha LN.

Variabilität des Gesamtdatensatzes bezüglich der Beiträge der Inputgruppen am Beispiel des Energiebedarfs pro ha LN

Abbildung 12 zeigt am Beispiel des Energiebedarfs die grosse Variabilität zwischen den in dieser Studie untersuchten Betrieben. Dabei wurde auch erkennbar, dass die Anteile der Inputgruppen zum Energiebedarf je nach Betrieb erhebliche Unterschiede haben können. Zwischen Betrieben mit einem ähnlichen Energiebedarf konnte der

Beitrag der einzelnen Inputgruppen stark abweichen.

Variabilität der Umweltwirkung und der Beiträge der Inputgruppen am Beispiel des Energiebedarfs für den Betriebstyp «Ackerbau»

Auch innerhalb des gleichen Betriebstyps, für die gleiche Region und die gleiche Landbauform, gab es eine beachtenswerte Variabilität zwischen den verschiedenen Betrieben, wie das Beispiel in Abbildung 13 zeigt. Im gewählten Beispiel für den Betriebstyp «Ackerbau» gab es zwischen dem Betrieb mit dem niedrigsten Energiebedarf pro ha LN (Betrieb 103) und jenem mit dem höchsten Energiebedarf (Betrieb 206) einen Faktor 5. Auch zwischen dem Betrieb 103 und jenem mit dem zweithöchsten Energiebedarf (Betrieb 147) betrug der Faktor noch 2.2.

Der Betrieb 206 hatte einen klar höheren Energiebedarf als die übrigen Betriebe. Bei den Inputgruppen waren die Unterschiede vor allem für «Energieträger» und «Futtermittel Zukauf» auszumachen. Die Gründe für die Unterschiede liegen in der Produktionsausrichtung der jeweiligen Ackerbaubetriebe: Während Betrieb 103 ein mittlerer Betrieb (20,8 ha) ohne Tiere ist, bei dem die Hälfte der LN für den Getreideanbau genutzt wird, handelt es sich beim Betrieb 206 um einen ebenfalls mittelgrossen Betrieb (19,2 ha), welcher zusätzlich zum Ackerbau 4500 Poulets mäset. Zu diesem Zweck kaufte er eine erhebliche Menge an Futtermitteln (5500 kg/GVE) zu. An diesem Beispiel wird ersichtlich, dass Betriebstyp «Ackerbau» nicht einfach bedeutet, dass die in dieser Gruppe zusammengefassten Betriebe ausschliesslich Ackerbau betreiben. Es gibt hier eine gewisse Vielfalt in der Produktionsausrichtung der Betriebe. Dies gilt in gleichem Mass für die anderen Betriebstypen.

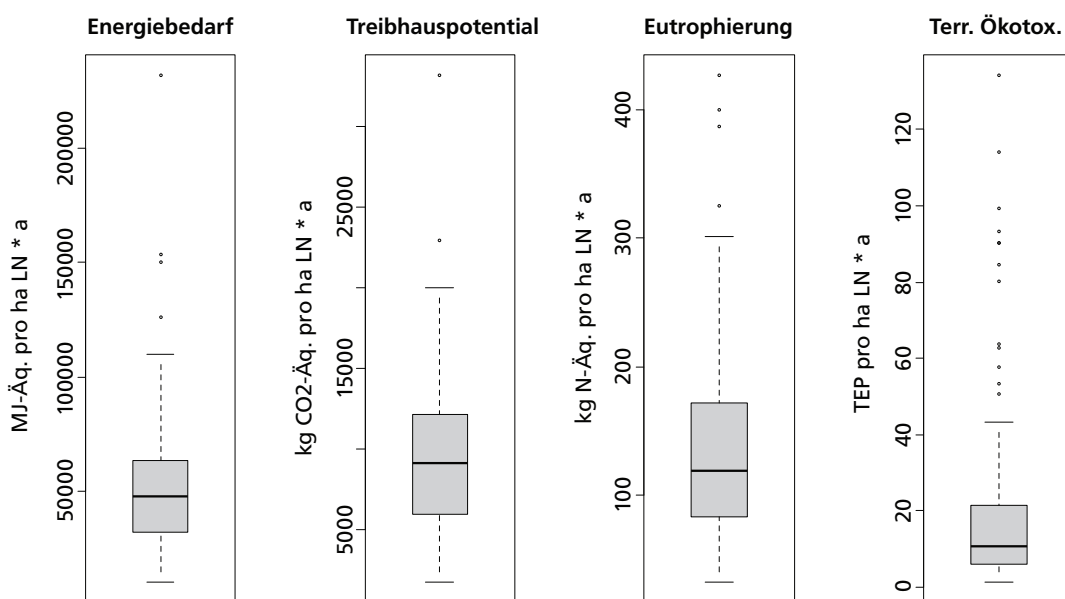


Abbildung 11: Die Umweltwirkungen Energiebedarf, Treibhauspotential, Eutrophierungspotenzial und Terrestrische Ökotoxizität aller Betriebe (Jahr 2008). Die Umweltwirkungen sind pro ha LN ausgedrückt.

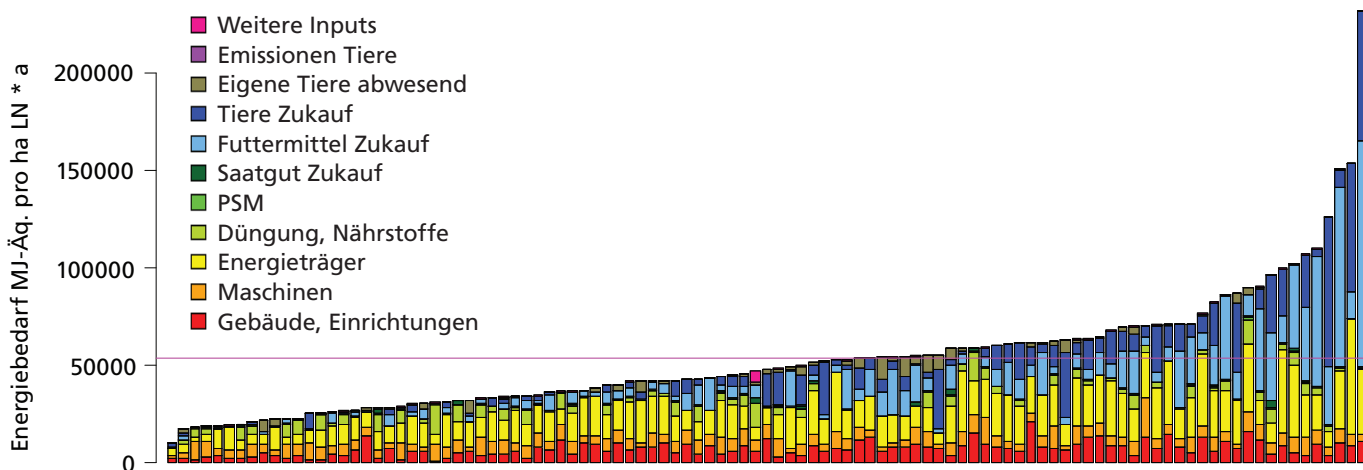


Abbildung 12/oben: Energiebedarf (in MJ-Äq.) pro ha LN für alle Betriebe im Jahr 2008.

Rosa Linie= Mittelwert von allen Betrieben.

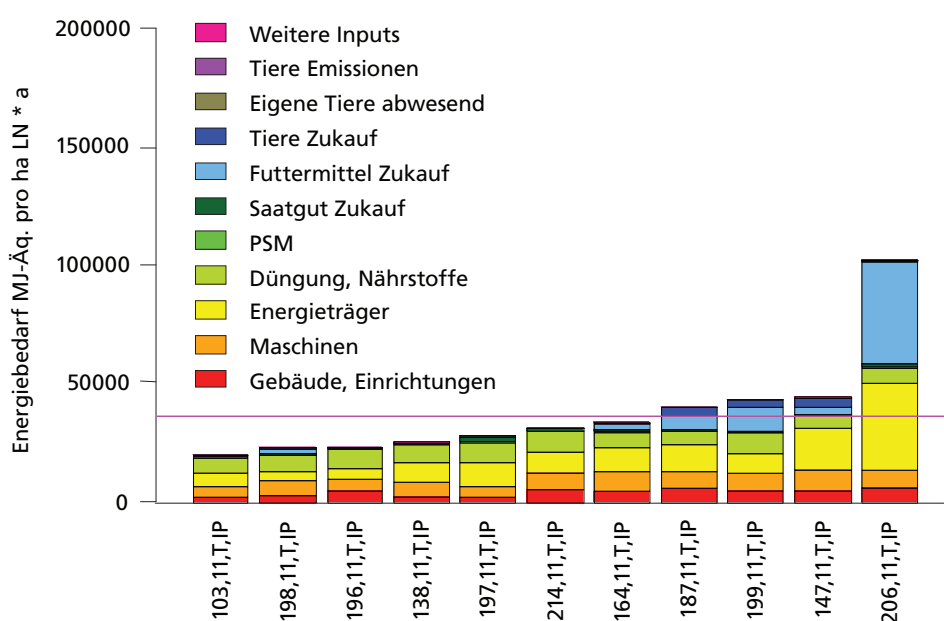


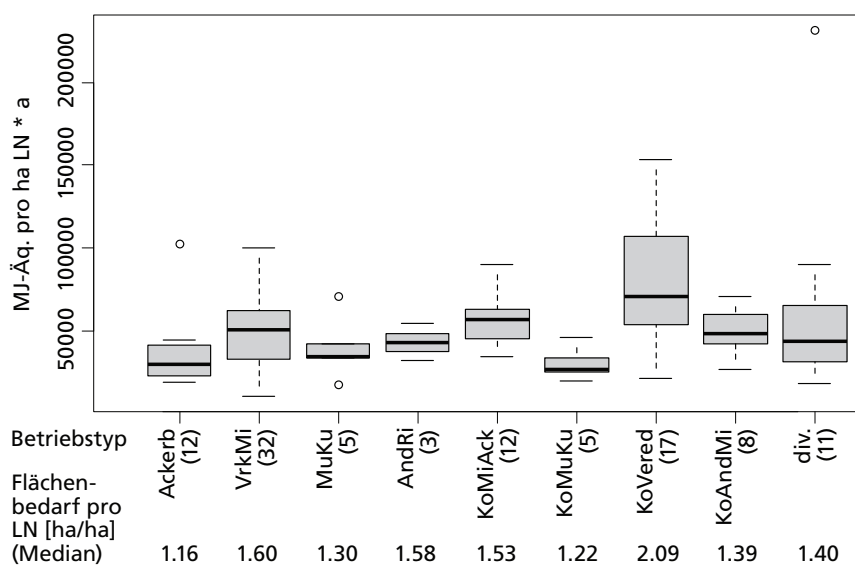
Abbildung 13: Energiebedarf (in MJ-Äq.) pro ha LN für Betriebs-typ <Ackerbau> (Typ 11), ÖLN, Talregion.

Rosa Linie= Mittelwert der gezeigten Betriebe.

Abbildung 14: Verteilung des Energiebedarfs (MJ-Äq.) pro ha LN aufgeteilt nach Betriebstyp.

Ackerb = <Ackerbau> Typ 11; VrMi = <Verkehrsmilch> Typ 21; MuKu = <Mutterkühe> Typ 22; AndRi = <Andere Rindvieh> Typ 23; KoMiAck = <Kombiniert Verkehrsmilch/Ackerbau> Typ 51; KoMuKu = <Kombiniert Mutterkühe> Typ 52; KoVered = <Kombiniert Veredelung> Typ 53; KoAndMi = <Kombiniert Andere/Verkehrsmilch> Typ 55; div. = übrige Betriebstypen, Typ 99.

In Klammern: Anzahl Betriebe pro Betriebstyp.



3.1.4 Umweltwirkungen der verschiedenen Betriebstypen

Im Folgenden werden die Resultate aufgeteilt nach den Betriebstypen gemäss FAT99-Typologie (Meier, 2000; siehe auch 5.2) für die verschiedenen Umweltwirkungen und funktionellen Einheiten präsentiert.

3.1.4.1 Energie- und Flächenbedarf der Betriebstypen pro ha LN

Betrachtet man den Energiebedarf pro ha LN der gut 100 Schweizer Landwirtschaftsbetriebe, aufgeteilt nach Betriebstyp, so stellt man bedeutende Unterschiede zwischen den Medianen fest. So lag zwischen dem Median des Typs «Kombiniert Mutterkühe», welcher den tiefsten Energiebedarf pro ha LN hat, und jenem des Typs «Kombiniert Veredelung» mit dem höchsten Energiebedarf pro ha LN ein Faktor von 2,6 (Abbildung 14). Dieser Unterschied wird als sehr bedeutend gewertet, ist jedoch geringer als die Unterschiede innerhalb der Betriebstypen (gilt v. a. für Typen mit mehr als 10 Betrieben).

Einen tendenziell tiefen Energiebedarf pro ha LN wiesen im Vergleich pro Betriebstyp die Typen «Kombiniert Mutterkühe», «Ackerbau» und «Mutterkühe» auf. Im Gegensatz dazu war der Energiebedarf bei den Typen «Kombiniert Veredelung», «Kombiniert Verkehrsmilch/Ackerbau» und «Verkehrsmilch» tendenziell hoch. Für die hier beobachtete Variabilität innerhalb der Betriebstypen gilt, wie in Kapitel 3.1.3.1 für den Betriebstyp «Ackerbau» beschrieben, dass die Produktionsausrichtung innerhalb der jeweiligen Betriebstypen eine gewisse Bandbreite aufweist. Es stellt sich daher die Frage, ob die verwendete Betriebseinteilung gemäss der FAT99-Typologie für die ökologische Auswertung die geeignete Gruppierung ist.

Der Typ «Kombiniert Veredelung» wies zusätzlich zum hohen Energiebedarf auch den höchsten Flächenbedarf auf (Abbildung 14). Dies ist bedingt durch die beachtlichen Mengen an zugekauftem Futter und Tieren. Im Gegensatz dazu war der Flächenbedarf beim Typ «Ackerbau» tief.

3.1.4.2 Bedeutung der Inputgruppen für die verschiedenen Umweltwirkungen

Abbildung 15 zeigt, welche Inputgruppen in der jeweiligen Umweltwirkung von Bedeutung sind. Wir haben stellvertretend für die anderen Betriebstypen die Typen «Ackerbau» (Ackerb), «Verkehrsmilch» (VrkMi) und «Kombiniert Veredelung» (KoVered) gewählt. Sie stehen für die Produktionsrichtungen Pflanzenbau, Milcherzeugung und Fleischproduktion und repräsentieren die beobachteten Verteilungsmuster bei den Inputgruppen gut.

Bei den Betrieben des **Typs «Ackerbau»** waren die wichtigsten Inputgruppen bei Energiebedarf (EB) die «Energieträ-

ger» (30 %) gefolgt von «Maschinen» (19 %), «Düngung, Nährstoffe» (18 %) und Zukauf von Futtermitteln (15 %). Beim Treibhauspotenzial (THP) war die Inputgruppe «Düngung, Nährstoffe» (34 %) wichtig; weiter waren die Inputgruppen «Tiere Emissionen» (21 %), «Futtermittel Zukauf» (14 %) und Energieträger (13 %) bedeutsam. Das Eutrophierungspotenzial (EuP) wurde dominiert von den Emissionen aus der Inputgruppe «Düngung, Nährstoffe» (80 %). Eine gewisse Bedeutung hatten noch die Emissionen aus «Futtermittel Zukauf» (9 %). Bei der terrestrischen Ökotoxizität (TTox) machten die Emissionen aus der Inputgruppe PSM 64 % der Umweltwirkung aus; «Futtermittel Zukauf» (20 %) und «Düngung, Nährstoffe» (11 %) waren die weiteren bedeutenden Inputgruppen (Abbildung 15).

Im Vergleich zum Betriebstyp «Ackerbau» setzten sich die Anteile der Inputgruppen am Energiebedarf beim **Typ «Verkehrsmilch»** etwas anders zusammen: Die Energieträger (37 %) waren bedeutender. Gleiches gilt für den Zukauf an Tieren (18 %). Beim Treibhauspotenzial war der Anteil aus den Tieremissionen (50 %) viel wichtiger, im Gegensatz zu jenem aus der Inputgruppe «Düngung, Nährstoffe». Ebenfalls bedeutender waren die Emissionen aus dem Zukauf von Tieren (11 %). Gleiches gilt für das Eutrophierungspotenzial: Wiederum waren im Vergleich die Emissionen aus den Inputgruppen «Tiere Emissionen» und «Tiere Zukauf» wichtiger. Die dominierende Inputgruppe bei der terrestrischen Ökotoxizität war «Futtermittel Zukauf» (63 %). Einen im Vergleich mit dem Typ Ackerbau klar grösseren Anteil an der terrestrischen Ökotoxizität nahm die Inputgruppe «Tiere Zukauf» (17 %) ein. PSM waren im Vergleich unbedeutend (Abbildung 15).

Im Unterschied zum Typ «Verkehrsmilch» waren beim **Typ «Kombiniert Veredelung»** für den Energiebedarf die Inputgruppen «Futtermittel Zukauf» (34 %) und «Tiere Zukauf» (21 %) klar wichtiger. Beim Treibhauspotenzial waren wiederum die Inputgruppen «Futtermittel Zukauf» (31 %) und «Tiere Zukauf» (15 %) bedeutsamer. Auch beim Eutrophierungspotenzial war der Anteil der Inputgruppe «Futtermittel Zukauf» (34 %) grösser als beim Typ «Verkehrsmilch». Bei der terrestrischen Ökotoxizität schliesslich dominierte der Zukauf von Futtermitteln (72 %); von Bedeutung waren noch die PSM (14 %) (Abbildung 15).

3.1.4.3 Umweltprofile für die Funktion Landbewirtschaftung

Für die Funktion der Landbewirtschaftung, das heisst pro ha LN, wurden vier Typen von Profilen identifiziert (Abbildung 16):

- Ein vergleichsweise günstiges Umweltprofil pro ha LN wiesen die Typen «Kombiniert Mutterkühe» (KoMuKu) und «Mutterkühe» (MuKu) auf, insbesondere bei den Schadstoff-gesteuerten Umweltwirkungen.
- Ein schiefes Profil zeigten die Typen «Anderes Rindvieh»

Abbildung 15: Anteile der Inputgruppen an den Umweltwirkungen Energiebedarf (EB), Treibhauspotenzial (THP), Eutrophierungspotenzial (EuP) und terrestrische Ökotoxizität (TTox) für die Betriebstypen «Ackerbau» (Ackerb), «Verkehrsmilch» (VrkMi) und «Kombiniert Veredelung» (KoVered).

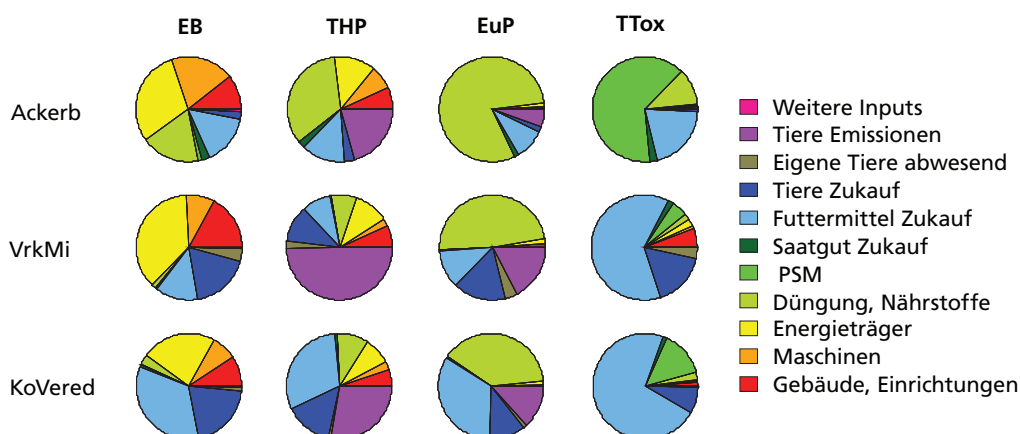
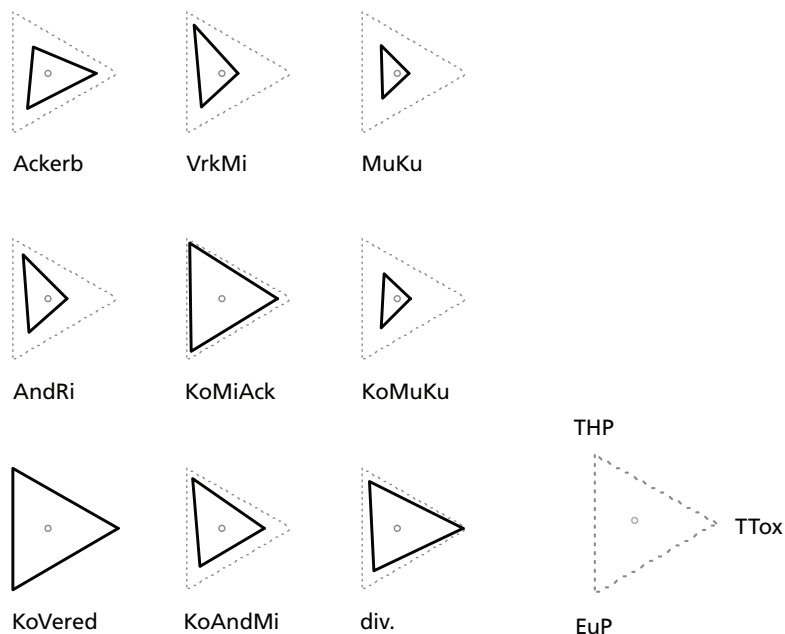


Abbildung 16: Umweltprofile für die Funktion der Landbewirtschaftung (pro ha LN). THP= Treibhauspotenzial; EuP= Eutrophierungspotenzial; TTox = Terrestrische Ökotoxizität. Je näher die Ecken am Mittelpunkt, desto geringer ist die jeweilige Umweltwirkung. Betriebstypen: 11 = «Ackerbau»; 21 = «Verkehrsmilch»; 22 = «Mutterkühe»; 23 = «Anderes Rindvieh»; 51 = «Kombiniert Verkehrsmilch/Ackerbau»; 52 = «Kombiniert Mutterkühe»; 53 = «Kombiniert Veredelung»; 55 = «Kombiniert Andere/Verkehrsmilch»; 99 = übrige Betriebstypen. Das Maximum (grau gestrichelte Linie) entspricht dem Maximum der jeweiligen Umweltwirkung für die dargestellten Betriebstypen. Der Mittelpunkt entspricht dem Wert Null für die jeweilige Umweltwirkung.



(AndRi) und «Verkehrsmilch» (VrkMi): Beide waren im Bereich der Schadstoff-gesteuerten Umweltwirkungen recht günstig, bei den Ressourcen- und Nährstoff-gesteuerten Wirkungen hingegen eher ungünstig.

- Ein mittleres Umweltprofil pro ha LN wiesen die Typen «Ackerbau» (Ackerb) und «Kombiniert Andere/Verkehrsmilch» (KoAndMi) auf, wobei die Umweltlasten eher hoch und relativ gleichmässig verteilt waren.
- Ein vergleichsweise ungünstiges Umweltprofil pro ha LN hatten die Typen «Kombiniert Veredelung» (KoVered) und «Kombiniert Verkehrsmilch/Ackerbau» (KoMiAck) mit gleichmässig hohen Umweltwirkungen.

3.1.4.4 Produktive und wirtschaftliche Leistung in Bezug auf die Landbewirtschaftung

Bevor die Umweltwirkungen in Bezug auf die produktive und finanzielle Funktion untersucht werden, sollen die Verhältnisse von produzierter verdaulicher Energie pro ha

LN und von Rohleistung pro ha LN betrachtet werden (Abbildung 17).

Drei Kategorien an Betriebstypen liessen sich in Bezug auf die **produktive Leistung** pro bewirtschaftete Fläche unterscheiden:

- **Produktive Betriebstypen**, das heisst Betriebstypen, welche pro Fläche eine hohe Produktivität (MJ VE) hatten, waren «Ackerbau» (Ackerb), «Kombiniert Verkehrsmilch/Ackerbau» (KoMiAck) und «Kombiniert Veredelung» (KoVered) (Abbildung 17). Ihnen gemeinsam war eine innerhalb des Betriebstyps recht grosse Variabilität. Dies hängt teilweise mit der im Vergleich zu den anderen Typen grösseren Anzahl an Betrieben zusammen.
- **Mittelproduktive Betriebstypen** pro Fläche waren: «Kombiniert Andere/Verkehrsmilch» (KoAndMi), «Kombiniert Mutterkühe» (KoMuKu) und «Verkehrsmilch» (VrkMi).

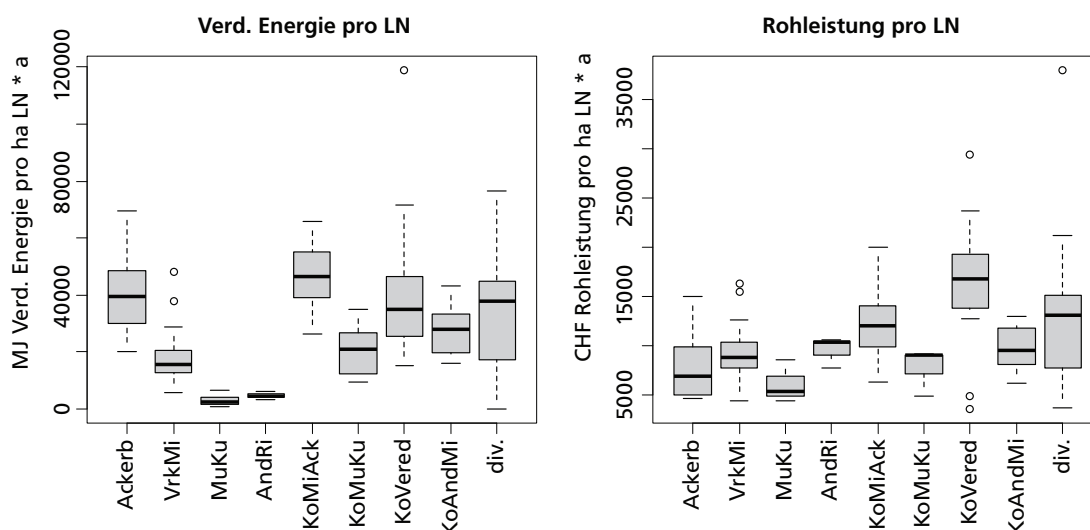


Abbildung 17: Verdauliche Energie (in MJ VE) pro ha LN sowie Rohleistung (in CHF RL) pro ha LN aufgeteilt nach Betriebstypen.

Betriebstypen: Ackerb = «Ackerbau» Typ 11; VrMi = «Verkehrsmilch» Typ 21; MuKu = «Mutterkühe» Typ 22; AndRi = «Anderes Rindvieh» Typ 23; KoMiAck = «Kombiniert Verkehrsmilch/Ackerbau» Typ 51; KoMuKu = «Kombiniert Mutterkühe» Typ 52; KoVered = «Kombiniert Veredelung» Typ 53; KoAndMi = «Kombiniert Andere/Verkehrsmilch» Typ 55; div. = übrige Betriebstypen, Typ 99.

- **Wenig produktive Betriebstypen** pro Fläche waren «Mutterkühe» (MuKu) und «Anderes Rindvieh» (AndRi). Dies lag für erstere an der extensiven Produktion (wenig zugekaufte Betriebsmittel; tiefer Output) mit hoher Flächenbeanspruchung und für beide an der Veredelung von pflanzlichen Produkten zu Rindfleisch. Dieser Veredelungsschritt verbraucht viel Nahrungsenergie.

Auch bezüglich der **wirtschaftlichen Leistung** pro bewirtschaftete Fläche unterschieden sich die Betriebstypen aus unserem Datensatz.

- Die Typen «Kombiniert Veredelung» (KoVered) und «Kombiniert Verkehrsmilch/Ackerbau» (KoMiAck) hatten pro Fläche eine hohe wirtschaftliche Leistung.
- Eine mittlere wirtschaftliche Leistung pro Fläche hatten «Ackerbau» (11), «Verkehrsmilch» (VrMi), «Anderes Rindvieh» (AndRi), «Kombiniert Mutterkühe» (KoMuKu) und «Kombiniert Andere/Verkehrsmilch» (KoAndMi).
- Der Betriebstyp «Mutterkühe» (MuKu) hatte pro Fläche eine tiefe wirtschaftliche Leistung.

3.1.4.5 Energiebedarf pro produzierte Energieeinheit für die menschliche Ernährung (verdauliche Energie; produktive Funktion)

Die Analyse des Bedarfs an nicht-erneuerbaren Energieressourcen pro MJ produzierter verdaulicher Energie zeigte, dass nur ein Betriebstyp, nämlich «Ackerbau» weniger nicht-erneuerbare Energie (0,84 MJ; Median) einsetzte, als er an Energie für die menschliche Ernährung produzierte (Abbildung 18). Der Betriebstyp mit dem nächst günstigsten

Energiebedarf pro MJ produzierte verdauliche Energie war «Kombiniert Verkehrsmilch/Ackerbau», bei welchem das Verhältnis zwischen dem Median der eingesetzten, nicht-erneuerbaren Energieträger und der für die menschliche Ernährung nutzbaren Energie 1,2 betrug. Bei den meisten übrigen Betriebstypen lag das Verhältnis bereits bei 1,6 bis 3. Auffallend war, dass die Typen «Mutterkühe» und «Anderes Rindvieh» einen deutlich höheren Energieaufwand pro erzeugte MJ Energie für die menschliche Ernährung aufwiesen mit Faktoren von 12 respektive 10.

Pflanzliche Produkte, insbesondere Getreide, enthalten viel für den Menschen verdauliche Energie. Daher schnitten die Betriebe des Typs «Ackerbau» im Vergleich gut ab. Die Erzeugung von tierischen Produkten erfolgt meist unter Einsatz von Futtermitteln, die auch durch den Menschen konsumiert werden könnten. Eine Ausnahme bildet dabei die Nutzung des Graslands für die Fütterung. Die Erzeugung einer für den Menschen verwertbaren Kalorie eines tierischen Produkts erfordert den Einsatz eines Mehrfachen an Kalorien aus pflanzlicher Produktion. Das bedeutet, dass Betriebstypen mit einem Schwergewicht auf tierischer Produktion im Vergleich weniger für den Menschen verwertbare Energie erzeugen. Dies ist mit ein Grund, weshalb ihr Bedarf an nicht-erneuerbarer Ressourcen pro MJ verdauliche Energie höher lag, als jener der Typen «Ackerbau» oder «Kombiniert Verkehrsmilch/Ackerbau». Beim Typ «Mutterkühe» kommt hinzu, dass da auch der Produktoutput verhältnismässig tief war.

Dabei muss beachtet werden, dass es sich bei den beiden Energiegrößen um zwei verschiedene Energieformen

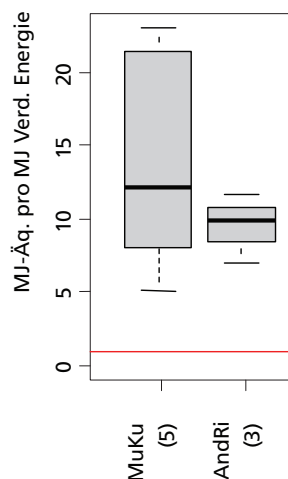
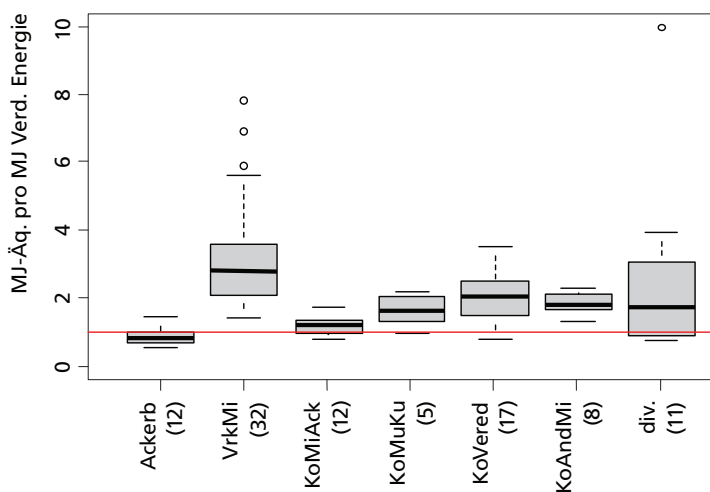


Abbildung 18/oben: Energiebedarf (MJ-Äq.) pro MJ verdauliche Energie aufgeteilt nach Betriebstypen. Ackerb = <Ackerbau> Typ 11; VrMi = <Verkehrsmilch> Typ 21; MuKu = <Mutterkühe> Typ 22; AndRi = <Anderes Rindvieh> Typ 23; KoMiAck = <Kombiniert Verkehrsmilch/Ackerbau> Typ 51; KoMuKu = <Kombiniert Mutterkühe> Typ 52; KoVered = <Kombiniert Veredelung> Typ 53; KoAndMi = <Kombiniert Andere/Verkehrsmilch> Typ 55; div. = übrige Betriebstypen, Typ 99. In Klammern: Anzahl Betriebe pro Betriebstyp. Rote Linie = 1 MJ-Äq. nicht-erneuerbarer Energie pro 1 MJ verdauliche Energie.

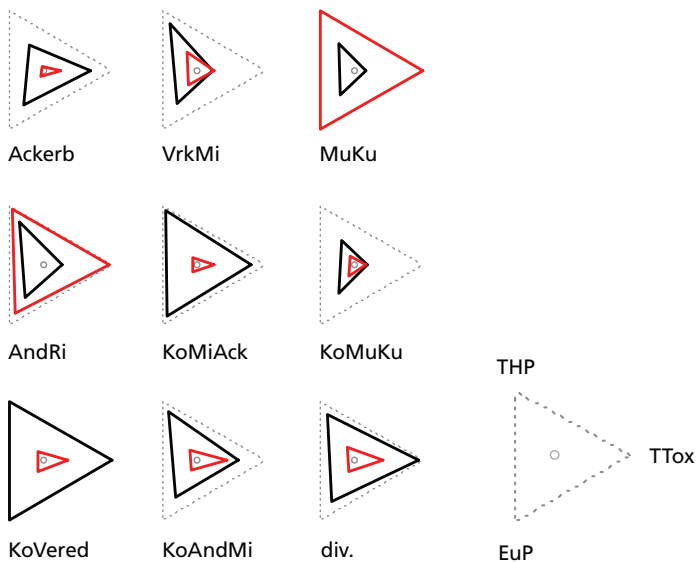


Abbildung 19/Mitte: Umweltprofile für die produktive Funktion (rot) ausgedrückt pro MJ verdaulicher Energie (MJ VE) und (schwarz) ausgedrückt pro ha LN. THP= Treibhauspotenzial; EuP= Eutrophierungspotenzial; TTox = Terrestrische Ökotoxizität. Je näher die Ecken am Mittelpunkt, desto geringer ist die jeweilige Umweltwirkung. Betriebstypen: 11 = <Ackerbau>; 21 = <Verkehrsmilch>; 22 = <Mutterkühe>; 23 = <Anderes Rindvieh>; 51 = <Kombiniert Verkehrsmilch/Ackerbau>; 52 = <Kombiniert Mutterkühe>; 53 = <Kombiniert Veredelung>; 55 = <Kombiniert Andere/Verkehrsmilch>; 99 = übrige Betriebstypen. Das Maximum (grau gestrichelte Linie) entspricht dem Maximum der jeweiligen Umweltwirkung für die dargestellten Betriebstypen. Der Mittelpunkt entspricht dem Wert Null für die jeweilige Umweltwirkung.

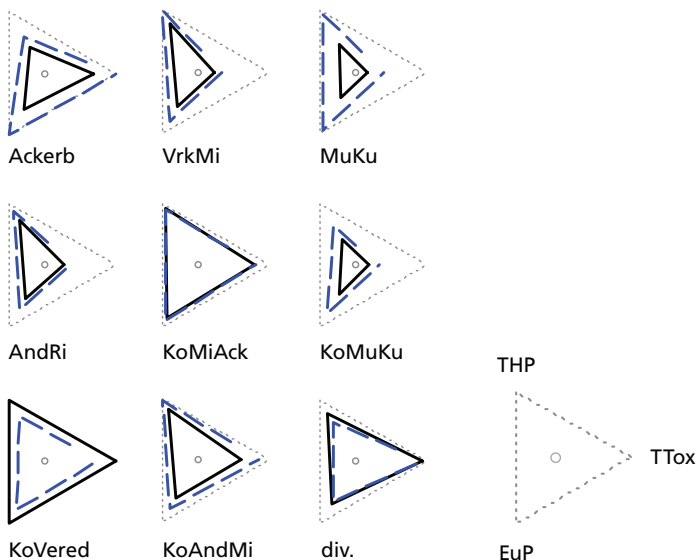


Abbildung 20/unten: Umweltprofile für die finanzielle Funktion (blau gestrichelt) ausgedrückt pro CHF Rohleistung (CHF RL) und (schwarz) ausgedrückt pro ha LN. THP= Treibhauspotenzial; EuP= Eutrophierungspotenzial; TTox = Terrestrische Ökotoxizität. Je näher die Ecken am Mittelpunkt, desto geringer ist die jeweilige Umweltwirkung. Betriebstypen: 11 = <Ackerbau>; 21 = <Verkehrsmilch>; 22 = <Mutterkühe>; 23 = <Anderes Rindvieh>; 51 = <Kombiniert Verkehrsmilch/Ackerbau>; 52 = <Kombiniert Mutterkühe>; 53 = <Kombiniert Veredelung>; 55 = <Kombiniert Andere/Verkehrsmilch>; 99 = übrige Betriebstypen. Das Maximum (grau gestrichelte Linie) entspricht dem Maximum der jeweiligen Umweltwirkung für die dargestellten Betriebstypen. Der Mittelpunkt entspricht dem Wert Null für die jeweilige Umweltwirkung.

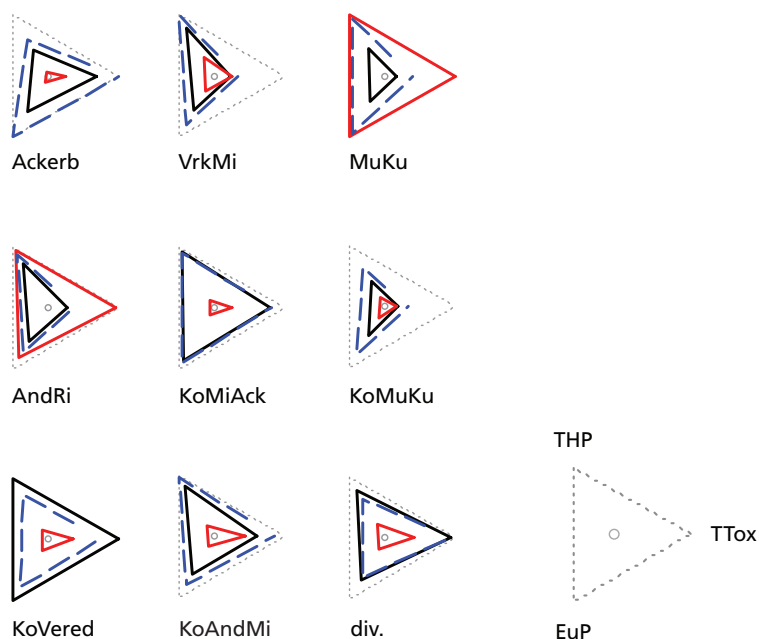


Abbildung 21: Umweltprofile für alle drei betrachteten Funktionen: Landwirtschaft (schwarz), produktive Funktion (rot) und finanzielle Funktion (blau gestrichelt). THP= Treibhauspotenzial; EuP= Eutrophierungspotenzial; TTox = Terrestrische Ökotoxizität. Je näher die Ecken am Mittelpunkt, desto geringer ist die jeweilige Umweltwirkung. Betriebstypen: 11 = <Ackerbau>; 21 = <Verkehrsmilch>; 22 = <Mutterkühe>; 23 = <Anderes Rindvieh>; 51 = <Kombiniert Verkehrsmilch/Ackerbau>; 52 = <Kombiniert Mutterkühe>; 53 = <Kombiniert Veredelung>; 55 = <Kombiniert Andere/Verkehrsmilch>; 99 = übrige Betriebstypen. Das Maximum (grau gestrichelte Linie) entspricht dem Maximum der jeweiligen Umweltwirkung für die dargestellten Betriebstypen. Der Mittelpunkt entspricht dem Wert Null für die jeweilige Umweltwirkung.

handelt, obschon beide in MJ ausgedrückt werden: Beim Bedarf an nicht-erneuerbaren Energieressourcen handelt es sich um eine Umweltwirkungskategorie, welche sich aus der Menge der verbrauchten Primärenergieträger multipliziert mit ihrem oberen Heizwert ergibt (siehe auch Kapitel 2.2.7.1). Bei der verdaulichen Energie handelt es sich um für den Menschen nutzbare Energie aus Nahrungsmitteln. Erzeugnisse für die tierische Ernährung werden umgerechnet, indem abgeschätzt wird, wie viel für den Menschen verwertbare Energie via tierisches Produkt entsteht (siehe auch Kapitel 2.2.4).

3.1.4.6 Umweltprofile für die produktive Funktion

Die Umweltprofile für die produktive Funktion, das heisst pro MJ verdauliche Energie, änderten sich stark im Vergleich mit jenen pro ha LN (Abbildung 19). Die produktiveren Betriebstypen hatten pro MJ verdauliche Energie im Vergleich eine kleinere Umweltwirkung. Dies gilt für die Typen <Kombiniert Veredelung> (KoVered), <Kombiniert Verkehrsmilch/Ackerbau> (KoMiAck) sowie <Ackerbau> (Ackerb). Weniger produktive Betriebstypen, wie <Mutterkühe> (MuKu) und <Anderes Rindvieh> (AndRi), hatten erwartungsgemäss vergleichsweise hohe Umweltwirkungen pro MJ verdauliche Energie.

3.1.4.7 Umweltprofile für die finanzielle Funktion

Auffallend war, dass sich die Umweltprofile für die finanzielle Funktion nur wenig von jenen der Funktion der Landwirtschaft unterschieden. Am meisten änderte sich das Profil für den Typ <Mutterkühe> (MuKu). In geringerem Masse traf dies auch für die Typen <Ackerbau> (Ackerb) und <Kombiniert Mutterkühe> (KoMuKu) zu. Beim Typ <Kombiniert Veredelung> (KoVered) waren im Gegensatz zu den anderen Typen die Umweltwirkungen

pro CHF Rohleistung geringer als pro ha LN (Abbildung 20).

3.1.5 Umweltprofile über alle betrachteten Funktionen der Landwirtschaft

Für eine möglichst umfassende Betrachtung der Umweltleistung der teilnehmenden Landwirtschaftsbetriebe müssen die Umweltprofile für die verschiedenen Funktionen der Landwirtschaft gemeinsam analysiert werden (Abbildung 21). Tendenziell gab es drei Muster von Profilen:

- i) Betriebstypen, die ein vergleichsweise günstiges Umweltprofil für die produktive Funktion hatten, ein mittel- bis ungünstiges Profil für die Funktion der Landwirtschaft sowie ein ungünstiges Profil für die finanzielle Funktion aufwiesen. Dazu zählten die Typen <Ackerbau>, (Ackerb) <Verkehrsmilch> (VrkMi), <Kombiniert Mutterkühe> (KoMuKu) sowie <Kombiniert Andere/Verkehrsmilch> (KoAndMi).
- ii) Betriebstypen, welche ein vergleichsweise günstigeres Umweltprofil für die Landwirtschaft hatten als für die finanzielle Funktion. Dieses war wiederum günstiger als jenes für die produktive Funktion. Dies war der Fall bei den Typen <Mutterkühe> (MuKu) und <Anderes Rindvieh> (AndRi).
- iii) Betriebstypen, die ein vergleichsweise günstiges Umweltprofil für die produktive Funktion hatten, ein mittelgünstiges Profil für die finanzielle Funktion und ein tendenziell ungünstiges oder gar ungünstiges Umweltprofil für die Funktion der Landwirtschaft hatten. Dies gilt für die Typen <Kombiniert Veredelung> (KoVered) und in einer prononcierteren Form auch für <Kombiniert Verkehrsmilch/Ackerbau> (KoMiAck).

Ein insgesamt recht günstiges Umweltprofil hatte der Typ «Kombiniert Mutterkühe» (KoMuKu). Die Kombination von extensiver Fleischerzeugung mit pflanzlicher Produktion scheint bezüglich Umweltleistung vergleichsweise günstig zu sein.

Ungünstig präsentierte sich das Umweltprofil des Typs «Mutterkühe» (MuKu) für die produktive und finanzielle Funktion. Vergleichsweise günstig waren hingegen die Umweltwirkungen für die Funktion der Landbewirtschaftung. Hier offenbart sich das Spannungsfeld zwischen einer extensiven Landbewirtschaftung und einer vergleichsweise tiefen Nahrungsmittelproduktion sowie einer tiefen Rohleistung. Ein ähnliches Umweltprofil zeigte der Typ «Anderes Rindvieh» (AndRi), bei dem das Profil gar über alle funktionelle Einheiten recht ungünstig war. Die Gründe liegen wohl im vergleichsweise hohen Verbrauch an Nahrungsenergie für die Produkterzeugung und in der relativ intensiven Produktionsweise.

Als Gegenstück zum Typ «Mutterkühe» präsentierte sich der Typ «Kombiniert Veredelung» (KoVered). Auch hier wurde das Spannungsfeld zwischen den drei Funktionen deutlich. Während hier das Umweltprofil für die produktive Funktion günstig war, das heisst der Betriebstyp hat pro kg Output niedrige Umweltwirkungen, waren die Umweltwirkungen pro Rohleistung hoch und pro Fläche im Vergleich gar am höchsten. Ganz ähnlich verhielt es sich für den Typ «Kombiniert Verkehrsmilch/Ackerbau» (KoMiAck) sowie «Kombiniert Andere/Verkehrsmilch» (KoAndMi), wobei bei letzterem die Umweltwirkungen pro finanzielle Funktion höher waren, als pro Landbewirtschaftung.

Zweipolige Umweltprofile, das heisst Umweltprofile, die über die drei betrachteten Funktionen zwei ausgeprägte Spitzen haben, zeigten die Betriebstypen «Ackerbau» (Ackerb) und «Verkehrsmilch» (VrkMi). Bei diesen Typen braucht es gezielte Massnahmen zur Reduktion der Umweltlast, zum Beispiel beim Einsatz von Pflanzenschutzmittel im Ackerbau.

3.1.6 Handlungsfelder für die jeweiligen Betriebstypen

Aufgrund der Umweltprofile liessen sich bei den untersuchten Betriebstypen folgende Handlungsfelder feststellen (Tabelle 10).

3.1.6.1 Optionen zur Verbesserung der Umweltleistung am Beispiel der Typen «Ackerbau» und «Kombiniert Veredelung»

Inputgruppen mit einem hohen Anteil an der gesamten Umweltwirkung sowie mit einer grossen Standardabweichung zeigen die Bereiche der Betriebe an, bei denen Optimierungspotenzial besteht. Denn eine grosse Standardabweichung bedeutet, dass sich innerhalb des betref-

Tabelle 10: Identifizierter Handlungsbedarf pro Betriebstyp

Betriebstyp	Handlungsfeld
Ackerbau	Nährstoff- und Schadstoffmanagement
Verkehrsmilch	Ressourcen- und Nährstoffmanagement
Mutterkühe Anderes Rindvieh	Ressourcen- und Nährstoffmanagement plus Steigerung der produktiven Leistung, sowie bei Mutterkuhbetrieben Steigerung der wirtschaftlichen Leistung
Kombiniert Verkehrsmilch/ Ackerbau Kombiniert Veredelung Kombiniert Andere/ Verkehrsmilch	Alle Umweltwirkungen v. a. für die Funktion Landbewirtschaftung und die finanzielle Funktion.
Kombiniert Mutterkühe	Nährstoffmanagement sowie tendenziell Ressourcenmanagement

fenden Betriebstyps Betriebe finden, welche eine deutlich geringere Umweltwirkung aufweisen, als die ungünstigsten Betriebe desselben Typs. Dabei ist zu beachten, dass ein Teil der Variabilität von den Unterschieden bei der Produktionsausrichtung innerhalb eines Betriebstyps bedingt war.

Für den **Typ «Ackerbau»** fanden sich Ansatzpunkte für ein optimiertes Umweltmanagement bei den Inputgruppen «Düngung, Nährstoffe», zugekaufte Futtermittel und «Energieträger» sowie in zweiter Linie bei den Pflanzenschutzmitteln («PSM»; Tabelle 11). Die beiden erstgenannten Inputgruppen waren bei allen betrachteten Umweltwirkungen von Bedeutung und führen bei einer Verringerung der Beiträge in allen Bereichen zu einer geringeren Umweltlast.

Bei einem Betriebstyp, welcher hauptsächlich Fleisch produziert, in diesem Fall **«Kombiniert Veredelung»**, spielten für eine Optimierung der Umweltleistung die Inputgruppen «Futtermittel Zukauf» und «Tiere Zukauf» eine wichtige Rolle, da sie hohe Mittelwerte und hohe Standardabweichungen aufwiesen (Tabelle 12). Bei den Ressourcen-gesteuerten Umweltwirkungen waren die Energieträger wichtig. Für den Bereich der Nährstoff-gesteuerten Umweltwirkungen war die Inputgruppe «Düngung, Nährstoffe» zusätzlich von Bedeutung. Beim Treibhauspotenzial und Eutrophierungspotenzial und damit bei den Managementachsen Ressourcen und Nährstoffe spielten die Tieremissionen Methan, Lachgas und Ammoniak eine Rolle.

Tabelle 11: Mittelwerte und Standardabweichung (Stabw) des Betriebstyp «Ackerbau» pro ha LN für die vier Umweltwirkungen «Energiebedarf» (in MJ-Äq.), «Treibhauspotenzial» (in kg CO₂-Äq.), «Eutrophierungspotenzial» (in kg N-Äq.) und «Terrestrische Ökotoxizität» (in TEP).

Inputgruppen	Energiebedarf		Treibhauspot.		Eutrophierungspot.		Terr. Ökotoxizität	
	Mittelwert	Stabw	Mittelwert	Stabw	Mittelwert	Stabw	Mittelwert	Stabw
Gebäude, Einrichtungen	3896	1368	358	124	0	0	0	0
Maschinen	6971	1481	384	85	1	0	0	0
Energieträger	10810	9125	679	583	2	1	0	0
Düngung, Nährstoffe	6590	1698	1785	585	95	27	3	5
PSM	406	185	14	7	0	0	16	24
Saatgut Zukauf	893	646	103	62	2	1	1	0
Futtermittel Zukauf	5511	12069	720	1467	11	23	5	11
Tiere Zukauf	926	1546	159	299	2	4	0	0
Eigene Tiere abwesend	0	1	0	0	0	0	0	0
Tiere Emissionen	0	0	1094	1187	6	7	0	0
Weitere Inputs	196	254	5	7	0	0	0	0

Tabelle 12: Mittelwerte und Standardabweichung (Stabw) des Betriebstyp «Kombiniert Veredelung» pro ha LN für die vier Umweltwirkungen «Energiebedarf» (in MJ-Äq.), «Treibhauspotenzial» (in kg CO₂-Äq.), «Eutrophierungspotenzial» (in kg N-Äq.) und «Terrestrische Ökotoxizität» (in TEP).

Inputgruppen	Energiebedarf		Treibhauspot.		Eutrophierungspot.		Terr. Ökotoxizität	
	Mittelwert	Stabw	Mittelwert	Stabw	Mittelwert	Stabw	Mittelwert	Stabw
Gebäude, Einrichtungen	7730	3283	643	262	1	0	0	0
Maschinen	6081	1980	321	107	0	0	0	0
Energieträger	18544	12193	1039	626	2	1	0	0
Düngung, Nährstoffe	2478	2510	1228	651	78	43	1	2
PSM	173	277	6	9	0	0	5	12
Saatgut Zukauf	606	849	71	87	1	2	0	0
Futtermittel Zukauf	27480	23276	3852	2962	68	50	26	26
Tiere Zukauf	16588	22493	1830	2317	23	27	3	4
Eigene Tiere abwesend	904	1480	120	201	2	4	0	0
Tiere Emissionen	0	0	3456	2147	26	14	0	0
Weitere Inputs	230	212	5	5	0	0	0	0

Im Vergleich mit den beiden oben untersuchten Beispielen zeigt sich, dass auch bei den anderen Betriebstypen mit über zehn Datensätzen – es sind dies «Verkehrsmilch» und «Kombiniert Verkehrsmilch/Ackerbau» – die Inputgruppen «Energieträger» und «Düngung, Nährstoffe» bedeutende Inputgruppen mit jeweils grosser Variabilität sind. Dies gilt auch für den Typ «Mutterkühe», wobei da im Unterschied zu den anderen Typen die Inputgruppe «Maschinen» eine wichtige Ursache für die Ressourcen-gesteuerten Umweltwirkungen ist. Bei allen Betriebstypen, welche tierische Produkte erzeugen, sind zusätzlich zu den zugekauften Futtermitteln und Tieren die Tieremissionen bedeutsam, vor allem beim Treibhauspotenzial und Eutrophierungspotenzial.

3.1.7 Umweltwirkungen nach Landbauformen (ÖLN/BIO) und Regionen (Tal/Hügel/Berg)

Da der Anteil an Bio-Betrieben in den verschiedenen Betriebstypen unterschiedlich hoch war, liessen sich die Unterschiede zwischen den zwei Gruppen nicht durch ihre Landbauform alleine erklären, sondern waren auch von

den Unterschieden zwischen den einzelnen Betriebstypen beeinflusst. Daher ist ein Vergleich zwischen den beiden Landbauformen ÖLN und Bio über alle vorhandenen Betriebe nicht sinnvoll. Eine Analyse der Landbauform innerhalb eines Betriebstyps ist zudem erst möglich, wenn genügend Betriebe der beiden Ausrichtungen vorhanden sind. Aus diesen Gründen wird im Folgenden eine Auswertung der Einflussfaktoren Landbauform und Region pro Betriebstyp vorgenommen. Die Analyse der vorhandenen Betriebsdatensätze hat gezeigt, dass nur bei einem Betriebstyp – Verkehrsmilch (21) – Betriebe vorhanden sind, die sowohl gemäss ÖLN- resp. Bio-Richtlinien produzieren, als auch in allen drei Regionen vorkommen.

3.1.7.1 Verteilung des Energiebedarfs pro ha LN für den Betriebstyp «Verkehrsmilch» aufgeteilt nach Region und Landbauform

Der Energiebedarf pro ha LN des Betriebstyps «Verkehrsmilch» wies eine beachtliche Variabilität auf, sowohl über die drei Regionen, wie auch für die beiden Landbauformen (Abbildung 22).

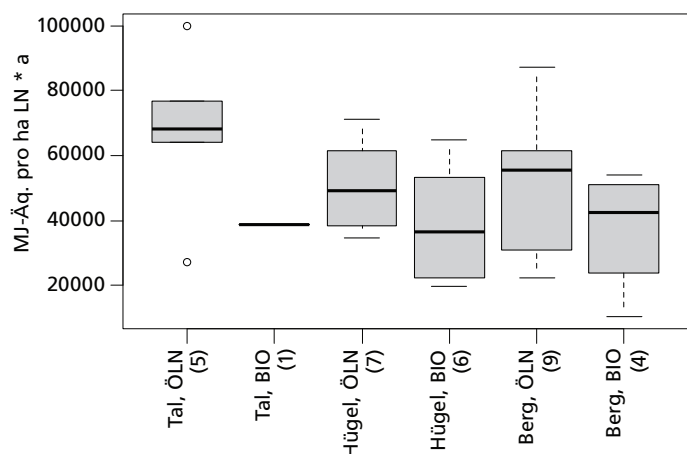


Abbildung 22: Energiebedarf pro ha LN des Betriebstyps «Verkehrsmilch» (21) aufgeteilt nach Region und Landbauform (in MJ-Äq.) In Klammern: Anzahl Betriebe.

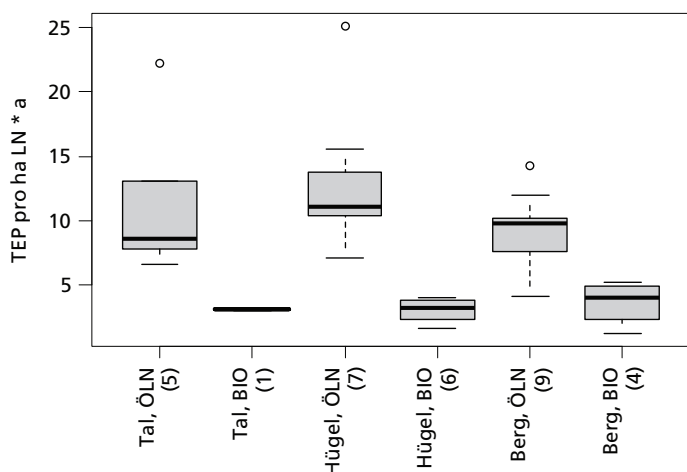


Abbildung 23: Terrestrische Ökotoxizität (CML) pro ha LN des Betriebstyps «Verkehrsmilch» (21) aufgeteilt nach Region und Landbauform (in TEP) In Klammern: Anzahl Betriebe.

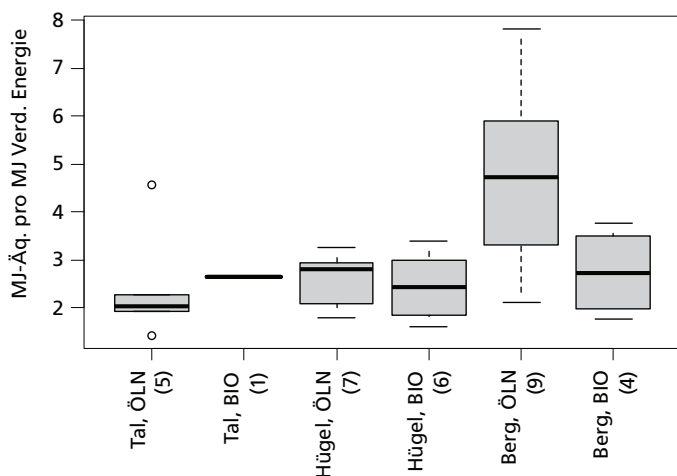


Abbildung 24: Energiebedarf pro MJ verdauliche Energie des Betriebstyps «Verkehrsmilch» (21) aufgeteilt nach Region und Landbauform (in MJ-Äq.) In Klammern: Anzahl Betriebe.

Zwei Tendenzen konnten ausgemacht werden:

- Innerhalb der Region war der Median des Energiebedarfs pro ha LN für die Verkehrsmilchbetriebe, die nach ÖLN-Richtlinien bewirtschafteten höher als jener der nach Bio-Richtlinien Bewirtschaftenden. Aufgrund der zu geringen Anzahl Betriebe ist eine Aussage für die Kombination «Tal / Bio» nicht möglich.
- Über die Regionen gesehen war der Energiebedarf der ÖLN-Verkehrsmilchbetriebe pro ha LN in der Region «Tal» am höchsten. Zwischen «Hügel» und «Berg» gab es keine Unterschiede. Ebenso wenig unterschied sich der Energiebedarf pro Fläche für die Bio-Verkehrsmilchbetriebe über die drei Regionen.

Diese Tendenzen wurden bei der Analyse der Resultate für das Treibhauspotenzial und die Eutrophierung nicht bestätigt. Hier gab es zwischen den ÖLN- und Bio-Betrieben keinen Unterschied. Auch liessen sich zwischen den Regionen keine Tendenzen ableiten.

3.1.7.2 Verteilung der terrestrischen Ökotoxizität pro ha LN für den Betriebstyp «Verkehrsmilch» aufgeteilt nach Region und Landbauform

Erwartungsgemäss hatten die Bio-Betriebe geringere Ökotoxizitätswerte (terrestrisch) pro ha LN als die ÖLN-Betriebe. Im Gegensatz zum Energiebedarf gab es über die drei Regionen kaum Unterschiede zwischen den Ökotoxizitätswerten für die ÖLN-Betriebe. In Übereinstimmung mit den Ergebnissen des Energiebedarfs waren die Ökotoxizitätswerte der Bio-Betriebe über alle drei Regionen gesehen ähnlich und dabei zusätzlich auf einem tiefen Niveau. (Abbildung 23).

3.1.7.3 Verteilung des Energiebedarfs pro MJ verdauliche Energie für den Betriebstyp «Verkehrsmilch», aufgeteilt nach Region und Landbauform

Bei der Betrachtung der Verteilung der Daten pro MJ verdauliche Energie wurde im Vergleich zur Betrachtung pro ha LN die grosse Variabilität bestätigt (Abbildung 24). Auch hier war innerhalb der Regionen jeweils ein höherer Median für die Bewirtschaftung nach ÖLN, als nach Bio zu verzeichnen mit Ausnahme für die Region «Tal», bei welcher keine Aussage wegen der zu kleinen Anzahl Betriebe für die Kombination «Tal / Bio» möglich war. Hingegen nahm der Energiebedarf pro MJ verdaulicher Energie bei ÖLN von «Tal» über «Hügel» zu «Berg» zu. Zwischen den Bio-Verkehrsmilchbetrieben gab es keinen Unterschied über die Regionen. Diese Ergebnisse wurden für die

Umweltwirkung Treibhauspotenzial bestätigt. Beim Eutrophierungspotenzial waren weder beim Vergleich der Landbauform noch der Regionen Tendenzen auszumachen.

3.1.7.4 Verteilung der terrestrischen Ökotoxizität pro MJ verdauliche Energie für den Betriebstyp «Verkehrsmilch», aufgeteilt nach Region und Landbauform

Bei der terrestrischen Ökotoxizität pro MJ verdauliche Energie gab es für die ÖLN-Betriebe tendenziell einen Anstieg der Werte mit dem tiefsten Niveau im Tal über Hügel zum höchsten in der Region «Berg» (Abbildung 25). Für Bio-Verkehrsmilchbetriebe gilt, dass sie innerhalb der Region jeweils eine tiefere terrestrische Ökotoxizität pro MJ verdauliche Energie aufwiesen. Zwischen den Regionen waren die Bio-Betriebe auf dem gleichen, tiefen Ökotoxizitätsniveau. Dies entspricht den Ergebnissen pro ha LN.

Bei Treibhaus- und Eutrophierungspotenzial gab es keine Unterschiede zwischen Bio- und ÖLN-Betrieben (Daten nicht gezeigt). Zwischen den Regionen gab es bei den Bio-Betrieben keine Unterschiede. Bei den ÖLN-Betrieben bestand bezüglich der produktiven Funktion (d.h. pro MJ VE) eine Tendenz zu einer mit der Höhenstufe ansteigenden Umweltwirkungen, ausser beim Treibhauspotenzial. Für die Funktion der Landbewirtschaftung waren bei den ÖLN-Betrieben keine Unterschiede auszumachen. Insgesamt war die Variabilität sowohl je Landbauform, wie auch je Region hoch.

3.1.8 Diskussion

Die Betriebstypen umfassten Betriebe, welche grösseren Unterschiede bei der Produktionsausrichtung hatten, als man gemeinhin erwarten würde. Da auch die Streuung innerhalb der Betriebstypen zum Teil grösser war, als zwischen den Medianen der Betriebstypen, stellt sich die Frage, ob diese Einteilung geeignet ist, um eine ökologische Beurteilung von Schweizer Landwirtschaftsbetrieben vorzunehmen. Die vorliegende Einteilung basiert auf Verhältniszahlen von Flächen- und Tierkategoriegrössen. Es wäre prüfenswert zu schauen, ob eine Einteilung beruhend auf dem Produktausstoss (z.B. Milchmenge, verkaufte Schlachttiere, verkaufte Ackerfrüchte) der Betriebe zur Bildung ähnlicherer Gruppen führen würde. Die vorhandene, grosse Vielfalt unter den Schweizer Landwirtschaftsbetrieben dürfte aber auch hier dazu führen, dass es nur eine beschränkte Einheitlichkeit unter diesen Betrieben gäbe. Der Fokus wäre hier mehr auf den Erzeugnissen und damit auf der produktiven Funktion der Landwirtschaft.

Die Umweltprofile der Betriebstypen aller drei betrachteten Funktionen haben gezeigt, dass es schwierig ist, die

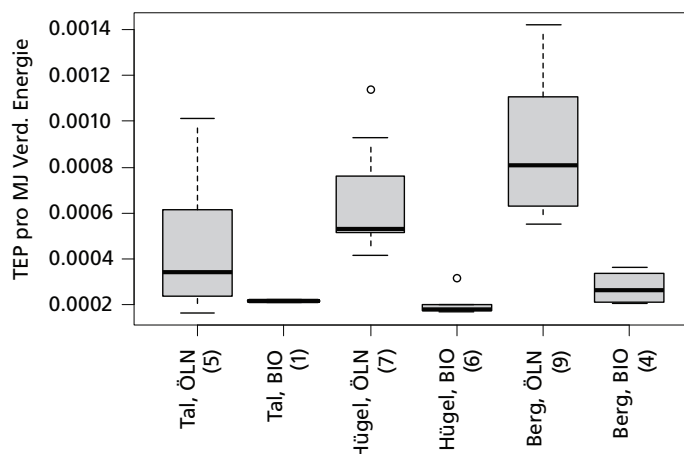


Abbildung 25: Terrestrische Ökotoxizität (CML) pro MJ verdauliche Energie des Betriebstyp «Verkehrsmilch» (21) aufgeteilt nach Region und Landbauform (in TEP) In Klammern: Anzahl Betriebe.

Umweltwirkungen sowohl für die Funktion Landbewirtschaftung, die produktive und die finanzielle Funktion zu optimieren. Dennoch lässt sich sagen, dass bei ungünstigen Umweltwirkungen pro Fläche (ha LN) die einzige Verbesserung durch eine Reduktion der Umweltlast, das heisst meist durch Extensivierung der Produktion, erreicht werden kann. Sind die Umweltwirkungen für die produktive oder die finanzielle Funktion ungünstig, gibt es zwei Ansatzpunkte: Zum einen die Umweltlast zu reduzieren ohne den physischen resp. finanziellen Output zu verringern; zum anderen den physischen resp. finanziellen Output zu erhöhen bei gleichbleibender Umweltlast.

Bei den Betriebstypen, welche tierische Produkte erzeugen (z.B. «Verkehrsmilch», «Kombiniert Veredelung») wurden die Inputgruppen «Futtermittel Zukauf» und «Tiere Zukauf» als Bereiche identifiziert, bei denen es Optionen zur Verbesserung der Umweltwirkung gibt. Daraus könnte voreilig der Schluss gezogen werden, dass es für diese Betriebe ökologisch vorteilhafter wäre das Futter selber zu produzieren resp. die Tiere selbst aufzuziehen. Was ökologisch sinnvoller ist – die eigene Produktion oder Aufzucht oder der Zukauf – kann nicht generell beantwortet werden, denn im Detail hängt dies davon ab, wie jeweils produziert wird resp. die Aufzucht erfolgt. Futtermittel zukaufen ist dann ökologisch günstiger, wenn die Produktion auf dem anderen Betrieb mit weniger Umweltwirkungen auskommt und die gesamte Umweltwirkung auch inklusive Transport geringer ausfällt, als wenn der Betrieb das gleiche Futtermittel selber produzieren würde. Das gilt analog für eigene Aufzucht versus Tierzukauf. Allerdings bedeutet der Zukauf einen höheren Flächenbedarf.

3.1.8.1 Grenzen der Aussage

Entgegen den ursprünglichen Zielen des Projekts konnten aus verschiedenen Gründen statt 300 nur rund 100 Landwirtschaftsbetriebe für eine Ökobilanz gewonnen werden

(siehe Kapitel 2.1.3). Es ist daher zu betonen, dass die gezeigten Analysen keine Aussagen für den gesamten Sektor Landwirtschaft in der Schweiz erlauben, sondern dazu dienen Tendenzen in der Umweltleistung der schweizerischen Landwirtschaftsbetriebe darzulegen. Auch bei den untersuchten Betriebstypen ist die Anzahl Betriebe für eine statistisch gesicherte Aussage in mehreren Fällen zu gering. Deshalb gilt es festzuhalten, dass die hier ermittelten Aussagen zwar nicht repräsentativ sind, wohl aber die Tendenzen der ökologischen Stärken und Schwächen der jeweiligen Betriebstypen zeigen.

3.1.9 Schlussfolgerungen

Gesamthaft gibt es eine bemerkenswert grosse Variabilität innerhalb aller in diesem Projekt untersuchten Umweltwirkung für die teilnehmenden Schweizer Landwirtschaftsbetriebe. Dies weist darauf hin, dass Optimierungspotenzial vorhanden ist.

Die Betriebe innerhalb eines Betriebstyps sind in ihrer Produktionsausrichtung weniger einheitlich, als es der Name des jeweiligen Betriebstyps vermuten lassen würde. Dies führt zu einer grossen Streuung bei den Umweltwirkungen innerhalb der Betriebstypen. Auch zeigt sich, dass die Variabilität der Ökobilanzergebnisse innerhalb eines Betriebstyps zum Teil grösser ist, als zwischen den Medianen der verschiedenen Betriebstypen. Es stellt sich daher die Frage, ob die hier verwendeten Betriebstypen die geeignete Einteilung für ökologische Analyse von Landwirtschaftsbetrieben sind.

Ökologische Optimierung über alle drei Funktionen ist anspruchsvoll. In der Produktionsweise von einzelnen Betriebstypen zeigt sich das Spannungsfeld zwischen extensiver Bewirtschaftung mit niedrigen Umweltwirkungen pro Flächeneinheit und der damit einhergehenden geringen Produktion und tiefer wirtschaftlicher Leistung, was zu einer hohen Umweltlast bei den beiden zuletzt erwähnten Bezugseinheiten führt. Bei anderen Typen liegt das Spannungsfeld zwischen der hohen Flächenleistung und wirtschaftlicher Leistung auf der einen und der damit verbundenen hohen Umweltlast pro Fläche auf der andern Seite.

Die Umweltprofile liefern Ansatzpunkte für Optimierungsmassnahmen und zeigen je nach Betriebstyp einen unterschiedlichen Handlungsbedarf für eine ökologische Optimierung auf. In Verbindung mit der Analyse der Inputgruppen der vier betrachteten Umweltwirkungen ergeben sich erste Hinweise für ein verbessertes Umweltmanagement.

Die Inputgruppen sind je nach Betriebstyp und betrachteter Umweltwirkung unterschiedlich bedeutsam. Für die in der Schweiz häufigen Betriebstypen hat sich gezeigt, dass die Inputgruppen «Energieträger» sowie «Düngung, Nähr-

stoffe» eine grosse Streuung und damit auch ein grosses Optimierungspotenzial aufweisen. Bei den Typen, welche tierische Produkte erzeugen, kommen die Inputgruppen zugekaufte Futtermittel und Tiere sowie die Tieremissionen dazu.

Die Schwachpunkte der einzelnen Betriebstypen finden sich auf unterschiedlichen Stufen: Gewisse Betriebstypen haben auf Stufe der zu erfüllenden Funktionen insgesamt ungünstige Umweltwirkungen. Ebenso können die Schwächen auf Stufe der Managementachsen (Ressourcen, Nährstoffe und Schadstoffe) liegen.

Die Analyse nach Landbauform und Region ergibt am Beispiel der Verkehrsmilchbetriebe kein deutliches Bild: Zwar haben die biologisch Produzierenden eine geringere terrestrische Ökotoxizität als die ÖLN-Betriebe. Dies gilt für die funktionellen Einheiten ha LN und MJ VE. Pro ha LN trifft dies tendenziell auch für den Energiebedarf zu. Beim Treibhaus- und Eutrophierungspotenzial gibt es aber zwischen den Landbauformen keine Unterschiede. Keine Unterschiede können auch bei den Bio-Verkehrsmilchbetrieben über die drei Regionen ausgemacht werden. Bei den ÖLN-Verkehrsmilchbetrieben gibt es zwar Unterschiede, aber keine klaren Tendenzen zu den Umweltwirkungen zwischen den Regionen «Tal», «Hügel» und «Berg».

Gezielte Verbesserungen beim einzelnen Betrieb sind durch eine individuelle Analyse zu erreichen, denn die Massnahmen sind von Betrieb zu Betrieb verschieden und müssen auf die jeweilige Betriebssituation abgestimmt werden. Durch einzelbetriebliche Verbesserungen des Umweltmanagements verringert sich in der Summe auch die gesamtschweizerische Umweltlast des Sektors Landwirtschaft.

3.1.10 Ausblick

Für Aussagen zum Sektor Landwirtschaft, zur Landbauform sowie zur Region wären Datenerhebungen und Ökobilanzberechnungen bei viel mehr Betrieben nötig. Dies gilt auch für Aussagen zu einigen Betriebstypen, da die vorliegende Stichprobe zu klein ist.

3.1.11 Literatur

- Basset-Mens C. & van der Werf H.M.G., 2005. Scenario-Based Environmental Assessment of Farming Systems: the Case of Pig Production in France. *Agriculture Ecosystems & Environment*, 105: 127–144.
- Baumgartner D.U., de Baan L. & Nemecek T., 2008. European Grain Legumes – Environment-friendly Animal Feed? Life Cycle Assessment of Pork, Chicken Meat, Egg, and Milk Produktion. Report. Agroscope Reckenholz-Tänikon Research Station ART, Zurich, Switzerland, 112 p. Verfügbar unter <http://www.agroscope.admin.ch/oekobilanzen/01200/index.html?lang=de&download>

- =NHZLpZeg7t,Inp6l0NTU042l2Z6ln1acy4Zn4Z2qZpnO2Y
uq2Z6gpJCEe4J,fmym162epYbg2c_JjKbNoKS6A--
- Cederberg C. & Flysjö A., 2004. Life cycle Inventory of 23 Dairy Farms in South-Western Sweden. SIK-Report Nr. 728, SIK – The Swedish Institute for Food and Biotechnology, Gothenburg, Sweden. 59 p.
- Corson M.S. & van der Werf H.M.G, 2009. Effect of structural and management characteristics on variability of dairy farm environmental impacts. In: Proceedings of the 6th International Conference on LCA in the Agri-Food Sector – Towards a sustainable management of the food chain., 12–14 November 2008, Zurich, Switzerland.
- Nemecek T. & Gaillard G. (eds.), Agroscope Reckenholz-Tänikon Research Station ART, 2009, 414 p. Verfügbar unter <http://www.agroscope.admin.ch/aktuell/02720/02722/03985/index.html?lang=de>
- Eriksson I.S., Elmquist H., Stern S. & Nybrant T., 2005. Environmental Systems Analysis of Pig Production – the Impact of Feed Choice. International Journal of Life Cycle Assessment, 10: 143–154.
- Katajajuuri J.-M., Experiences and Improvement Possibilities – LCA Case Study of Broiler Chicken Production. 3rd International Conference on Life Cycle Management, 27–29 August 2007, Zurich, Switzerland.
- Meier B., 2000. Neue Methodik für die Zentrale Auswertung der FAT. Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART (ehemals Agroscope FAT). [www.agroscope.admin.ch /zentrale-auswertung](http://www.agroscope.admin.ch/zentrale-auswertung) unter Publikationen, Methodische Grundlagen.
- Nemecek T., Huguenin-Elie O., Dubois D. & Gaillard G., 2005. Ökobilanzierung von Anbausystemen im Schweizerischen Acker- und Futterbau. Schriftenreihe der FAL 58, Agroscope FAL Reckenholz, Zürich, Schweiz. 156 Seiten.
- Rossier D. & Gaillard G., 2004. Ökobilanzierung des Landwirtschaftsbetriebs. Methode und Anwendung in 50 Landwirtschaftsbetrieben. Schriftenreihe der FAL 53. Agroscope FAL Reckenholz, Zürich, Schweiz, 142 Seiten.
- Thomassen M.A., van Calker K.J., Smits M.C.J., Iepema G.L. & de Boer I.J.M., 2008. Life cycle assessment of conventional and organic milk production in the Netherlands. Agricultural Systems, 96: 95–107.

3.2 Umweltwirkung der Milchproduktion

Martina Alig, Johanna Mieleitner und Daniel U. Baumgartner

Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART

3.2.1 Einleitung

Milch ist eines der Hauptprodukte der Schweizer Landwirtschaft. 2008 trug die Milchproduktion 24% zum Gesamtproduktionswert der Schweizer Landwirtschaft bei (BLW, 2009) – mehr als jedes andere Produkt. Beinahe 50% aller Schweizer Betriebe produzieren und vermarkten Milch.

Im Folgenden werden die ökologischen Auswirkungen der Milchproduktion anhand der ZA-ÖB Betriebe dargestellt und die wichtigsten Einflussfaktoren für die verschiedenen Umweltwirkungen identifiziert.

3.2.2 Übersicht über die Gesamtstichprobe

Im Jahr 2006 haben 36 der 59 ZA-ÖB Betriebe Milch produziert, im Jahr 2007 waren es 74 von 113 und im Jahr 2008 69 von 106 Betrieben (siehe Tabelle 13). Die Betriebe verfügten im Mittel über rund 25 ha landwirtschaftliche Nutzfläche (LN) und hielten durchschnittlich 20 Milchkühe, welche pro Jahr zwischen 6600 und 6800 kg Milch je Kuh produzierten. Dies ergab eine Gesamtmilchmenge zwischen 115000 und 133000 kg pro Betrieb und Jahr.

Tabelle 13: Übersicht über die milchproduzierenden Betriebe aus ZA-ÖB

	2006	2007	2008
Anzahl milchproduzierender Betriebe	36	74	69
Mittelwert LN (ha) (Minimum / Maximum)	24 (12 / 63)	25 (8 / 70)	25 (9 / 70)
Mittelwert Anzahl Milchkühe/Betrieb (Minimum / Maximum)	21 (10 / 54)	19 (5 / 55)	20 (7 / 58)
Mittelwert Milchleistung (kg/Jahr) (Minimum / Maximum)	6800 (4300 / 8800)	6600 (3500 / 9400)	6800 (3300 / 8600)
Mittelwert verkaufte Milchmenge pro Betrieb (kg/Jahr) (Minimum / Maximum)	133000 (12000 / 413000)	115000 (9800 / 423000)	120000 (11000 / 410000)

Die Umweltwirkungen für die Produktion von einem Kilogramm Milch waren über die drei Erhebungsjahre relativ ähnlich. Pro kg Milch wurden rund 5 MJ-Äquivalente an nicht-erneuerbaren Energieträgern aufgewendet. Das Treibhauspotenzial belief sich auf 1,3 bis 1,4 kg CO₂-Äquivalente pro kg Milch, und das Eutrophierungspotenzial lag bei rund 13 bis 15 g N-Äquivalenten pro kg Milch (siehe Abbildung 26).

Der Vergleich dieser Werte mit der Milchproduktion im Ausland erwies sich als schwierig. Es gibt zwar verschiedene Ökobilanzstudien über die Milchproduktion in anderen Ländern (z.B. Cederberg 1998, Cederberg 2004 und Haas 2001), die Systemgrenzen, Berechnungsmethoden und die funktionellen Einheiten sind aber je nach Studie unterschiedlich. So wurde zum Beispiel die Infrastruktur in den erwähnten ausländischen Studien nicht berücksichtigt, obwohl diese den Energiebedarf um 25 bis 50% erhöhen kann (ecointesys, 2008). Ein direkter Vergleich der Werte aus ZA-ÖB mit denjenigen aus oben genannten Studien machte demzufolge wenig Sinn. Festgestellt werden kann einzig, dass sich die hier berechneten Werte in der gleichen Grössenordnung befinden wie die Werte aus den ausländischen Studien (siehe Tabelle 14).

Tabelle 14: Übersicht über Energiebedarf, Treibhauspotential und Eutrophierungspotential pro kg Milch in drei ausländischen Studien. Betrachtete Länder: Deutschland (Haas, 2001), Schweden (Cederberg, 1998 und 2004).

	Cederberg 98	Cederberg 04	Haas 01
Energiebedarf (MJ-Äq./kg Milch)	2,4–2,85	2,1–2,7	1,2–2,7
Treibhauspotential (kg CO ₂ -Äq./kg Milch)	1,04–1,14	0,87–1,0	1,05–1,33
Eutrophierungspotential (g N-Äq./kg Milch)	14–16	9,4–11,8	7,1–18,9

Vergleicht man die Werte mit der Vorstudie von Rossier und Gaillard (2004), so liegt der Energiebedarf der ZA-ÖB-Betriebe im Mittel unter dem damaligen Wert von 6,8 MJ-Äq./kg Milch, das Treibhauspotenzial ist dafür höher als die dort publizierten 0,72 kg CO₂-Äq./kg Milch. Beim Eutrophierungspotenzial weist die Studie Rossier und Gaillard (2004) einen Wert von rund 12 g N-Äq./kg Milch auf, was den Werten aus ZA-ÖB entspricht. Zu beachten ist, dass der Studie Rossier und Gaillard (2004) eine relativ kleine Stichprobe von rund 50 Betrieben, von denen 35 Milch produzierten, zu Grunde lag. Dazu wurden nicht die gleichen Berechnungsgrundlagen wie in ZA-ÖB verwendet, da die Emissionsmodelle in SALCA sowie die Datenbank der Ökoinventare damals noch weniger weit entwickelt waren als in diesem Projekt. So wurden in der Studie von Rossier und Gaillard (2004) noch Industriegebäude als Annäherung für die landwirtschaftlichen Gebäude verwendet, während in diesem Projekt eigens Ökoinventare für die landwirtschaftlichen Gebäude erstellt wurden (siehe Kapitel 2.5.3).

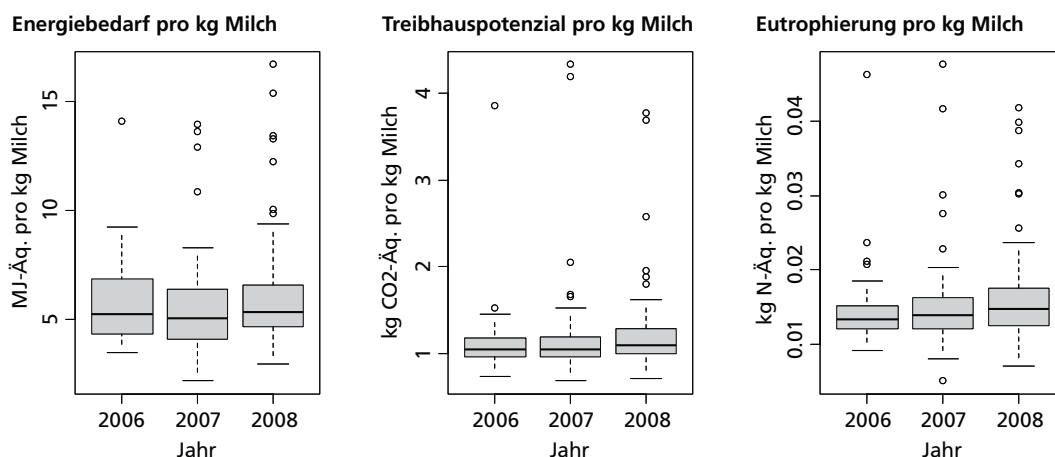


Abbildung 26: Median und Verteilung von Energiebedarf, Treibhauspotenzial und Eutrophierungspotenzial pro kg Milch pro Erhebungsjahr.

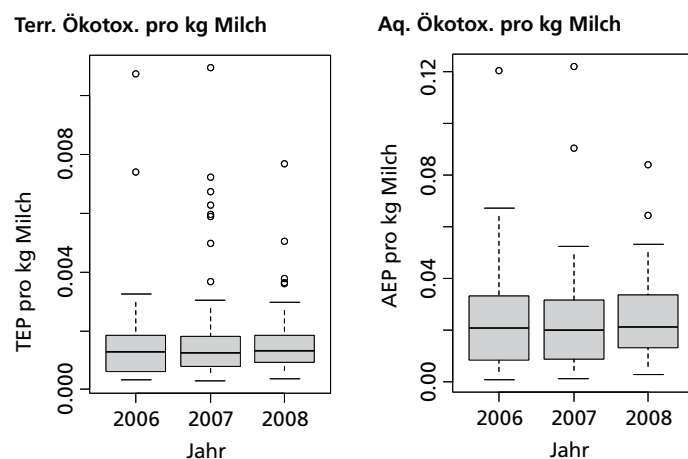


Abbildung 27: Median und Verteilung von Terrestrischer und Aquatischer Ökotoxizität CML pro kg Milch pro Erhebungsjahr.

Tabelle 15: Variationskoeffizienten (= relative Standardabweichung; Standardabweichung dividiert durch den Mittelwert) der analysierten Umweltwirkungen pro Erhebungsjahr.

Umweltwirkung	Variationskoeffizient		
	2006	2007	2008
Energiebedarf	36 %	40 %	44 %
Treibhauspotenzial 100J.	46 %	51 %	45 %
Eutrophierungspotenzial	41 %	42 %	42 %
Aquatische Ökotoxizität CML	93 %	85 %	67 %
Terrestrische Ökotoxizität CML	118 %	106 %	75 %

Abbildung 27 zeigt die Terrestrische und Aquatische Ökotoxizität (Methode CML) pro kg Milch. Auch hier unterschieden sich die Resultate der drei Erhebungsjahre nicht. Im Durchschnitt hatte ein Kilogramm Milch eine terrestrische Ökotoxizität von 0,0013 TEP und eine Aquatische Ökotoxizität von 0,020 AEP. Ein Vergleich mit ausländischen Untersuchungen war nicht möglich, da in den oben erwähnten Studien die Ökotoxizität nicht berücksichtigt wurde.

Auffallend war die grosse Streuung zwischen den Betrieben (siehe Tabelle 15). Am höchsten war die Streuung bei der Terrestrischen resp. Aquatischen Ökotoxizität CML mit einem mittleren Variationskoeffizienten von 100 resp. 82 %. Die Variabilität der anderen drei Umweltwirkungen war im Vergleich dazu mit mittleren Variationskoeffizienten von 47 % für das Treibhauspotenzial, 42 % für das Eutrophierungspotenzial und 40 % für den Energiebedarf niedriger, aber immer noch beachtlich.

3.2.3 Analyse der Mittelwerte 2007/2008

Da sich die einzelnen Erhebungsjahre im Mittel nicht unterschieden, die Resultate eines einzelnen Betriebs aber aufgrund verschiedener Einflüsse (Witterung, Krankheiten auf dem Betrieb, Marktsituation etc.) in den betrachteten Jahren sehr unterschiedlich ausfallen konnten, werden im Folgenden nur noch all jene Betriebe betrachtet, für welche Daten aus den Jahren 2007 und 2008 vorlagen. Von jedem dieser Betriebe wurde das Mittel aus diesen beiden Jahren gebildet und für die weiteren Auswertungen verwendet. Diese reduzierte Stichprobe umfasste 68 Betriebe. Davon wirtschafteten 14 Betriebe nach biologischen Richtlinien. 30 Betriebe befanden sich in der Talregion, 20 in der Hügelregion und 18 in der Bergregion. In der reduzierten Stichprobe waren acht verschiedene Betriebstypen vertreten. Den grössten Anteil hatten die Verkehrsmilchbetriebe mit 31 Betrieben, dann folgten die Betriebstypen Kombiniert Verkehrsmilch/Ackerbau mit 13 Betrieben, Kombiniert Veredelung mit 9 Betrieben und schliesslich der Betriebstyp Kombiniert Andere/Verkehrsmilch mit 7 Betrieben. Daneben waren noch wenige

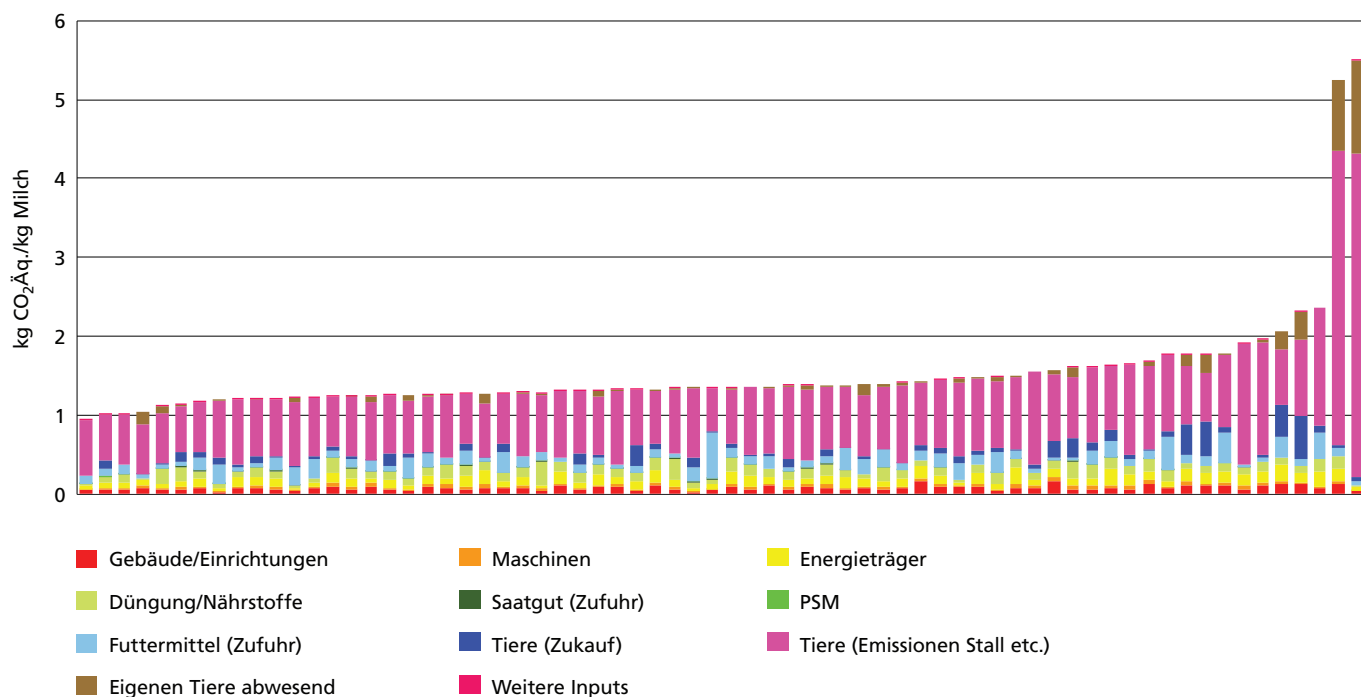


Abbildung 28: Treibhauspotenzial pro kg Milch der 68 Betriebe der reduzierten Stichprobe, aufgeteilt nach Inputgruppen.

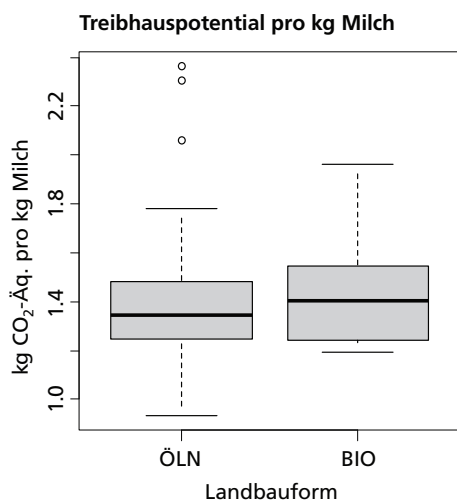


Abbildung 29: Treibhauspotenzial von ÖLN- und Biomilch im Vergleich. Der Mann-Whitney-Test zeigt keinen signifikanten Unterschied ($p = 0,53$) zwischen Milch, welche nach dem ökologischen Leistungsnachweis produziert wurde (ÖLN) und Milch, welche nach Bio-Richtlinien produziert wurde (Bio).

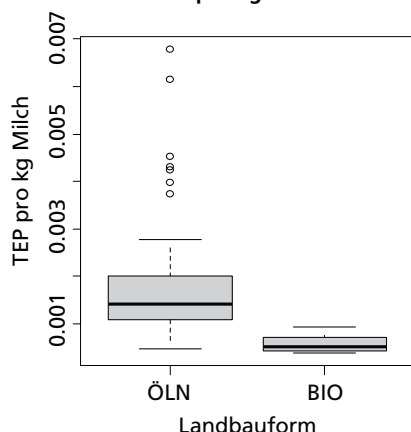
Betriebe der Betriebstypen Ackerbau, Anderes Rindvieh und Schweine vertreten, sowie ein Betrieb des Betriebstyps Andere Spezialkulturen.

Auch mit dieser reduzierten Stichprobe gab es immer noch eine sehr grosse Streuung in den Resultaten. Abbildung 28 zeigt das Treibhauspotenzial pro kg Milch der 68 Betriebe der reduzierten Stichprobe. Zwischen dem Betrieb mit dem höchsten Treibhauspotenzial und demjenigen mit dem niedrigsten lag ein Faktor von 5,9. Auffallend sind die zwei Betriebe mit den höchsten Werten. Es sind Aufzuchtbetriebe, welche den grössten Teil ihrer Milch verfütterten und nur wenig verkauften. Sie sind also eher als Spezialfälle einzustufen. Aber auch ohne diese zwei Betriebe lag noch ein Faktor von über 2 zwischen dem Betrieb mit dem höchsten und demjenigen Betrieb mit dem niedrigsten

Treibhauspotenzial pro kg Milch. Auch beim Nicht-erneuerbaren Energiebedarf lag der Faktor zwischen dem niedrigsten und dem höchsten Betrieb ähnlich hoch, beim Eutrophierungspotenzial sogar noch höher.

Um diese grosse Streuung zwischen den Betrieben zu erklären, wurde in einem ersten Schritt der Einfluss betrieblicher Parameter wie Landbauform, Höhenlage und Betriebstyp analysiert. Für diese Analysen wurden die zwei Aufzuchtbetriebe als Spezialfälle aus der Stichprobe ausgeschlossen. Da bei diesen Betrieben die produzierte Milchmenge nicht der verkauften Milchmenge entspricht, würden sie die statistischen Zusammenhänge verzerren.

Terr. Ökotoxizität pro kg Milch



Aq. Ökotoxizität pro kg Milch

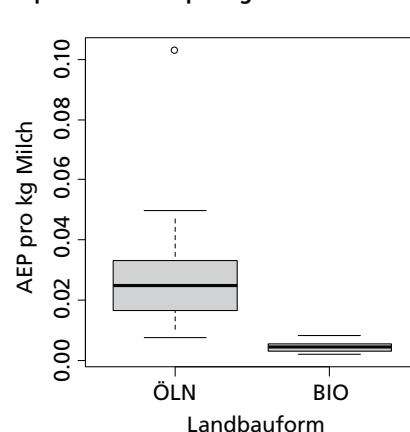


Abbildung 30: Terr. und Aq. Ökotoxizität CML von ÖLN- und Bio-Milch im Vergleich. Der Mann-Whitney-Test zeigt einen signifikanten Unterschied ($p = 5,99e-8 / 1,3e-8$ für Terr. resp. Aq. Ökotoxizität) zwischen Milch, welche nach dem ökologischen Leistungsnachweis produziert wurde (ÖLN) und Milch, welche nach Bio-Richtlinien produziert wurde (Bio).

Energiebedarf pro kg Milch

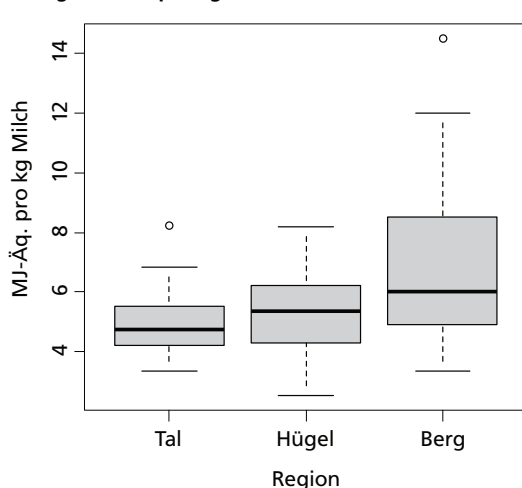


Abbildung 31: Energiebedarf pro kg Milch in den verschiedenen Regionen (Tal, Hügel, Berg). Der Mann-Whitney-Test zeigt einzig zwischen Milch aus der Talregion und Milch aus der Bergregion einen signifikanten Unterschied ($p = 0,011$).

Unterschied ist hauptsächlich auf den Verzicht auf Pestizide im Biolandbau zurückzuführen.

Zu beachten ist, dass es bei den ÖLN-Betrieben auch Betriebe gab, welche sich bezüglich Ökotoxizität im gleichen Bereich bewegten wie die Bio-Betriebe. Darunter waren einerseits Betriebe, welche für ihre Milchproduktion keine Pestizide ausgebracht hatten, andererseits auch Betriebe, welche nur Pestizide mit einem sehr günstigen Wirkungsfaktor eingesetzt hatten. Dieser Überschneidungsbereich von ÖLN- und Biobetrieben im Bereich der Ökotoxizität könnte eine Spezialität der Milchproduktion sein, da es hier möglich ist, rein raufutterbasiert und ohne Kraftfutter zu produzieren. Ob es bei anderen Produkten auch so aussieht, müsste abgeklärt werden.

3.2.3.1 Analyse der Ökobilanzergebnisse nach betrieblichen Parametern

Abbildung 29 zeigt einen Vergleich zwischen Milch, die nach Biorichtlinien produziert wurde, und Milch, welche von ÖLN-Betrieben (ohne Bio) stammt. Exemplarisch ist hier das Treibhauspotenzial dargestellt. Zwischen Bio- und ÖLN-Milch war kein statistisch signifikanter Unterschied erkennbar (Mann-Whitney-Test). Die Mediane lagen mit 1,34 bei ÖLN und 1,40 bei Bio sehr nahe beieinander. Bei der ÖLN-Milch war die Streuung grösser, die Stichprobe umfasste aber mehr ÖLN- als Biobetriebe (52 ÖLN-Betriebe versus 14 Biobetriebe).

Auch beim Nicht-erneuerbaren Energiebedarf war kein Unterschied zwischen den beiden Landbauformen erkennbar ($p = 0,99$); beim Eutrophierungspotential war die Bio-milch schwach signifikant ($p = 0,049$) tiefer als die ÖLN-Milch. Einzig bei den Ökotoxizitäten schnitt die Biomilch stark signifikant besser ab als die ÖLN-Milch (siehe Abbildung 30; P-Wert gemäss Mann-Whitney-Test kleiner als $6e-8$ für Terr. und Aquat. Ökotoxizität). Dieser deutliche

Beim Vergleich der verschiedenen Regionen sah man beim Energiebedarf mit zunehmender Höhenstufe eine leicht ansteigende Tendenz von Tal zu Berg (siehe Abbildung 31). Milch aus der Talregion benötigte im Mittel 4,8 MJ-Äq. an nicht-erneuerbarer Energie, Milch aus der Hügelregion 5,4 MJ-Äq. und Milch aus der Bergregion sogar 6,0 MJ-Äq. Dazu nahm auch die Streuung der Ergebnisse mit der Höhenstufe zu. Betrug der Variationskoeffizient in der Talregion 22 % und in der Hügelregion 26 %, belief er sich in der Bergregion auf 51 %. Der Kruskal-Wallis-Test zeigte, dass es statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Regionen gibt ($p = 0,049$). Um festzustellen, zwischen welchen Regionen sich die Unterschiede befinden, wurde anschliessend der Whitney-Mann-Test mit angepassten Alpha ($\alpha/3$; siehe Anhang 5.9) durchgeführt. Dabei zeigte sich, dass es zwischen Milch aus der Talregion und Milch aus der Bergregion einen statistisch signifikanten Unterschied gibt ($p = 0,011$). Zwischen Tal- und Hügelregion und zwischen Hügel- und Bergregion fand man dagegen keine statistisch signifikanten Unterschiede.

Dem höheren Energiebedarf in der Bergregion liegen verschiedene Ursachen zu Grunde: Einerseits bedingt die Topographie in der Bergregion einen höheren Treibstoffverbrauch. Dazu ist eine spezielle Mechanisierung notwendig (Bewirtschaftung von Hanglagen). Der wegen der Höhenlage geringere Ertrag führt dazu, dass für dieselbe Futtermenge eine grössere Fläche bewirtschaftet werden muss. Dazu lässt die längere Winterperiode den Aufwand für die Futterkonservierung ansteigen. Dies zeigte sich unter anderem dadurch, dass die Betriebe in der Bergregion im Durchschnitt nur 0,58 Milchkühe pro ha LN hielten, währenddessen die Betriebe in der Talregion 0,84 Milchkühe pro ha LN aufwiesen. Dazu benötigten die Betriebe in der Bergregion pro Milchkuh 27 % mehr Diesel und 50 % mehr Strom als Betriebe in der Talregion.

Auch beim Treibhauspotenzial war diese zunehmende Tendenz bei Median und Streuung mit zunehmender Höhenstufe erkennbar. Hier zeigte der Kruskal-Wallis-Test ebenfalls, dass es zwischen den Regionen statistisch signifikante Unterschiede gibt ($p = 0,037$). Wendet man nun den Whitney-Mann-Test mit angepassten Alpha ($\alpha/3$; siehe Anhang 5.9) an, zeigte sich wiederum ein signifikanter Unterschied zwischen Tal- und Bergregion ($p = 0,012$). Zwischen Tal- und Hügelsonne und Hügelsonne und Bergregion gab es keine statistisch relevanten Unterschiede. Für die höheren Werte der Betriebe in der Bergregion waren zum Teil die gleichen Gründe wie beim Energiebedarf verantwortlich. Da die Umweltwirkungen Treibhauspotenzial und Energiebedarf über das bei der Verbrennung von fossilen Energieträgern freigesetzte CO_2 zu einem gewissen Grade zusammenhängen, kamen oben genannte Ursachen auch beim Treibhauspotenzial zum Tragen.

Beim Eutrophierungspotenzial liessen sich zwischen den Regionen im Mittel keine Unterschiede feststellen. Auch hier nahm aber die Streuung mit der Höhenstufe zu (Daten nicht gezeigt). Bei der Ökotoxizität war ein leicht abnehmender Trend zu sehen, statistisch signifikante Unterschiede waren jedoch nicht vorhanden. Auffallend bei der terrestrischen Ökotoxizität war, dass die Streuung in der Talregion deutlich grösser war als in der Hügelsonne- und Bergregion (Daten nicht gezeigt).

Zwischen den einzelnen Betriebstypen liessen sich mit dem Kruskal-Wallis-Test keine signifikanten Unterschiede feststellen. Betrachtete man zum Beispiel beim Energiebedarf (siehe Abbildung 32) den Median pro Betriebstyp, lag dieser in der Talregion zwischen 4,5 und 5,4 MJ-Äquivalenten, in der Hügelsonne zwischen 3,7 und 5,8 MJ-Äq. und in der Bergregion zwischen 5,1 und 7,4 MJ-Äq. Gut zu erkennen ist wiederum, dass die Bergbetriebe generell einen höheren Energieaufwand pro kg Milch aufwiesen als die übrigen Betriebe. Verglich man zum Beispiel nur die Verkehrs-

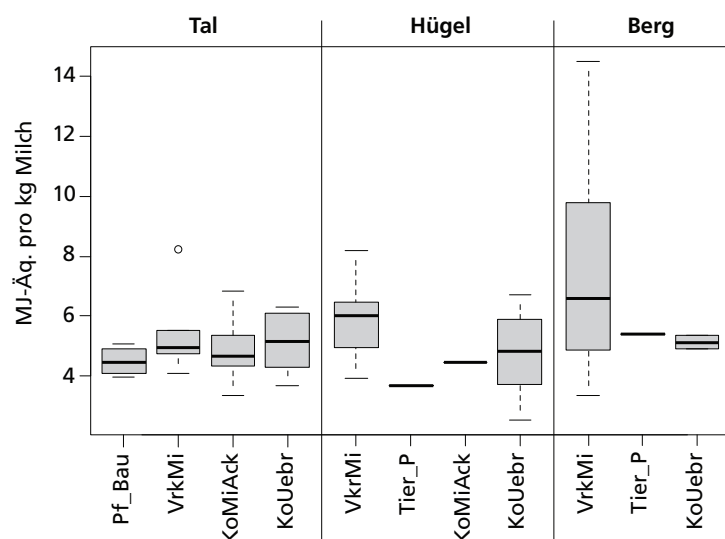


Abbildung 32: Energiebedarf pro kg Milch aufgeschlüsselt nach Region und Betriebstyp. Der Kruskal-Wallis-Test zeigt keine signifikanten Unterschiede zwischen den Betriebstypen. Legende Betriebstypen: Pf_Bau = Pflanzenbau, VrMi = Verkehrsmilch, KoMiAck = Kombiniert Verkehrsmilch/Ackerbau, KoUebr = Kombiniert Übrige; Tier_P = Tierproduktion

milchbetriebe (VKM) in den verschiedenen Regionen, liess sich eine Zunahme des mittleren Energiebedarfs von 5,4 MJ-Äq. im Tal über 5,8 MJ-Äq. in der Hügelsonne auf 6,6 MJ-Äq. in der Bergregion erkennen. Ebenso nahm die Streuung der Resultate mit der Höhenstufe zu.

Auch bei den übrigen Umweltwirkungen waren keine signifikanten Unterschiede zwischen den Betriebstypen erkennbar. Bemerkenswert ist, dass sich bei der terrestrischen Ökotoxizität die grösste Streuung in der Talregion befand, währenddessen bei den übrigen Umweltwirkungen die höchste Streuung generell in der Bergregion herrschte. Dies ist darauf zurückzuführen, dass in der Bergregion kein Ackerbau und somit keine eigene Kraftfutterproduktion stattfindet. Die Betriebe mit einer hohen Terr. Ökotoxizität im Talgebiet waren alles Betriebstypen, welche hauptsächlich oder zusätzlich noch Ackerbau betrieben und so ihr Kraftfutter selbst anbauen konnten. Offensichtlich gibt es bei der eigenen Futterproduktion eine grosse Variabilität im Pestizid-Einsatz, welche zur oben genannten grossen Streuung führte. Die Betriebe in der Hügelsonne- und Bergregion kauften ihr Kraftfutter vornehmlich zu. Dabei wurde mit standardisierten Ökoinventaren gerechnet, was zu einer geringen Variabilität führte.

Generell ist festzuhalten, dass aus dem Vergleich der betrieblichen Parameter keine grossen Unterschiede festzustellen waren, mit zwei Ausnahmen: Biomilch schnitt bezüglich Ökotoxizität besser ab, und Bergmilch wies einen höheren Bedarf an nicht-erneuerbaren Energieres-

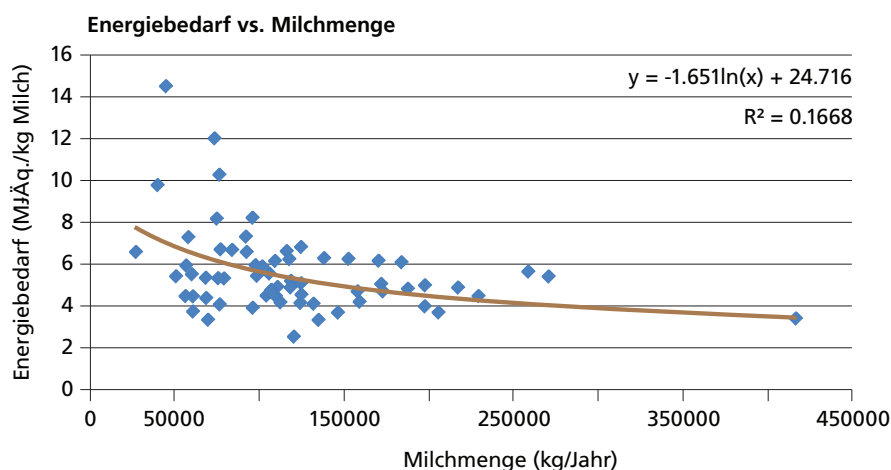


Abbildung 33: Verkaufte Milchmenge pro Betrieb und Jahr versus Energiebedarf pro kg Milch. Die logarithmische Regression zeigt einen sehr schwachen Zusammenhang ($R^2 = 0,17$) zwischen den beiden Grössen.

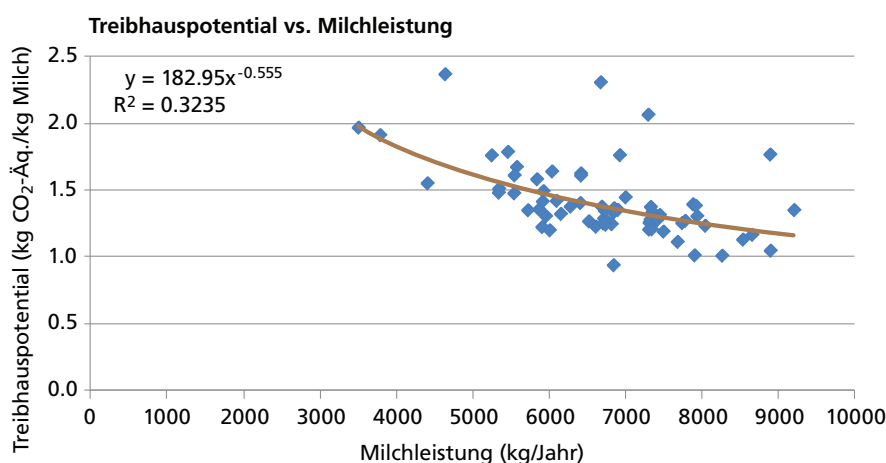


Abbildung 34: Milchleistung pro Milchkuh versus Treibhauspotential pro kg Milch. Die logarithmische Regression zeigt einen leichten Zusammenhang ($R^2 = 0,32$) zwischen den beiden Grössen.

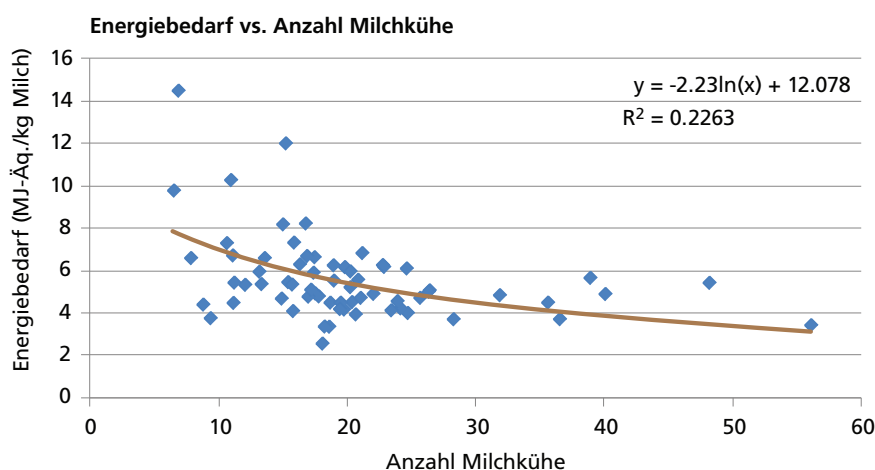


Abbildung 35: Anzahl Milchkühen pro Betrieb versus Energiebedarf pro kg Milch. Die logarithmische Regression zeigt einen leichten Zusammenhang ($R^2 = 0,23$) zwischen den beiden Grössen.

sources und ein höheres Treibhauspotential auf als Milch aus der Talregion.

3.2.3.2 Einfluss der Produktionsmenge

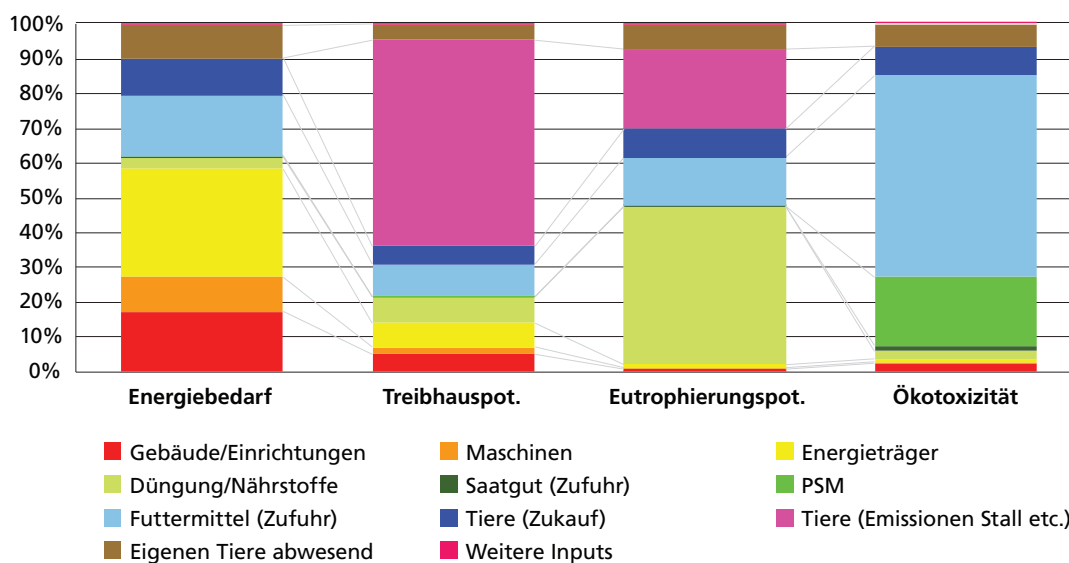
Oft wird die Meinung geäußert, dass grosse und spezialisierte Betriebe effizienter produzieren können als kleine Betriebe. Dass sich zwischen spezialisierten Verkehrsmilchbetrieben und kombinierten Betrieben keine Unterschiede in den Umweltwirkungen erkennen liessen, wurde in Kapitel 3.2.3.1 gezeigt. Im Folgenden soll nun untersucht werden, ob generell grosse Betriebe ökologisch gesehen effizienter Milch produzieren als kleine Betriebe. Dabei wurden drei Kriterien untersucht: Verkaufte Milchmenge, durchschnittliche Jahresmilchleistung der Kühe und Anzahl Verkehrsmilchkühe auf dem Betrieb.

Abbildung 33 zeigt den Zusammenhang zwischen der verkauften Milchmenge und dem Energiebedarf pro kg Milch. Es ist ein leicht negativer Trend erkennbar, das heisst, die Betriebe, welche viel Milch verkauften, hatten tendenziell einen niedrigeren Energiebedarf pro kg Milch. Ein R^2 von 0,17 ist jedoch sehr tief und bedeutet, dass nur 17 % der beobachteten Streuung durch das Regressionsmodell erklärt wurden. Hohe Werte fand man vor allem unter den Betrieben mit weniger als 100.000 kg verkaufte Milch pro Jahr, wo es eine starke Streuung im Energiebedarf pro kg Milch gab.

Beim Treibhauspotential war der Zusammenhang zwischen verkaufter Milchmenge pro Jahr und Umweltwirkung stärker ($R^2 = 0,39$). Bei den Umweltwirkungen Eutrophierungspotenzial und den Ökotoxizitäten gab es keinen Zusammenhang mit der total verkauften Milchmenge.

Betrachtet man die Milchleistung der Kühe, war nur beim Treibhauspotential ein Zusammenhang erkennbar (siehe Abbildung 34). Dieser Zusammenhang war mit $R^2 = 0,32$ leicht schwächer als derjenige zwischen verkaufter Milchmenge und Treibhauspotential. Bei den übrigen Umweltwirkungen war kein Zusammenhang mit der Milchleistung zu erkennen.

Abbildung 36: Anteil der Inputgruppen an der jeweiligen Umweltwirkung pro kg Milch. PSM = Pflanzenschutzmittel



Der Zusammenhang zwischen der Anzahl Milchkühe und dem Energiebedarf ist in Abbildung 35 dargestellt. Hier war ein leicht negativer Trend zu beobachten, je mehr Milchkühe ein Betrieb hatte, desto kleiner war sein Energiebedarf pro kg Milch. Der Zusammenhang war mit $R^2 = 0,23$ leicht stärker als der Zusammenhang von verkaufter Milchmenge und Energiebedarf. Wiederum waren es vor allem die kleinen Betriebe mit weniger als 20 Milchkühen, die eine starke Streuung im Energiebedarf mit zum Teil sehr hohen Werten pro kg Milch aufwiesen.

Auch beim Treibhauspotenzial war ein leicht negativer Zusammenhang zwischen der Anzahl Milchkühe pro Betrieb und dem Treibhauspotenzial pro kg Milch zu sehen. Mit $R^2 = 0,17$ war hier der Zusammenhang aber deutlich schwächer als derjenige des Treibhauspotentials pro kg Milch mit der Milchleistung. Bei den übrigen Umweltwirkungen liess sich kein Zusammenhang mit der Anzahl Milchkühe beobachten.

Abschliessend lässt sich feststellen, dass Betriebe mit einer grossen Milchproduktion tendenziell einen niedrigeren Energiebedarf und ein niedrigeres Treibhauspotenzial pro kg Milch aufwiesen als Betriebe mit einer kleinen Milchproduktion. Beim Energiebedarf schien dabei vor allem die Anzahl Milchkühe auf dem Betrieb einen Einfluss zu haben, während beim Treibhauspotenzial vor allem die Milchleistung entscheidend war und die Anzahl Kühe nur einen schwachen Einfluss hatte. Dies deutet darauf hin, dass Betriebe mit vielen Milchkühen effizientere Abläufe hatten und/oder ihre Infrastruktur besser ausnützten und somit einen niedrigeren Energiebedarf pro kg Milch aufwiesen. Derselbe Effekt kam beim Treibhauspotenzial zu tragen. Entscheidend bei dieser Umweltwirkung waren aber vor allem die Tieremissionen, hauptsächlich das durch die Milchkühe produzierte Methan. Hier verursachten Kühe mit einer hohen Milchleistung offensichtlich einen kleineren Methanausstoss pro kg Milch als Kühe mit einer niedrigeren Milchleistung. Einschränkend wirkt, dass die

Effekte der mit der Höhe der Milchleistung veränderten Futteraufnahme auf den Methanausstoss in diesen Berechnungen nicht berücksichtigt wurden.

Obwohl allgemein nur ein kleiner Teil der beobachteten Streuung durch das Regressionsmodell erklärt werden konnte, gibt es klare Tendenzen hin zu einem geringeren Energiebedarf von grossen Betrieben. In allen durchgeführten Regressionen war die Steigung negativ, und insbesondere bei den kleinen Betrieben hatte es solche mit sehr hohem Energiebedarf pro kg Milch.

3.2.3.3 Wichtige Inputgruppen

Abbildung 36 zeigt den Anteil der verschiedenen Inputgruppen an der jeweiligen Umweltwirkung. Da es zwischen der Terrestrischen und der Aquatischen Ökotoxizität keine grossen Unterschiede in den Anteilen der Inputgruppen gab, wurden diese beiden Umweltwirkungen zusammengefasst.

In Tabelle 16 werden die Anteile der Inputgruppen an der jeweiligen Umweltwirkung dargestellt. Es sind jeweils jene Inputgruppen erwähnt, die zusammen mindestens 80 % der jeweiligen Umweltwirkung erklärten. Für den Energiebedarf mussten dafür am meisten Inputgruppen, nämlich fünf, berücksichtigt werden. Die wichtigste Rolle spielten die Energieträger, danach folgten die Futtermittelzufuhr, die Gebäude/Einrichtungen, der Tierzukauf und die Maschinen. Beim Treibhauspotenzial mussten vier Inputgruppen in Betracht gezogen werden. Dies waren die Tieremissionen, die Futtermittelzufuhr, Düngung/Nährstoffe und die Energieträger. Am wichtigsten für die Eutrophierung waren die Inputgruppen Düngung/Nährstoffe, Tieremissionen und die Futtermittelzufuhr. Bei den Ökotoxizitäten fielen vor allem der Futtermittelzukauf, die ausgebrachten Pflanzenschutzmittel und die zugekauften Tiere ins Gewicht.

EB	THP	EuP	ATox	TTox
2.642	0.939	0.066	0.013	0.001
3.049	1.006	0.062	0.016	0.001
3.159	1.047	0.011	0.001	0.000
3.609	1.099	0.016	0.001	0.001
3.692	1.146	0.013	0.017	0.001
3.697	1.120	0.013	0.006	0.000
3.742	1.096	0.001	0.003	0.002
3.821	1.411	0.011	0.000	0.001
3.899	0.900	0.012	0.001	0.000
4.091	1.116	0.012	0.000	0.001
4.115	1.109	0.000	0.004	0.000
4.152	1.280	0.010	0.001	0.000
4.177	1.042	0.000	0.000	0.000
4.207	1.001	0.015	0.011	0.000
4.339	1.042	0.000	0.016	0.001
4.499	1.381	0.016	0.006	0.001
4.476	1.381	0.016	0.021	0.001
4.478	0.900	0.003	0.000	0.000
4.499	1.080	0.014	0.014	0.001
4.599	1.370	0.016	0.020	0.001
4.656	1.373	0.015	0.002	0.001
4.670	1.209	0.016	0.000	0.000
4.703	1.109	0.016	0.002	0.001
4.796	1.109	0.015	0.013	0.000
4.791	1.047	0.003	0.014	0.002
4.772	1.080	0.016	0.007	0.001
4.829	1.299	0.003	0.000	0.001
4.890	1.190	0.017	0.007	0.001
4.892	1.101	0.000	0.003	0.000
4.912	1.123	0.014	0.006	0.001
4.991	1.180	0.002	0.021	0.001
5.006	1.102	0.013	0.009	0.000
5.091	1.026	0.017	0.023	0.000
5.120	1.409	0.001	0.019	0.002
5.121	1.104	0.014	0.006	0.001
5.334	1.607	0.019	0.017	0.002
5.334	1.473	0.016	0.006	0.000
5.415	1.495	0.019	0.144	0.000
5.424	1.614	0.000	0.012	0.000
5.440	1.110	0.016	0.024	0.001
5.522	1.470	0.014	0.000	0.001
5.600	1.470	0.000	0.021	0.001
5.649	1.102	0.000	0.004	0.001
5.695	1.174	0.011	0.012	0.000
5.946	1.173	0.011	0.024	0.001
5.950	1.100	0.011	0.010	0.000
6.005	1.109	0.017	0.009	0.001
6.109	1.443	0.013	0.000	0.001
6.107	1.090	0.003	0.126	0.002
6.394	1.179	0.012	0.002	0.002
6.399	1.149	0.011	0.021	0.001
6.395	1.147	0.011	0.000	0.000
6.406	1.172	0.011	0.006	0.000
6.404	1.149	0.000	0.024	0.002
6.626	1.191	0.001	0.000	0.000
6.693	1.190	0.016	0.000	0.001
6.700	1.111	0.013	0.004	0.001
6.823	1.010	0.011	0.011	0.000
7.191	1.079	0.013	0.000	0.001
7.170	1.010	0.000	0.004	0.000
8.119	1.000	0.016	0.011	0.000
9.021	1.010	0.016	0.000	0.002
9.719	1.000	0.019	0.027	0.001
10.179	1.000	0.000	0.000	0.002
11.109	0.999	0.009	0.009	0.002
12.609	0.164	0.001	0.004	0.002
15.619	0.000	0.000	0.000	0.000
16.600	0.000	0.000	0.000	0.000

derum beeinflussten vor allem den Energiebedarf und über das beim Verbrennen ausgestossene CO₂ das Treibhauspotenzial. Für den Energiebedarf spielte dazu noch die Infrastruktur, vor allem die Gebäude eine Rolle, für die Ökotoxizität waren die ausgebrachten Pflanzenschutzmittel sehr wichtig.

3.2.3.4 Resultate über alle Umweltwirkungen

Aus Kapitel 3.2.3.3 geht hervor, dass verschiedene Inputgruppen eine wichtige Rolle bei der Umweltwirkung von Milch spielten. Diese Inputgruppen hingen zum Teil auch voneinander ab: Wenn ein Landwirt keine Futtermittel zukaufte, sondern selbst anbaute, musste er zum Beispiel mehr Düngemittel einsetzen und er benötigte für die Bewirtschaftung der entsprechenden Felder mehr Diesel. Die Frage ist, ob ein Landwirt in allen betrachteten Umweltwirkungen gut abschneiden konnte oder ob ein gutes Resultat in einer Umweltwirkung ein schlechtes in einer anderen bedingte.

Tabelle 17 zeigt eine Übersicht über die Resultate aller Betriebe in allen Umweltwirkungen. Die Betriebe wurden dabei mit dem Median der jeweiligen Umweltwirkung über alle Betriebe verglichen: Grün bedeutet tiefere Resultate als der Median, weiss ähnliche und rot höhere. Die Betriebe sind nach ihrem Energiebedarf pro kg Milch (EB) sortiert. Gut zu sehen ist, dass die Betriebe, welche einen hohen Energiebedarf pro kg Milch aufwiesen, meist auch ein hohes Treibhauspotential pro kg Milch hatten. Dies ist durch die fossilen Energieträger erklärbar, welche einerseits die Umweltwirkung Energiebedarf und andererseits durch das bei ihrer Verbrennung freigesetzte CO₂ auch das Treibhauspotential beeinflussten. Auch zwischen der Eutrophierung und dem Energiebedarf / Treibhauspotential gab es noch eine gewisse Übereinstimmung, vor allem die Betriebe mit einem hohen Energiebedarf pro kg Milch wiesen zum Teil auch ein hohes Eutrophierungspotential auf. Die Resultate bezüglich Ökotoxizität schienen jedoch

gänzlich unabhängig von den übrigen Umweltwirkungen zu sein.

Gut ersichtlich ist, dass es Betriebe gab, welche bezogen auf den Median der jeweiligen Umweltwirkung überall gut abschnitten. Genau so gab es Betriebe, welche auf den Median der jeweiligen Umweltwirkung bezogen überall höhere Umweltwirkungen aufwiesen. Im Folgenden werden alle Betriebe, welche in allen analysierten Umweltwirkungen gut abschnitten, zusammengefasst (Gruppe 1) und denjenigen Betrieben gegenübergestellt, welche in allen Umweltwirkungen schlecht abschnitten (Gruppe 2). Tabelle 18 zeigt eine Zusammenstellung der wichtigsten Kennzahlen dieser Betriebe.

Gut ersichtlich ist, dass es bei den betrieblichen Parametern (Betriebstyp, Landbauform, Zone) keine eindeutigen Unterschiede zwischen den beiden Gruppen gab. Zu erwähnen ist einzig, dass es in Gruppe 2 keine Bio-Betriebe gab. Die Betriebe in Gruppe 2 sind tendenziell kleiner (bezogen auf die landwirtschaftliche Nutzfläche und die Anzahl Verkehrsmilchkühe) und produzierten weniger Milch als die Betriebe in Gruppe 1. Dies deckt sich mit den Analysen aus obigen Kapiteln. In der Milchleistung gab es keine Unterschiede zwischen den beiden Gruppen.

Vergleicht man den Energiebedarf von Gruppe 1 und Gruppe 2 (Abbildung 37), lässt sich feststellen, dass die Betriebe in Gruppe 2 in den meisten Fällen einen höheren Beitrag durch Infrastruktur und Energieträger aufwiesen. Dies war jedoch nicht durchgehend der Fall, es gab auch zwei Betriebe in Gruppe 2, die einen tieferen Beitrag durch Infrastruktur und Energieträger hatten als einzelne Betriebe aus Gruppe 1. Bei diesen Betrieben war der hohe Futtermittel- bzw. Tierzukauf ausschlaggebend für den hohen Energiebedarf. Bei den übrigen Betrieben von Gruppe 2 waren es vor allem die Inputgruppen «Tierzukauf» und «eigene Tiere abwesend» welche zum hohen Energiebedarf führten. Die hohen Tierzukaufe fand man vor allem im Jahr 2008, was darauf hindeutet, dass Landwirte im Hinblick auf die Aufhebung der Milchkontingentierung gezielt aufgestockt haben. Auch beim Treibhauspotential waren die gleichen Gründe wie beim Energiebedarf für die hohen Resultate der zweiten Gruppe verantwortlich.

Bei der Eutrophierung wirkten sich bei Gruppe 2 auch der Futtermittelzukauf, Tierzukauf und die eigenen Tiere abwesend negativ auf die Umweltleistung aus. Dazu war bei Gruppe 2 auch die Inputgruppe Düngung/Nährstoffe höher als bei Gruppe 1. Dies kann verschiedene Ursachen haben: Ein hohes Düngungsniveau, ein ungünstiges Parzellenmanagement oder eine ungünstige Ausbringungstechnik bei den Hofdüngern. Genauen Aufschluss kann auch hier nur eine einzelbetriebliche Analyse bringen.

Tabelle 18: Zusammenstellung der Betriebe mit einer niedrigen (Gruppe 1) bzw. hohen Umweltwirkung (Gruppe 2) in allen betrachteten Umweltwirkungen.
* = Durchschnitt pro Gruppe.

	Gruppe 1 (überall tiefe UW)	Gruppe 2 (überall hohe UW)
Anzahl Betriebe	4	5
Vertretene Betriebstypen	2 KoVered, 1 VrkJMi, 1 KoMiAck	2 VrkJMi, 1 KoMiAck, 1 KoVered, 1 AndRi
Landbauform	2 Bio, 2 ÖLN	Alle ÖLN
Zone	2 Tal, 2 Hügel	2 Tal, 3 Berg
LN (ha)*	31	23
Anzahl Milchkühe*	24	15
Milchleistung (kg/Jahr)*	6700	6600
Produzierte Milchmenge (kg/Jahr)*	148000	77000

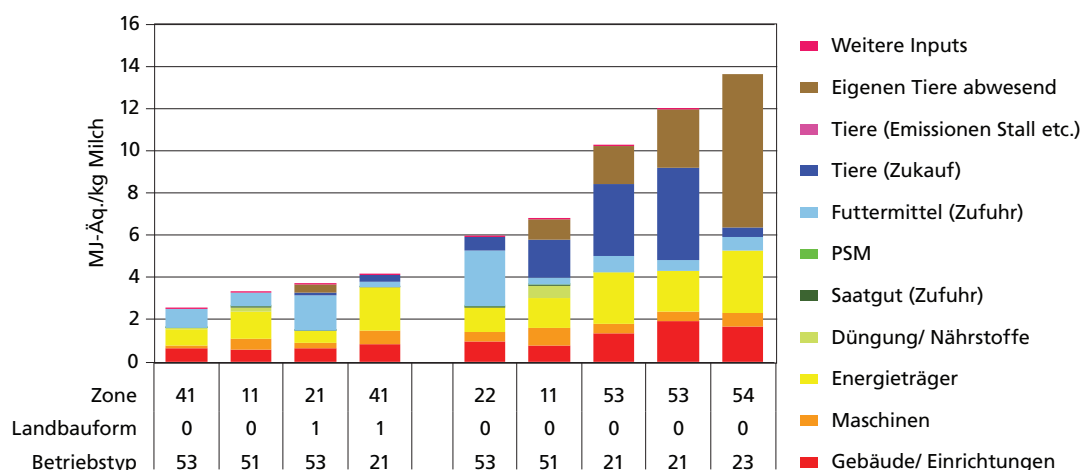


Abbildung 37: Vergleich des Energiebedarfs pro kg Milch der Betriebe, welche in allen betrachteten Umweltwirkungen gut abschnitten (Gruppe 1, links) und der Betriebe, welche in allen betrachteten Umweltwirkungen hohe Resultate erzielten (Gruppe 2, rechts).

Zonen: 11 = Ackerbauzone, 21 = Erweiterte Übergangszone, 22 = Übergangszone, 41 = Hügellzone, 53 = Bergzone III, 54 = Bergzone IV. Landbauform: 0 = IP, 1 = Bio. Betriebstypen: 21 = Verkehrsmilch, 23 = Anderes Rindvieh, 51 = Kombiniert Verkehrsmilch/Ackerbau, 53 = Kombiniert Veredelung.

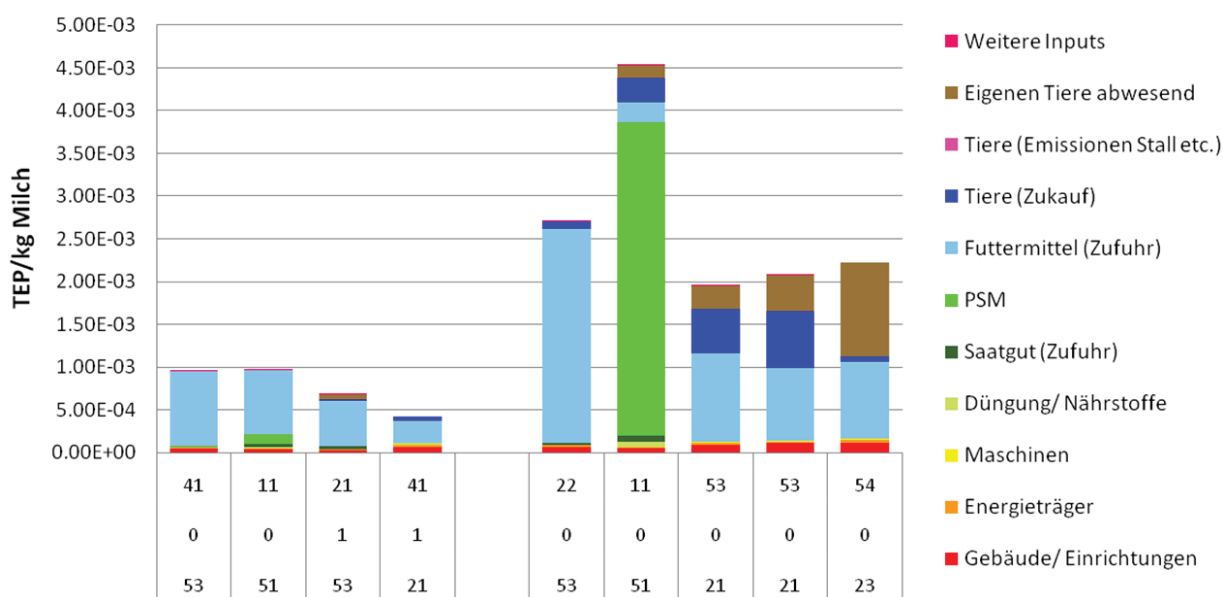


Abbildung 38: Vergleich der terrestrischen Ökotoxizität pro kg Milch der Betriebe, welche in allen betrachteten Umweltwirkungen gut abschnitten (Gruppe 1, links) und der Betriebe, welche in allen betrachteten Umweltwirkungen hohe Resultate erzielten (Gruppe 2, rechts).

Zonen: 11 = Ackerbauzone, 21 = Erweiterte Übergangszone, 22 = Übergangszone, 41 = Hügellzone, 53 = Bergzone III, 54 = Bergzone IV. Landbauform: 0 = IP, 1 = Bio. Betriebstypen: 21 = Verkehrsmilch, 23 = Anderes Rindvieh, 51 = Kombiniert Verkehrsmilch/Ackerbau, 53 = Kombiniert Veredelung.

Bei der Ökotoxizität (Abbildung 38) sah das Bild ein bisschen anders aus. Neben Tierzukaufen und den eigenen Tieren abwesend waren es vor allem die Futtermittelzukaufe, welche bei Gruppe 2 stark ins Gewicht fielen. Dazu hatte ein Betrieb einen sehr hohen Beitrag aus seinem Pestizid-Einsatz.

Aus dem Vergleich von Gruppe 1 und 2 wurde ersichtlich, dass sich keine generellen Gründe für tiefe bzw. hohe Umweltwirkungen finden lassen. Dazu müssten einzelbetriebliche Analysen herbeigezogen werden. Dies gilt insbesondere auch für das Definieren von Verbesserungsmassnahmen, bei denen die gesamtbetriebliche Situation mitberücksichtigt werden muss.

3.2.4 Schlussfolgerungen

In der Umweltwirkung des Produkts Milch gab es eine sehr grosse Streuung zwischen den verschiedenen Betrieben. Die zentralen Inputfaktoren für die Umweltwirkungen der Milchproduktion waren der Futtermittelzukauf, die Tieremissionen, die Düngung/Nährstoffe und die Energieträger.

Anbausystem oder Produktionszone spielten keine entscheidende Rolle, mit zwei Ausnahmen: Biomilch schnitt bei der Ökotoxizität klar besser ab, und der Energiebedarf sowie das Treibhauspotenzial von Bergmilch waren höher als die entsprechenden Umweltwirkungen von Milch aus der Talregion. Betriebe mit einer hohen verkauften Milchmenge hatten tendenziell einen tieferen Energiebedarf und ein kleineres Treibhauspotenzial, wobei beim Energiebedarf vor allem die Anzahl Milchkühe auf dem Betrieb entscheidend war, während beim Treibhauspotenzial die Anzahl Milchkühe nur einen schwachen Einfluss hatte, hier war die Milchleistung viel wichtiger. Da Betriebe in der Bergregion im Mittel weniger Milch produzierten als Betriebe in der Talregion, könnten sich hier die Faktoren Höhenlage und produzierte Milchmenge teilweise überschneiden.

Es gab Betriebe, die über alle Umweltwirkungen gut abschnitten. Generelle Erfolgsfaktoren liessen sich jedoch nicht identifizieren. Es handelte sich dabei um ganz unterschiedliche Betriebe. Die Gründe für ein gutes bzw. schlechtes Abschneiden variierten je nach Betrieb und konnten nur in einer einzelbetrieblichen Analyse identifiziert werden. Für eine Optimierung der Umweltwirkung der Milchproduktion muss betriebsspezifisch jeweils das der Situation angepasste Optimum gefunden werden. Dabei ist es empfehlenswert, zuerst mit den Betrieben mit den grössten Umweltwirkungen zu beginnen. Vorstellbar wäre zum Beispiel eine wiederholte, individuelle Ökobilanzierung mit der Identifikation der jeweiligen Schwachstellen und dem Aufzeigen des Verbesserungspotenzials. Schritt für Schritt könnten so die Umweltwirkungen der teilnehmenden Betriebe verbessert werden. Die Betriebe könnten dabei ihre Anstrengungen mit einem Zertifikat (ähnlich der ISO-Zertifizierung) bezeugen. Mit einer genügend grossen Anzahl teilnehmender Betriebe würde so die Umweltwirkung der Milchproduktion insgesamt verbessert werden.

3.2.5 Literatur

- Bundesamt für Landwirtschaft BLW, 2009. Agrarbericht 2009. www.bundespublikationen.admin.ch
- Dux D., Alig M. & Herzog D., 2009. Umweltwirkung von landwirtschaftlichen Gebäuden. *Agrarforschung* 16 (8): 284–289.
- Cederberg C., 1998. Life cycle assessment of milk production – a comparison of conventional and organic farming. SIK-Report Nr. 643.
- Cederberg C., 2004. Life cycle Inventory of 23 Dairy Farms in South Western Sweden. SIK-Report Nr. 728.
- ecoincesys, 2008. Revue bibliographique des études «Analyse de Cycle de Vie des produits agricoles». Synthèse des ACV des produits agricoles: Filière Lait de vache. Etude réalisée pour le compte de l'ADEME par ECOINTESYS. November 2008.
- Haas G., Wetterisch F. & Köpfe U., 2001. Comparing intensive, extensified and organic grassland farming in southern Germany by process life cycle assessment. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 83 (2001), 43–53.
- Rossier D. & Gaillard G., 2004. Ökobilanzierung des Landwirtschaftsbetriebs. Methode und Anwendung in 50 Landwirtschaftsbetrieben. Schriftenreihe der FAL 53. Agroscope FAL Reckenholz, Zürich, Schweiz, 142 Seiten.

3.3 Kombinierte ökonomisch-ökologische Analyse der Schweizer Landwirtschaftsbetriebe

Johanna Mieleitner, Daniel U. Baumgartner, Martina Alig, Dunja Dux und Pierrick Jan
Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART

3.3.1 Einleitung

Die Landwirtschaft erfüllt verschiedene Funktionen die sowohl ökologische als auch ökonomische Aspekte beinhalten (siehe Kapitel 2.2.4). Ziel ist es, die Funktionen Produktion von Nahrungsmitteln, Landbewirtschaftung und Erwirtschaftung eines Einkommens bei einer möglichst geringen Umweltwirkung zu erfüllen. Es ist daher sinnvoll, die Umweltwirkungen bezogen auf diese drei Funktionen der Landwirtschaft zu betrachten. Meistens werden die produktive Funktion (Umweltwirkung pro kg Produkt oder pro MJ verdauliche Energie) und die Funktion der Landbewirtschaftung (Umweltwirkung pro ha landwirtschaftliche Nutzfläche) betrachtet. Die finanzielle Funktion wird manchmal berücksichtigt, indem die Umweltwirkung auf die Rohleistung bezogen wird (Kapitel 3.1, Kapitel 3.2, Rossier und Gaillard, 2004; Nemecek *et al.*, 2005).

In diesem Kapitel wird der Zusammenhang zwischen der ökonomischen Situation der Betriebe und den Umweltwirkungen vertieft untersucht, also Zusammenhänge zwischen dem ökonomischen und dem ökologischen Erfolg von Betrieben. Das Ziel hierbei ist es herauszufinden, ob es zwischen Ökonomie und Ökologie Zielkonflikte (Trade-off) oder Synergien gibt oder ob sie voneinander unabhängig sind. Es werden Unterschiede zwischen den Betriebstypen aufgezeigt und ein einzelner Betriebstyp (Verkehrsmilch) genauer betrachtet, um die Einflussfaktoren auf den ökonomischen und ökologischen Erfolg von ähnlichen Betrieben zu analysieren.

3.3.2 Ökonomische und ökologische Merkmale

Um Zusammenhänge zwischen Ökonomie und Ökologie zu finden, müssen geeignete Merkmale ausgewählt werden, die den ökologischen bzw. ökonomischen Erfolg eines Betriebes repräsentieren. Hierfür stehen die ökonomischen Merkmale aus ZA-BH und die Umweltwirkungen aus ZA-ÖB zur Verfügung.

Als ökologische Merkmale wurden die Umweltwirkungen Energiebedarf, Treibhauspotenzial, Eutrophierungspotenzial und Terrestrische Ökotoxizität betrachtet. Sie repräsentieren die drei Management-Achsen gemäss Nemecek *et al.*, 2005: Ressourcen-Management, Nährstoff-Management und Schadstoff-Management. Als ökonomische Grössen wurden die Rohleistung und der Arbeitsverdienst je Familienarbeitskraft verwendet (Tabelle 19).

Die ökologischen Merkmale sind in Kapitel 2.2 erklärt. Als Bezugsgrössen für die ökologischen Merkmale wurden in diesem Kapitel die drei funktionellen Einheiten verdauliche Energie (VE), landwirtschaftliche Nutzfläche (LN) und Rohleistung (RL) verwendet, um die Multifunktionalität der Landwirtschaft zu repräsentieren (siehe Kapitel 2.2.4).

Tabelle 19: Betrachtete Ökonomische und ökologische Merkmale

Ökonomische Merkmale:	
Rohleistung Arbeitsverdienst je Familienarbeitskraft	
Ökologische Merkmale:	
Ressourcen-Management:	Energiebedarf (EB), Treibhauspotenzial (THP)
Nährstoff-Management:	Eutrophierungspotenzial (EuP)
Schadstoff-Management:	Terrestrische Ökotoxizität (TerrTox)

3.3.3 Methode

Ökonomische Merkmale und Systemgrenzen

Eine Definition der **Rohleistung** nach ZA-BH ist in Anhang 5.5 zu finden. Da die Buchhaltung nicht die gleichen Systemgrenzen wie die Ökobilanzierung hat, musste die Rohleistung aus ZA-BH an die Systemgrenzen von ZA-ÖB angepasst werden, um sie den Umweltwirkungen gegenüberstellen zu können. Eine Beschreibung der Unterschiede der beiden Systemgrenzen ist in Kapitel 3.4 zu finden. Aufgrund dieser Unterschiede wurde eine neue «Rohleistung ZA-ÖB» berechnet, die an die Systemgrenzen der betrieblichen Ökobilanzierung gemäss der Methode SALCA (Nemecek *et al.*, 2010) angepasst ist. Die angepasste «Rohleistung ZA-ÖB» ist in Anhang 5.5 definiert.

Der **Arbeitsverdienst je Familienarbeitskraft** ist in Anhang 5.5 definiert. Er ist ein Mass für den ökonomischen Erfolg eines Betriebs. Im Gegensatz zur Rohleistung kann der Arbeitsverdienst nicht an die Systemgrenzen von ZA-ÖB angepasst werden. Bei Verwendung des Arbeitsverdienst je Familienarbeitskraft als ökonomische Kennzahl, mussten Betriebe bei denen der Unterschied zwischen der Rohleistung ZA-ÖB und ZA-BH gross ist, ausgeschlossen werden. Es wurden alle Betriebe, bei denen der Anteil von Wald und Paralandwirtschaft an der Rohleistung grösser als 20 % war, ausgeschlossen.

Auswertung

Um Zusammenhänge zwischen ökonomischem und ökologischem Erfolg der Betriebe zu analysieren wurden jeweils eine Umweltwirkung und eine ökonomische Kennzahl aller Betriebe in einem Streudiagramm dargestellt. Durch die Mediane der ökonomischen Kennzahl und der Umweltwirkung wurden die Betriebe in 4 Gruppen aufgeteilt (siehe Abbildung 39):

- Ökonomisch + / Ökologisch +
- Ökonomisch - / Ökologisch -
- Ökonomisch + / Ökologisch -
- Ökonomisch - / Ökologisch +

Bei den verwendeten ökonomischen Kennzahlen (Arbeitsverdienst je Familienarbeitskraft und Rohleistung) ist ein hoher Wert «günstig» und ein niedriger Wert «ungünstig», bei den Umweltwirkungen ist dies genau umgekehrt. Die Betriebe, die sowohl ökonomisch als auch ökologisch «günstig» sind, befinden sich also im Quadranten unten rechts. Die Betriebe, die ökonomisch und ökologisch «ungünstig» sind, befinden sich oben links (siehe Abbildung 39).

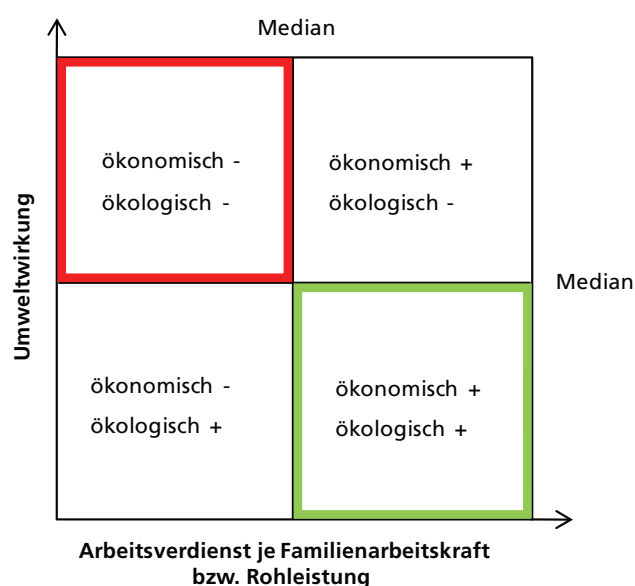


Abbildung 39: Zusammenhang zwischen ökonomischen Kennzahlen und Umweltwirkungen, Aufteilung der Betriebe in vier Gruppen durch die Mediane der Kennzahlen.

3.3.4 Übersicht über die Daten

Übersicht Datensatz

Als Datengrundlage standen alle ZA-ÖB Betriebe zur Verfügung (siehe Tabelle 20). Die Betriebe hatten im Durchschnitt zirka 24 ha landwirtschaftliche Nutzfläche und wurden von 1,7 Arbeitskräften bewirtschaftet, davon waren 1,2 Familienarbeitskräfte und 0,5 Angestellte. Die durchschnittliche Rohleistung lag in der Grössenordnung von CHF 300 000.–.

Die ökonomischen Grössen sowie die Umweltwirkungen waren in den drei Erhebungsjahren ähnlich. Für die Auswertungen wurden nur die Daten des Jahres 2008 verwendet. Tabelle 21 gibt einen Überblick über die Betriebstypen gemäss FAT99-Typologie (Meier, 2000, Anhang 5.2).

Tabelle 20: Überblick über die vorhandenen Betriebe aus ZA-ÖB für die drei Erfassungsjahre (Mittelwerte).

	2006	2007	2008
Anzahl Betriebe	59	113	105
LN (ha)	22	24	24
Arbeitskräfte	1,6	1,7	1,7
Familienarbeitskräfte	1,1	1,2	1,2
Angestellte	0,5	0,5	0,5
Rohleistung ZA-BH (CHF)	273 000	302 000	305 000

Tabelle 21: Übersicht über die Datensätze pro Betriebstyp.

Betriebstyp	Abkürzung	Anzahl Betriebe (2008)
Ackerbau	Ackerb	12
Verkehrsmilch	VrkMi	32
Mutterkühe	MuKu	6
Anderes Rindvieh	AndRi	2
Komb. Milch/Ackerbau	KoMiAck	12
Komb. Mutterkühe	KoMuKu	5
Komb. Veredelung	KoVered	17
Komb. Andere/VrkMilch	KoAndMi	8
Übrige	Div.	11

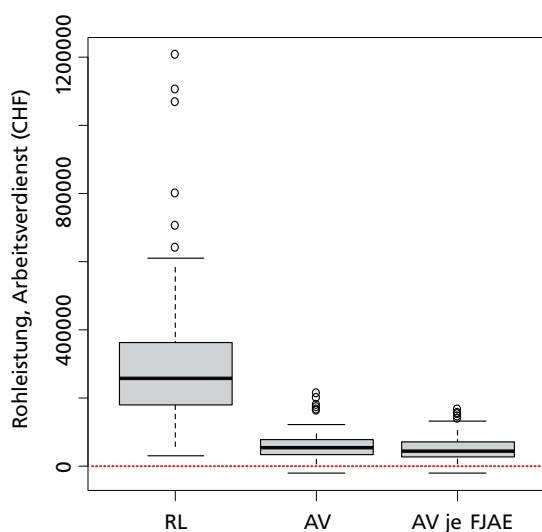
Ökonomische Kennzahlen 2008

In Abbildung 40 sind die ökonomischen Kennzahlen der Betriebe für das Jahr 2008 dargestellt. Die Rohleistung ZA-BH variierte stark von wenigen zehntausend Franken bis zu über 1 Million Franken zwischen den Betrieben. Der Median lag bei ca. CHF 260 000.– pro Jahr.

Auch beim Arbeitsverdienst gab es grosse Unterschiede zwischen den Betrieben. Der Arbeitsverdienst aller Familienarbeitskräfte variierte von CHF –20 000.– bis zirka CHF 210 000.–. Der Median lag bei zirka CHF 54 000.–.

Der Arbeitsverdienst je Familienarbeitskraft lag in einem ähnlichen Bereich, wie der Arbeitsverdienst aller Familienarbeitskräfte, da die Betriebe durchschnittlich nur zirka 1,2 Familienarbeitskräfte hatten.

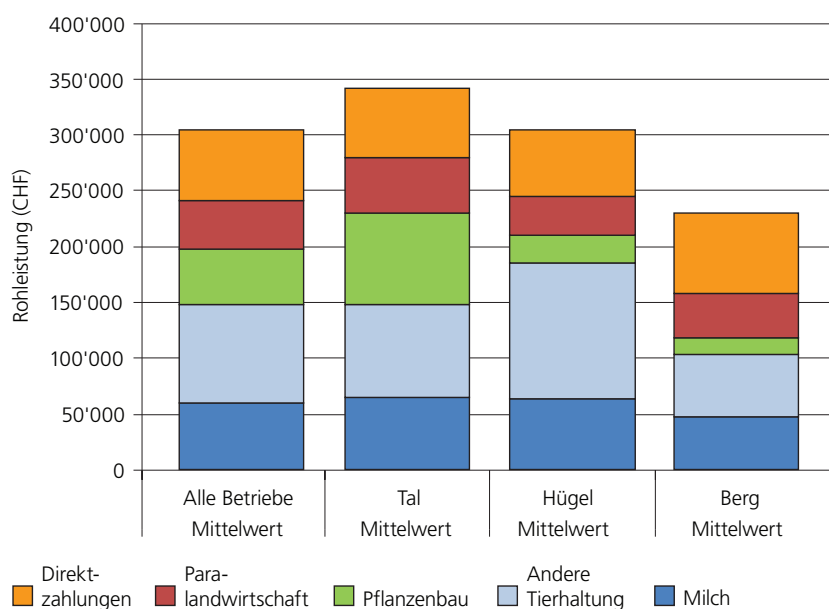
Die Zusammensetzung der Rohleistung ZA-BH ist in Abbildung 41 dargestellt. Der Anteil der Rohleistung aus der landwirtschaftlichen Produktion machte im Mittel rund



zwei Drittel der gesamten Rohleistung aus, Paralandwirtschaft und Direktzahlungen zusammen etwa ein Drittel. Bei der Zusammensetzung der Rohleistung gab es grosse Unterschiede zwischen den Regionen. In der Bergregion betrug der Anteil der Direktzahlungen und der Paralandwirtschaft zirka 50 % und war somit deutlich höher als in der Hügel- und Talregion.

Abbildung 40/links: Rohleistung ZA-BH (RL), Arbeitsverdienst der Familienarbeitskräfte (AV) und Arbeitsverdienst je Familienarbeitskraft (AV je FJAE) der ZA-ÖB Betriebe für das Jahr 2008.

Abbildung 41/Mitte: Rohleistung ZA-BH, Mittelwerte der Betriebe aus ZA-ÖB für das Jahr 2008 (Gesamt: 105 Betriebe, Tal: 52 Betriebe, Hügel: 31 Betriebe, Berg: 22 Betriebe).



Die Rohleistung ZA-ÖB machte zirka 85 % der Rohleistung ZA-BH aus, das heisst durchschnittlich CHF 260'000.– versus CHF 305'000.– (Abbildung 42). Sie nahm mit der Höhenlage ab. In der Bergregion betrug sie nur zirka 65 % des Wertes in der Talregion.

Auch beim Arbeitsverdienst der ZA-ÖB-Betriebe gab es Unterschiede zwischen den Regionen (siehe Abbildung 42). Im Mittel lag der Arbeitsverdienst je Familienarbeitskraft bei zirka CHF 53'000.–. In der Talregion lag er im Mittel bei ca. CHF 70'000.–, in der Bergregion nur bei zirka CHF 34'000.–. Gemäss Hausheer Schnider und Roesch (2009) nimmt auch der Arbeitsverdienst je Familienarbeitskraft der Schweizer Landwirtschaftsbetriebe auf Basis der Referenzbetriebe der Zentralen Auswertung von Buchhaltungsdaten mit der Höhenlage ab.

3.3.5 Analyse der Gesamtstichprobe

Im Folgenden werden die Verteilung der Betriebe auf die vier Gruppen und der Einfluss von Betriebstyp, Landbauform, Region analysiert. In einem ersten Schritt wurde die Gesamtstichprobe analysiert, um einen Überblick über den gesamten

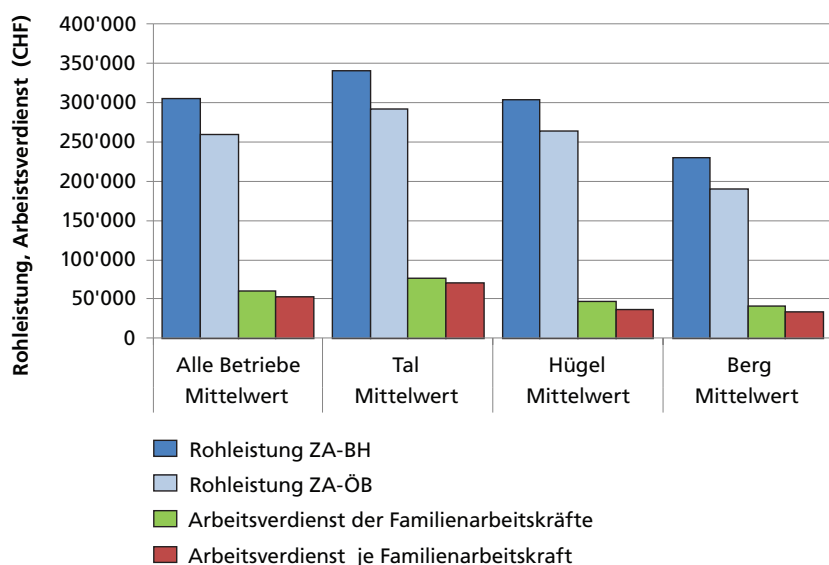


Abbildung 42/links: Rohleistung ZA-BH, Rohleistung ZA-ÖB und Arbeitsverdienst. Mittelwerte der Betriebe aus ZA-ÖB für das Jahr 2008 (Gesamt: 105 Betriebe, Tal: 52 Betriebe, Hügel: 31 Betriebe, Berg: 22 Betriebe).

Datensatz zu erhalten und Unterschiede zwischen den Betriebstypen zu finden.

Untersucht man den Zusammenhang zwischen ökonomischen und ökologischen Kennzahlen, sind verschiedene Kombinationen je nach funktioneller Einheit möglich.

In diesem Kapitel wurden folgende Zusammenhänge analysiert.

- Umweltwirkung pro ha LN ↔ Rohleistung pro ha LN
- Umweltwirkung pro ha LN ↔ Arbeitsverdienst je Familienarbeitskraft
- Umweltwirkung pro MJ VE ↔ Arbeitsverdienst je Familienarbeitskraft
- Umweltwirkung pro CHF RL ↔ Arbeitsverdienst je Familienarbeitskraft

3.3.5.1 Rohleistung als ökonomisches Merkmal

Abbildung 43 zeigt den Zusammenhang zwischen Energiebedarf pro ha LN und Rohleistung pro ha LN. Es gab eine

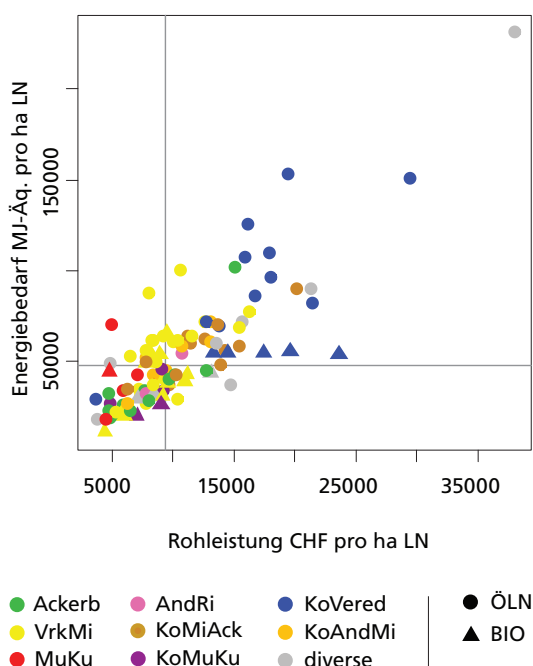


Abbildung 43: Zusammenhang Energiebedarf pro LN und Rohleistung pro LN. Aufteilung der Quadranten durch die Mediane der entsprechenden Parameter. Die Betriebe sind unterschieden nach Betriebstypen (Farben) und Landbauform (Symbole).

Betriebstypen: Ackrb = «Ackerbau» Typ 11; VrkMi = «Verkehrsmilch» Typ 21; MuKu = «Mutterkühe» Typ 22; AndRi = «Anderes Rindvieh» Typ 23; KoMiAck = «Kombiniert Verkehrsmilch/Ackerbau» Typ 51; KoMuKu = «Kombiniert Mutterkühe» Typ 52; KoVered = «Kombiniert Veredelung» Typ 53; KoAndMi = «Kombiniert Andere/Verkehrsmilch» Typ 55; diverse = übrige Betriebstypen, Typ 99. Landbauform: ÖLN: ökologischer Leistungsnachweis, BIO = Biologischer Landbau.

Abhängigkeit zwischen Ökonomie und Ökologie ($R^2 = 0,66$). Eine grössere Rohleistung pro ha LN führte zu einem höheren Energiebedarf pro ha LN.

In der Grafik liegen oben rechts die intensiv bewirtschafteten Betriebe. Dies waren vor allem Betriebe der Typen «Kombiniert Veredelung», «Kombiniert Milch Ackerbau» sowie einige Verkehrsmilchbetriebe. Unten links befinden sich dagegen die extensiven Betriebe. Vertreten waren vor allem Betriebe der Typen «Mutterkuh», «Kombiniert Mutterkuh», «Ackerbau» sowie einige Verkehrsmilchbetriebe.

Für die Umweltwirkungen Treibhauspotenzial ($R^2 = 0,66$) und Eutrophierungspotenzial ($R^2 = 0,63$) ergaben sich ähnliche Resultate wie für den Energiebedarf. Bei der Terrestrischen Ökotoxizität war der Zusammenhang weniger stark ($R^2 = 0,32$), da die Bio-Betriebe niedrigere Werte hatten als ÖLN-Betriebe und bestimmte Betriebstypen (v. a. Ackerbau- und Veredelungsbetriebe) höhere Werte hatten als andere (z.B. Verkehrsmilchbetriebe).

3.3.5.2 Arbeitsverdienst je Familienarbeitskraft als ökonomisches Merkmal

Funktionelle Einheit landwirtschaftliche Nutzfläche

Der Zusammenhang zwischen Treibhauspotenzial pro ha LN und Arbeitsverdienst je Familienarbeitskraft ist in Abbildung 44 dargestellt. Es gab keinen Zusammenhang zwischen ökonomischem Erfolg und Umweltwirkung. Die Betriebe waren auf alle vier Quadranten verteilt. Bezüglich Betriebstyp und Region zeigten sich jedoch Unterschiede zwischen den Gruppen:

- In der Gruppe ökonomisch und ökologisch günstig waren fast nur ÖLN Betriebe aus der Talregion. Dies waren hauptsächlich Ackerbaubetriebe.
- In der Gruppe ökonomisch günstig und ökologisch ungünstig waren der Grossteil der kombinierten Veredelungsbetriebe sowie einige Betriebe der Typen «Verkehrsmilch», «Kombiniert Verkehrsmilch/Ackerbau» und «Schweine».
- In der Gruppe ökonomisch ungünstig und ökologisch günstig waren hauptsächlich Verkehrsmilchbetriebe sowie die Mutterkuhbetriebe.
- In der Gruppe ökonomisch ungünstig und ökologisch ungünstig waren hauptsächlich Verkehrsmilchbetriebe sowie wenige kombinierte Veredelungsbetriebe und Betriebe des Typs «Anderes Rindvieh».

Es zeigten sich also deutliche Unterschiede zwischen den verschiedenen **Betriebstypen**. Auffallend war, dass sich Verkehrsmilchbetriebe sowie Mutterkuh- und Rindviehbetriebe fast ausschliesslich in den ökonomisch ungünstigen Gruppen befanden. Bei den Verkehrsmilchbetrieben gab es grosse Unterschiede beim Treibhauspotenzial: sie verteilten sich auf die Gruppen ökologisch günstig und ungünstig. Die Mutterkuhbetriebe hatten ein geringes

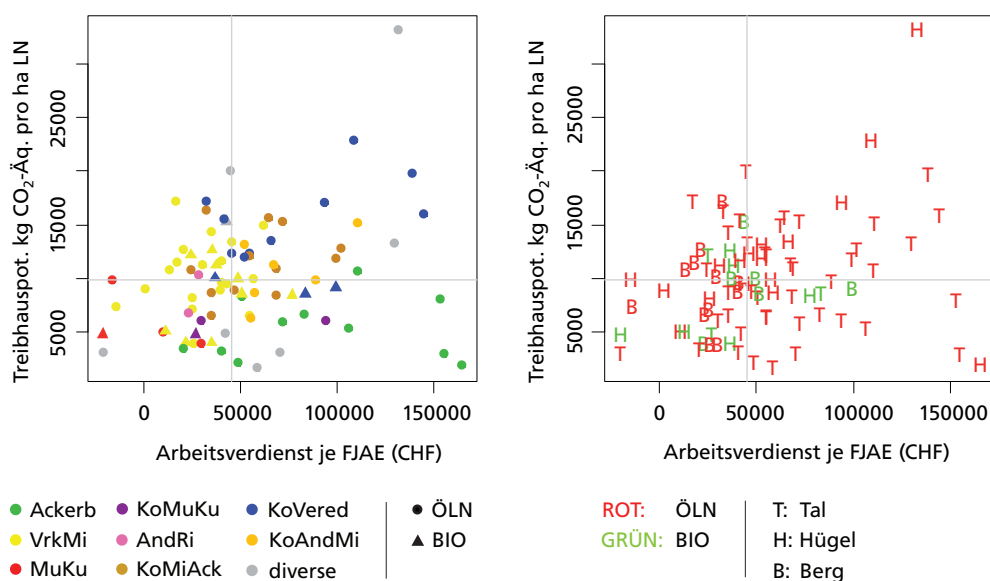


Abbildung 44: Zusammenhang Treibhauspotenzial pro LN und Arbeitsverdienst je Familienarbeitskraft. Aufteilung der Quadranten durch die Mediane der entsprechenden Parameter. Links: Die Betriebe sind unterschieden nach Betriebstypen (Farben) und Landbauform (Symbole). Rechts: Die Betriebe sind unterschieden nach Landbauform (Farben) und Region (Symbole). Betriebstypen: Ackrb = <Ackerbau> Typ 11; VrkMi = <Verkehrsmilch> Typ 21; MuKu = <Mutterkühe> Typ 22; AndRi = <Anderes Rindvieh> Typ 23; KoMiAck = <Kombiniert Verkehrsmilch/Ackerbau> Typ 51; KoMuKu = <Kombiniert Mutterkühe> Typ 52; KoVered = <Kombiniert Veredelung> Typ 53; KoAndMi = <Kombiniert Andere/Verkehrsmilch> Typ 55; diverse = übrige Betriebstypen, Typ 99. Landbauform: ÖLN: ökologischer Leistungsnachweis, BIO = Biologischer Landbau.

Treibhauspotenzial pro ha LN und lagen somit in der Gruppe ökologisch günstig und ökonomisch ungünstig.

Die Betriebe vom Typ <Kombiniert Veredelung> und <Ackerbau> waren hauptsächlich in den ökonomisch günstigen Gruppen zu finden, wobei das Treibhauspotenzial bei den Veredelungsbetrieben höher war, als bei den Ackerbaubetrieben.

Auch zwischen den **Regionen** gab es grosse Unterschiede. Die Talbetriebe befanden sich hauptsächlich in den ökonomisch günstigen Gruppen, während die Bergbetriebe hauptsächlich in den ökonomisch ungünstigen Gruppen zu finden waren. Dieses Ergebnis hing allerdings direkt mit den Unterschieden zwischen den Betriebstypen zusammen, da sich die Betriebstypen, die ökonomisch gut dastehen, zum Grossteil im Tal befanden (Betriebstypen <Ackerbau> und <Kombiniert Veredelung>), während sich die ökonomisch ungünstigen Betriebstypen tendenziell im Hügel- und Berggebiet befanden (Betriebstypen <Mutterkühe>, <Verkehrsmilch> und <Anderes Rindvieh>).

Unterschiede zwischen den unterschiedlichen **Landbauformen** liessen sich nur schwer erkennen. Die ÖLN-Betriebe verteilten sich gleichmässig über alle vier Gruppen. Auch

Bio-Betriebe waren in allen vier Gruppen zu finden, hauptsächlich in der Gruppe ökonomisch ungünstig und ökologisch günstig. Die Anzahl der Bio-Betriebe war allerdings gering, und es handelte sich um unterschiedliche Betriebstypen, so dass keine generelle Aussage über die Unterschiede zwischen ÖLN und BIO möglich war.

Für den Energiebedarf und das Eutrophierungspotenzial ergaben sich ähnliche Resultate, wie für das Treibhauspotenzial (siehe Anhang 5.10). Beim Eutrophierungspotenzial schnitten die Ackerbaubetriebe allerdings etwas schlechter ab.

Bei der Terrestrischen Ökotoxizität gab es Unterschiede zu den anderen Umweltwirkungen. Hier lagen einige Ackerbaubetriebe in den ökologisch ungünstigeren Gruppen,

und die Verkehrsmilchbetriebe wiesen eine geringe Terrestrische Ökotoxizität auf und lagen somit fast ausschliesslich in der Gruppe ökologisch günstig (siehe Anhang 5.10).

Funktionelle Einheit Rohleistung (RL)

Abbildung 45 zeigt den Zusammenhang zwischen Treibhauspotenzial pro RL und Arbeitsverdienst je Familienarbeitskraft.

Verglichen mit Abbildung 44 änderte sich die Positionierung der Betriebe bezüglich Ökonomie nicht (gleiches Merkmal), allerdings hatte die Änderung der funktionellen Einheit einen grossen Einfluss.

Während bei der Betrachtung pro LN die Betriebstypen <Ackerbau> und <Mutterkühe> eher geringe Umweltwirkungen hatten und so ökologisch gut abschnitten, und Betriebe vom Typ <Kombiniert Veredelung> eher höhere Umweltwirkungen pro ha LN hatten, ergab sich bei einer Betrachtung pro CHF Rohleistung ein anderes Bild. Tendenziell intensiv bewirtschaftete Betriebstypen wie <Kombiniert Veredelung> hatten höhere Rohleistungen und schnitten somit ökologisch besser ab, als bei der Betrachtung pro ha LN (siehe Kapitel 3.1).

Abbildung 45 zeigt, dass die meisten kombinierten Veredelungsbetriebe bei der Betrachtung pro Rohleistung die Gruppe wechselten und sich in der Gruppe ökonomisch günstig und ökologisch günstig befanden. Die Ackerbaubetriebe blieben in der ökonomisch und ökologisch günstigen Gruppe.

Die Verkehrsmilchbetriebe schnitten ökologisch bei der Betrachtung pro RL etwas schlechter ab als bei der Betrachtung pro ha LN. Sie lagen zum grossen Teil in der Gruppe ökonomisch ungünstig und ökologisch ungünstig.

Für den Energiebedarf ergaben sich ähnliche Resultate wie für das Treibhauspotenzial. Beim Eutrophierungspotenzial schnitten die Ackerbaubetriebe schlechter ab. Bei der Terrestrischen Ökotoxizität pro CHF Rohleistung zeigte sich auch hier ein anderes Bild. Die Verkehrsmilchbetriebe hatten niedrige Werte für die Terrestrische Ökotoxizität und lagen hier zum grossen Teil in der Gruppe ökonomisch ungünstig und ökologisch günstig, die Ackerbaubetriebe hatten höhere Werte für die Terrestrische Ökotoxizität und lagen in der Gruppe ökonomisch günstig ökologisch ungünstig. Die Bio-Betriebe hatten alle eine sehr niedrige Terrestrische Ökotoxizität pro CHF Rohleistung (siehe Anhang 5.10).

Funktionelle Einheit verdauliche Energie (VE)

Die Analyse mit der funktionellen Einheit verdauliche Energie (VE) ergab wiederum ein anderes Bild (Abbildung 46).

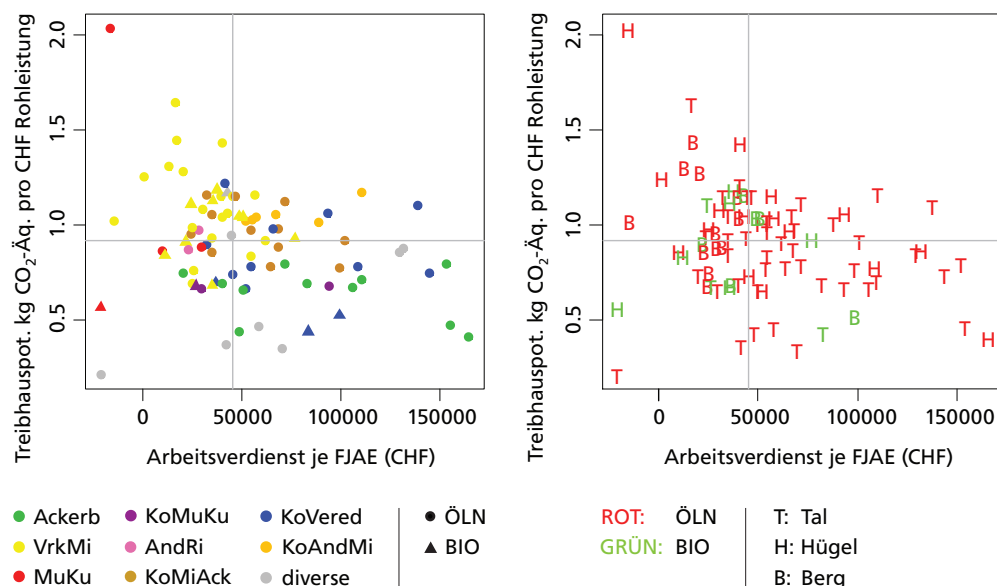


Abbildung 45: Zusammenhang Treibhauspotenzial pro RL und Arbeitsverdienst je Familienarbeitskraft. Aufteilung der Quadranten durch die Mediane der entsprechenden Parameter. Links: Die Betriebe sind unterschieden nach Betriebstypen (Farben) und Landbauform (Symbole). Rechts: Die Betriebe sind unterschieden nach Landbauform (Farben) und Region (Symbole). Betriebstypen: Ackerb = <Ackerbau> Typ 11; VrkMi = <Verkehrsmilch> Typ 21; MuKu = <Mutterkühe> Typ 22; AndRi = <Anderes Rindvieh> Typ 23; KoMiAck = <Kombiniert Verkehrsmilch/Ackerbau> Typ 51; KoMuKu = <Kombiniert Mutterkühe> Typ 52; KoVered = <Kombiniert Veredelung> Typ 53; KoAndMi = <Kombiniert Andere/Verkehrsmilch> Typ 55; diverse = übrige Betriebstypen, Typ 99. Landbauform: ÖLN: ökologischer Leistungsnachweis, BIO = Biologischer Landbau.

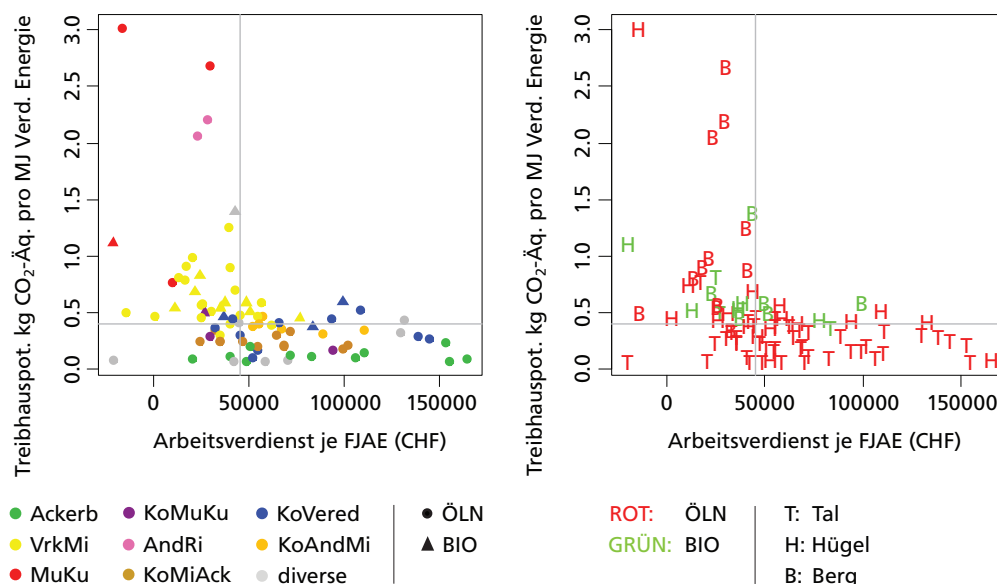


Abbildung 46: Zusammenhang Treibhauspotenzial pro VE und Arbeitsverdienst je Familienarbeitskraft. Aufteilung der Quadranten durch die Mediane der entsprechenden Parameter. Links: Die Betriebe werden unterschieden nach Betriebstypen (Farben) und Landbauform (Symbole). Rechts: Die Betriebe werden unterschieden nach Landbauform (Farben) und Region (Symbole). Betriebstypen: Ackerb = <Ackerbau> Typ 11; VrkMi = <Verkehrsmilch> Typ 21; MuKu = <Mutterkühe> Typ 22; AndRi = <Anderes Rindvieh> Typ 23; KoMiAck = <Kombiniert Verkehrsmilch/Ackerbau> Typ 51; KoMuKu = <Kombiniert Mutterkühe> Typ 52; KoVered = <Kombiniert Veredelung> Typ 53; KoAndMi = <Kombiniert Andere/Verkehrsmilch> Typ 55; diverse = übrige Betriebstypen, Typ 99. Landbauform: ÖLN: ökologischer Leistungsnachweis, BIO = Biologischer Landbau.

Da pro Flächeneinheit mit der Erzeugung von pflanzlichen Nahrungsmitteln mehr für den Menschen verdauliche Energie produziert wird, als mit der Erzeugung von tierischen Produkten, waren die Umweltwirkungen pro verdauliche Energie bei Ackerbaubetrieben niedriger, als bei Betrieben die Milch und/oder Fleisch produzierten. Die Betriebstypen «Ackerbau» und «Kombiniert Verkehrsmilch/Ackerbau» befanden sich daher zum grossen Teil in der Gruppe ökologisch und ökonomisch günstig. Die Betriebstypen «Verkehrsmilch», «Anderes Rindvieh» und «Mutterkühe» waren dagegen in der Gruppe ökonomisch und ökologisch ungünstig. Die Betriebe vom Typ «Kombiniert Veredelung» liegen bezüglich Ökologie im Mittelfeld.

In der Gruppe ökonomisch und ökologisch günstig befanden sich fast nur Talbetriebe mit der Landbauform ÖLN. Die meisten Bergbetriebe sowie die meisten Biobetriebe waren in der Gruppe ökonomisch und ökologisch ungünstig. Dies liegt daran, dass diese Betriebe eher Milch und Fleisch produzierten und daher weniger effizient verdauliche Energie erzeugten.

Übersicht über die verschiedenen funktionellen Einheiten:

Die Betriebstypen (Auswahl) konnten folgendermassen charakterisiert werden:

- Betriebstyp Verkehrsmilch:
 - ökonomisch: tiefer Arbeitsverdienst je Familienarbeitskraft
 - ökologisch variabel bis ungünstig, beim Schadstoffmanagement teilweise günstig
- Betriebstypen Mutterkühe und Anderes Rindvieh:
 - ökonomisch: tiefer Arbeitsverdienst je Familienarbeitskraft
 - ökologisch pro LN eher günstig, pro VE ungünstig
- Betriebstyp Kombiniert Veredelung
 - ökonomisch: hoher Arbeitsverdienst je Familienarbeitskraft
 - ökologisch mittel bis ungünstig für alle funktionellen Einheiten
- Betriebstyp Ackerbau
 - ökonomisch: hoher Arbeitsverdienst je Familienarbeitskraft
 - ökologisch günstig bei Managementachse Ressourcen, variabel bei anderen Umweltwirkungen

Die Analyse der Gesamtstichprobe konnte die Stärken und Schwächen der verschiedenen Betriebstypen aufzeigen. Hierbei muss beachtet werden, dass die Daten nicht repräsentativ für die Schweizer Landwirtschaft sind. Zudem wurden nicht alle relevanten Umweltwirkungen berücksichtigt. Eine weitere wichtige Umweltwirkung wäre zum Beispiel die Biodiversität. Auch wurden weitere Funktionen der Landwirtschaft wie beispielsweise Dienstleistungen an die Gesellschaft oder die Landschaftspflege nicht berücksichtigt.

Dennoch konnten Tendenzen aufgezeigt werden und die aufgezeigten Schwachpunkte der Betriebstypen können Ansatzpunkte bieten, um innerhalb der einzelnen Betriebstypen zu optimieren. Die grosse Variabilität innerhalb der Betriebstypen deutet auf ein vorhandenes Optimierungspotenzial hin.

3.3.6 Analyse des Betriebstyps Verkehrsmilch

Im Folgenden soll am Beispiel des Betriebstyps Verkehrsmilch gezeigt werden, wie die Variabilität innerhalb eines Betriebstyps genutzt werden kann, um Optimierungspotenzial aufzuzeigen. Die Unterschiede zwischen Betrieben des gleichen Betriebstyps wurden untersucht, um die Einflussfaktoren auf den ökonomischen bzw. ökologischen Erfolg der Betriebe herauszufinden. Hierbei wurden alle drei funktionellen Einheiten und die drei Managementachsen mit einbezogen. Der Betriebstyp Verkehrsmilch wurde gewählt, da hier am meisten Betriebe vorhanden sind und Milch ein wichtiges Produkt der Schweizer Landwirtschaft ist.

3.3.6.1 Übersicht über die verwendeten Verkehrsmilchbetriebe

Tabelle 22 gibt einen Überblick über die wichtigsten Kennzahlen der untersuchten Betriebe. Es wurden die Verkehrsmilchbetriebe aus dem Jahr 2008 verwendet, wobei die Betriebe mit einem Anteil von Wald und Paralandwirtschaft an der Rohleistung ZA-BH von über 20 % ausgeschlossen wurden.

Tabelle 22: Übersicht über die Verkehrsmilchbetriebe aus ZA-ÖB für das Jahr 2008 (Mittelwerte)

	2008
Anzahl Betriebe	28
LN (ha)	23
Verkaufte Milchmenge (kg/Jahr)	107 000
Anzahl Milchkühe	18
Arbeitskräfte	1,8
Familienarbeitskräfte	1,3
Rohleistung ZA-ÖB (CHF)	193 000

3.3.6.2 Ergebnisse

In Abbildung 47 ist der Zusammenhang zwischen dem Arbeitsverdienst je Familienarbeitskraft und den Umweltwirkungen Treibhauspotenzial, Eutrophierungspotenzial und Terrestrische Ökotoxizität gezeigt, welche die drei Management-Achsen (Ressourcen-, Nährstoff- und Schadstoff-Management) repräsentieren. Die Umweltwirkun-

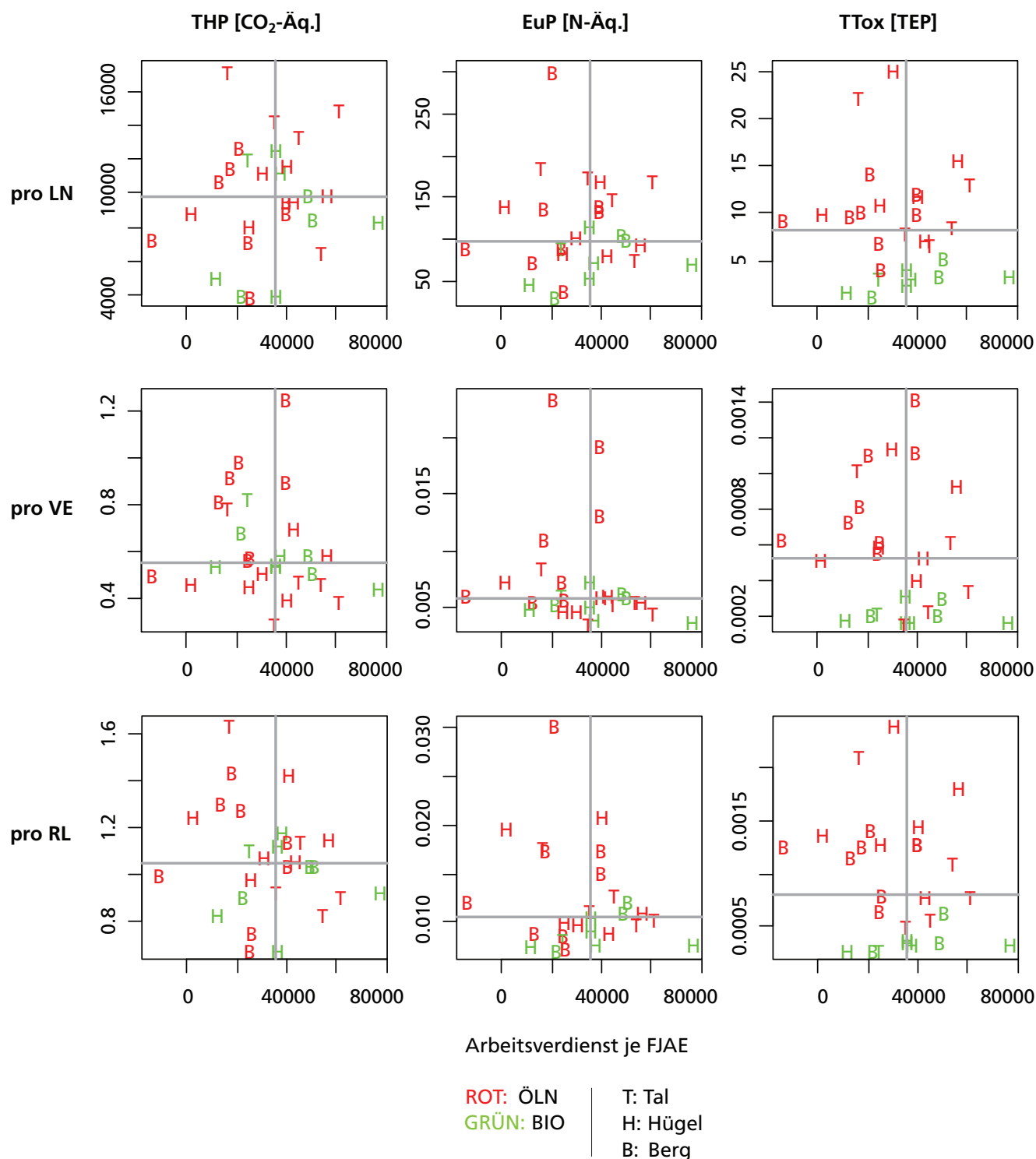


Abbildung 47: Zusammenhang der Umweltwirkungen Treibhauspotenzial (THP), Eutrophierungspotenzial (EuP) und Terrestrische Ökotoxizität (TTox) mit dem Arbeitsverdienst je Familienarbeitskraft für die Betriebe vom Typ «Verkehrsmilch». Die Umweltwirkungen sind jeweils auf die drei funktionellen Einheiten ha LN, MJ VE und CHF RL bezogen dargestellt. Aufteilung der Quadranten durch die Mediane der entsprechenden Parameter. Die Betriebe werden unterschieden nach Landbauform und Region. Landbauform: ÖLN: ökologischer Leistungsnachweis, BIO = Biologischer Landbau.

gen wurden jeweils auf die drei funktionellen Einheiten ha Landwirtschaftliche Nutzfläche (ha), verdauliche Energie (MJ) und CHF Rohleistung (CHF) bezogen.

Es gab eine grosse Variabilität beim Arbeitsverdienst sowie bei den Umweltwirkungen innerhalb des Betriebstyps Verkehrsmilch. Für alle Umweltwirkungen und alle funktionellen Einheiten verteilten sich die Betriebe ungefähr gleichmässig auf die vier Gruppen.

Tabelle 23: Zugehörigkeit der Verkehrsmilchbetriebe zu den vier Gruppen (Aufteilung durch die Mediane der entsprechenden Parameter) für alle untersuchten Umweltwirkungen und funktionellen Einheiten. Grün: «günstig», rot: «ungünstig»

Betrieb	Arb.Verd.	THP/LN	EuP/LN	TTox/LN	THP/RL	EuP/RL	TTox/RL	THP / VE	EuP / VE	Tox / VE
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										
21										
22										
23										
24										
25										
26										
27										
28										

Bio-Betriebe schnitten beim Eutrophierungspotenzial und bei der Terrestrischen Ökotoxizität für alle funktionellen Gruppen besser ab als ÖLN Betriebe. Beim Treibhauspotenzial gab es keinen Unterschied zwischen Bio- und ÖLN-Betrieben. Auch bezüglich des Arbeitsverdienstes je Familienarbeitskraft gab es keinen Unterschied zwischen Bio- und ÖLN-Betrieben. Die Betriebe der verschiedenen Höhenstufen waren gleichmässig auf die vier Gruppen verteilt.

Abbildung 47 zeigt, dass es für jede Umweltwirkung und für alle funktionellen Einheiten eine grosse Variabilität und somit Optimierungspotenzial gab. Als nächstes wurde untersucht, ob die verschiedenen Umweltwirkungen und die verschiedenen funktionellen Einheiten gleichzeitig optimiert werden können, oder ob die Optimierung einer Umweltwirkung für eine funktionelle Einheit auf Kosten einer Verschlechterung einer anderen erfolgt. In Tabelle 23 ist die Gruppenzugehörigkeit aller Betriebe für alle Umweltwirkungen und alle funktionellen Einheiten dargestellt:

Es zeigte sich eine grosse Heterogenität bei der Gruppenzugehörigkeit für die verschiedenen Umweltwirkungen und funktionellen Einheiten. Es gab nur einen Betrieb, der sowohl ökonomisch also auch ökologisch für alle drei Umweltwirkungen und alle drei funktionellen Einheiten günstig war und drei Betriebe, die in allen Kategorien ungünstig waren. Bei den übrigen Betrieben änderte sich

je nach Umweltwirkung resp. funktioneller Einheit die Gruppenzugehörigkeit.

Das deutet darauf hin, dass es schwierig aber nicht unmöglich ist, über alle funktionellen Einheiten und Umweltwirkungen gleichzeitig ein gutes Ergebnis zu erzielen.

3.3.6.3 Fallstudien: Vergleich der Betriebe die überall «günstig» und überall «ungünstig» sind.

Im Folgenden wird der Betrieb, der in allen Kategorien in der «günstigen» Gruppe war, mit den Betrieben, die überall in der «ungünstigen» Gruppe waren, verglichen.

Tabelle 24 zeigt die Unterschiede wichtiger Kennzahlen. Der Betrieb, der überall günstig war, ist ein Bio-Betrieb in der Hügeregion. Die Betriebe, die überall ungünstig waren sind ÖLN-Betriebe und liegen in der Berg- oder Talregion.

Der Betrieb, der überall günstig war, ist grösser als die Betriebe, die überall ungünstig waren. Er hatte eine höhere LN, eine höhere Anzahl Milchkühe und verkaufte mehr Milch (kg/Jahr). Bei weiteren Kennzahlen wie zum Beispiel bei der Milchleistung zeigten sich keine Unterschiede zwischen den Betrieben.

Ein ähnliches Ergebnis zeigte sich in Kapitel 3.1.

Tabelle 24: Vergleich des Betriebs, der in allen Kategorien «günstig» war, mit den Betrieben, die in allen Kategorien «ungünstig» waren.

	überall günstig	überall ungünstig
Anzahl Betriebe	1	3
Landbauform	Bio	alle ÖLN
Region	1 Hügel	2 Berg, 1 Tal
LN (ha)	23	13
VE (MJ)	430 000	201 000
Verkaufte Milchmenge (kg/Jahr)	140 000	62 000
Anzahl Milchkühe	24	10
Arbeitskräfte	2	1.2

Um die Unterschiede bei den Umweltwirkungen genauer zu betrachten, sind in Abbildung 48 das Treibhauspotenzial, das Eutrophierungspotenzial und die Terrestrische Ökotoxizität pro MJ VE für die zwei Gruppen dargestellt. Die Abbildung zeigt auch die Anteile der verschiedenen Inputgruppen (siehe Kapitel 2.2.3.1) der Umweltwirkungen.

Beim Treibhauspotenzial zeigten sich deutliche Unterschiede zwischen dem günstigen und den ungünstigen Betrieben. Die grössten Unterschiede bestanden bei den Inputgruppen «Zukauf Tiere» und «Zukauf Futtermittel», wo die drei ungünstigen Betriebe um ein vielfaches höher lagen als der günstige. Auch bei den Energieträgern und bei der Infrastruktur lagen die ungünstigen Betriebe etwas höher. Keinen Unterschied gab es hingegen bei den Tieremissionen, die bei allen Betrieben einen hohen Anteil am Treibhauspotenzial ausmachten. Auffallend waren auch die grossen Unterschiede innerhalb der ungünstigen Gruppe. Bei einem Betrieb machten die Tierzukäufe einen grossen Anteil am Treibhauspotenzial aus, während die Futtermittel eher unwichtig waren, bei einem anderen Betrieb war es genau umgekehrt. Es sind verschiedene Gründe für die grossen Unterschiede beim Zukauf von Tieren und Futtermitteln denkbar, beispielsweise eine Aufstockung des Tierbestandes oder der Zukauf von Futtermitteln auf Vorrat. Die Gründe sind möglicherweise für jeden Betrieb anders und können nur im Rahmen von einzelbetrieblichen Analysen abgeklärt werden.

Beim Eutrophierungspotenzial waren die Unterschiede zwischen den zwei Gruppen und auch zwischen den einzelnen Betrieben noch grösser als beim Treibhauspotenzial. Die grössten Unterschiede lagen hier bei den Inputgruppen «Düngung/Nährstoffe», «Zukauf Tiere» und «Zukauf Futtermittel». Auch hier waren die Unterschiede

zwischen den ungünstigen Betrieben gross. Während bei einem Betrieb die Inputgruppe «Düngung/Nährstoffe» ausschlaggebend war, waren bei den anderen zwei Betrieben vor allem höhere Tierzukäufe für das hohe Eutrophierungspotenzial verantwortlich. Die Gründe für hohe Werte bei «Düngung/Nährstoffe» sind nicht einfach zu ermitteln, sie könnten beispielsweise bei der Menge und Art der angebauten Futtermittel, der Art der Düngemittel oder der Ausbringungstechnik liegen. Um hier die Ursachen für die Unterschiede zu ermitteln, sind einzelbetriebliche Analysen nötig.

Bei der Terrestrischen Ökotoxizität, waren die grossen Unterschiede zwischen den Betrieben durch die Unterschiede bei den Inputgruppen «Zukauf Tiere», «Zukauf Futtermittel» und «PSM» (Pflanzenschutzmittel) begründet. Die Ursachen für die Unterschiede bei «PSM» könnten zum Beispiel bei der Art und Menge der angebauten Futtermittel oder bei der Art und Menge der verwendeten Pestizide liegen. Auch hier können die Gründe nur durch eine Betrachtung jedes einzelnen Betriebs ermittelt werden.

Es zeigte sich, dass die Unterschiede zwischen den drei ungünstigen Betrieben bei allen untersuchten Umweltwirkungen sehr gross waren. Die Gründe für die hohen Umweltwirkungen sind möglicherweise für jeden Betrieb anders. Für eine Optimierung sind daher einzelbetriebliche Analysen notwendig.

3.3.7 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Bei der Analyse der Zusammenhänge zwischen ökonomischem und ökologischem Erfolg der landwirtschaftlichen Betriebe sind die Wahl der ökonomischen und ökologischen Merkmale sowie die Wahl der Bezugsgrössen entscheidend. Die Ergebnisse hängen stark von den gewählten Merkmalen und Bezugsgrössen ab. Um ein möglichst umfangreiches Bild zu bekommen, wurden hier verschiedene Merkmale und Bezugsgrössen betrachtet.

Es zeigte sich ein positiver Zusammenhang zwischen der Rohleistung (Rohleistung ZA-ÖB) und den Umweltwirkungen Energiebedarf, Treibhauspotenzial und Eutrophierungspotenzial. Eine höhere Rohleistung pro ha LN war mit höheren Umweltwirkungen pro ha LN verbunden. Für die Umweltwirkung Terrestrische Ökotoxizität war dieser Zusammenhang schwächer.

Mit dem Arbeitsverdienst je Familienarbeitskraft als ökonomische Kennzahl gab es keinen Zusammenhang und somit keinen Zielkonflikt (Trade-off) zwischen Ökonomie und Ökologie. Die Betriebe verteilten sich auf die vier Gruppen ökonomisch und ökologisch jeweils günstig und ungünstig.

Es zeigt sich eine grosse Variabilität sowohl beim Arbeitsverdienst je Familienarbeitskraft als auch bei den Umwelt-

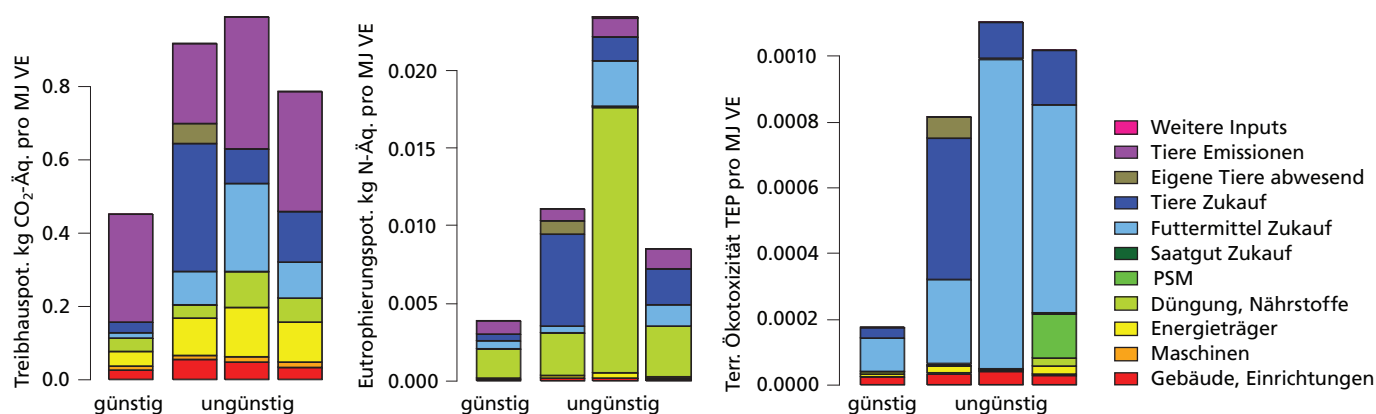


Abbildung 48: Umweltwirkungen pro MJ verdauliche Energie (VE): Vergleich des Betriebs der in allen Kategorien «günstig» war mit den Betrieben die in allen Kategorien «ungünstig» waren.

wirkungen. Alle Kombinationen ökologisch/ökonomisch-günstig/ungünstig wurden beobachtet. Es gab Betriebe, die ökologisch gut abschnitten, und gleichzeitig ökonomisch erfolgreich waren. Aber auch das Gegenteil kam vor.

Die Verteilung der Betriebe auf die vier Gruppen war abhängig von der funktionellen Einheit. Es ist daher sinnvoll, alle drei funktionellen Einheiten anzuschauen oder die funktionelle Einheit je nach Fragestellung gezielt auszuwählen.

Bei der Verteilung auf die vier Gruppen gab es deutliche Unterschiede zwischen den Betriebstypen.

Es gab jedoch auch grosse Unterschiede innerhalb der einzelnen Betriebstypen. Eine Analyse der Unterschiede innerhalb eines Betriebstyps kann das Optimierungspotenzial zeigen, das die einzelnen Betriebe haben, um ihren ökonomischen und ökologischen Erfolg zu verbessern. Dies wurde anhand des Betriebstyps Verkehrsmilch gezeigt. Hierbei zeigte sich eine grosse Variabilität der Einflussfaktoren. Zur Optimierung sind daher einzelbetriebliche Analysen nötig.

3.3.8 Literatur

- Hausheer Schnider J. & Roesch A., 2009. Zentrale Auswertung von Buchhaltungsdaten, Grundlagenbericht 2008, Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART Tänikon.
- Meier B., 2000. Neue Methodik für die Zentrale Auswertung der FAT. Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART (ehemals Agroscope FAT). www.agroscope.admin.ch/zentrale-auswertung unter Publikationen, Methodische Grundlagen.
- Nemecek T., Huguenin-Elie O., Dubois D. & Gaillard G., 2005. Ökobilanzierung von Anbausystemen im Schweizerischen Acker- und Futterbau. Schriftenreihe der FAL 58, Agroscope FAL Reckenholz, Zürich, Schweiz. 156 Seiten.
- Nemecek Th., Freiermuth Knuchel R., Alig M. & Gaillard G., 2010. The advantages of generic LCA tools for agriculture: examples SALCAcrop and SALCAfarm. Proceedings of the 7th Int. conference on life cycle assessment in the agri-food sector, Bari, Italy. 22–24 September 2010, pp. 433–438.
- Rossier D. & Gaillard G., 2004. Ökobilanzierung des Landwirtschaftsbetriebs. Methode und Anwendung in 50 Landwirtschaftsbetrieben. Schriftenreihe der FAL 53. Agroscope FAL Reckenholz, Zürich, Schweiz, 142 Seiten.

3.4 Ökoeffizienz-Analyse von Rindviehhaltungsbetrieben in der Bergregion

Dunja Dux, Pierrick Jan und Elisabeth Rötheli
Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART

3.4.1 Einleitung

Das Schlagwort «nachhaltige Entwicklung» hat auch in der Landwirtschaft eine wichtige Bedeutung. Landwirtschaftsbetriebe leben und arbeiten mit und von der Natur. Begriffe wie «nachhaltige Produktion», «Kreislaufwirtschaft», «generationenübergreifendes Denken», «Ressourcenschonung», «Artenvielfalt» und Ähnliches sind deshalb für Landwirtinnen und Landwirte keine Fremdwörter. In der Betriebsführung spielen sowohl wirtschaftliche wie auch ökologische Gesichtspunkte eine wichtige Rolle bei der Ausrichtung des Betriebs. Weil die beiden Bereiche Ökologie und Ökonomie häufig separat betrachtet und verändert werden, kann dies dazu führen, dass sich der Betrieb in einem Bereich verbessert, in einem andern Bereich allenfalls verschlechtert.

Mit den vorliegenden, verknüpfbaren Datensätzen der Ökobilanzen und der Buchhaltungen eröffneten sich neue Analysemöglichkeiten im Bereich ökologisch-ökonomischer Nachhaltigkeit. Bis zu diesem Zeitpunkt stand keine vergleichbare Datenbasis an Ökobilanzresultaten auf gesamtbetrieblicher Ebene zur Verfügung. Auch eine Verknüpfung mit einer Vielzahl an ökonomischen und technischen Kennzahlen der Betriebe war neu.

Ziel der nachfolgenden Analyse war es, aus einer Gruppe von ähnlichen Betrieben abzuleiten, was eine gute Betriebsführung aus umweltökonomischer Sicht ausmacht. Es ging darum, eine geeignete Methode zu entwickeln, welche die beiden Komponenten gleichberechtigt einbezieht und die Hintergründe der Datensätze (siehe Kapitel 3.4.2) berücksichtigte. Diese Methode wurde dann am Beispiel von Betrieben der Bergregion mit bedeutendem Anteil an Rindvieh angewendet.

2007 halten gemäss eidgenössischer Betriebszählung (BFS, 2008) 80 % (13 939 Stück) der Betriebe in der Bergregion Tiere der Rindergattung. Von den Betrieben mit betriebswirtschaftlicher Ausrichtung Weideviehhaltung sind 85 % (12 511 Stück) rindviehhaltend. Die Haltung von Tieren der Rindergattung (Milchvieh, Rindviehzucht und -mast) trägt mit ihrer landwirtschaftlichen Produktion als Koppelprodukt bedeutend zur Pflege der Landschaft bei. Werden Mähwiesen oder Weiden nicht mehr genutzt, strebt die Vegetation unterhalb der Waldgrenze wieder einer Waldgesellschaft zu, die dem Standort angepasst ist. Aufgegebenes Grünland verändert das Landschaftsbild und schmälert die Biodiversität (Zoller und Bischof, 1980). Um diese Entwicklung zu bremsen, ist es aus wirtschaftlicher Sicht wichtig, effiziente Möglichkeiten zur Betriebsführung aufzuzeigen (Dux et al., 2009). Und damit neben dem Erhalt der Landschaft und Biodiversität der Schutz der Umwelt nicht zu kurz kommt, gilt es, die ökologisch-ökonomische Nachhaltigkeit zu berücksichtigen.

Anhand der vorhandenen Datensätze von Rindviehhaltungsbetrieben in der Bergregion wurde analysiert, was umweltökonomisch gute Betriebe von nicht oder nur einseitig optimierten Betrieben unterscheidet. Da es sich um eine relativ kleine Stichprobe handelte, waren in diesem ersten Schritt auch Auswertungen auf Ebene einer Fallstudie möglich, was hilfreiche Erkenntnisse für die Auswertungen von grösseren Gruppen liefern kann.

In der Literatur sind kaum entsprechende Auswertungen für Landwirtschaftsbetriebe zu finden. Eine erste Untersuchung für die Schweiz in dieser Richtung wurde von Jan et al. (2010) durchgeführt. Auf der Basis der Buchhaltungsdaten der Zentralen Auswertung wurden für eine Gruppe von 480 Milchviehbetrieben der Bergregion der Energieverbrauch und die eingesetzte Menge an Stickstoff quantifiziert, wobei beide Grössen anhand von Buchhaltungsdaten berechnet wurden. Anschliessend wurde die Effizienz dieser Betriebe beim Einsatz ihrer ökonomischen und ökologischen Ressourcen analysiert. Dabei wurde klar, dass ohne präzise Umweltdaten solche Analysen mit erheblichem Aufwand verbunden sind und gleichzeitig eine grosse Ungenauigkeit bestehen würde.

3.4.2 Material

3.4.2.1 Datengrundlage

Als Daten lagen einerseits die ökologischen Daten aus dem Projekt ZA-ÖB vor. Sie beinhalteten technische Merkmale und Resultate der Ökobilanz von gut 100 Landwirtschaftsbetrieben auf Ebene Sachbilanz und Wirkungsabschätzung. Die wichtigsten Resultate waren aufgeteilt in Produktgruppen (siehe Kapitel 2.2.3.2) und Inputgruppen (siehe Kapitel 2.2.3.1). Material und Methoden zur Datenerfassung und Berechnung der Ökobilanzen sind in Kapitel 2 beschrieben.

Da es für die Teilnahme im Projekt ZA-ÖB eine Bedingung war, dass die Betriebe die Buchhaltungsdaten an die Zentrale Auswertung von Buchhaltungsdaten (ZA-BH) liefern (Anhang 5.3), standen von allen Betrieben mehrere tausend wirtschaftliche und technische Merkmale sowie Strukturdaten zur Verfügung. Grundlagen zur Datenerfassung und Auswertung der wirtschaftlichen Daten sind auf der Homepage der Zentralen Auswertung (Agroscope, 2010) verfügbar.

Die Datensätze überschneiden sich in dem Bereich, der für die Plausibilisierung der Ökobilanzdaten anhand der Buchhaltungsdaten notwendig war (siehe Abbildung 49). Für umweltökonomische Auswertungen standen grundsätzlich beide Datenbanken zur Verfügung. Die unterschiedlichen Systemgrenzen (Kapitel 3.4.2.2) schränkten die Auswahl der Buchhaltungskennzahlen ein.

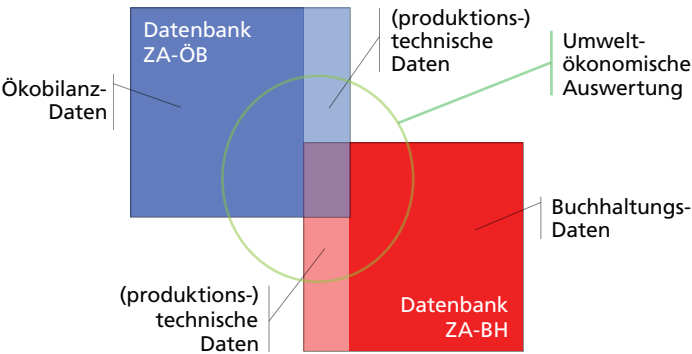


Abbildung 49: Darstellung der Datenbanken ZA-ÖB und ZA-BH mit deren Gemeinsamkeiten und Unterschieden.

3.4.2.2 Systemgrenzen

Die räumlichen Systemgrenzen der Ökobilanz- und Buchhaltungsdaten unterscheiden sich in gewissen Punkten. Die für diese Untersuchung (Tierhaltungsbetriebe) relevanten Bereiche sind in Tabelle 25 aufgelistet. Die Systemgrenze der Ökobilanz ist in Kapitel 2.2.3 genau beschrieben. Über die Systemgrenzen der Buchhaltung gibt die Wegleitung der Zentralen Auswertung detailliert Auskunft (Hausheer Schnider, 2010). Je nach Kennzahl aus Erfolgs- und Mittelflussrechnung können die Systemgrenzen unterschiedlich definiert sein.

Aus der Sichtweise der Lebenszyklusanalyse («von der Wiege bis zur Bahre») unterscheidet sich die Erfolgsrechnung von der

Ökobilanz wegen der allgemeinen fehlenden Betrachtung des ganzen Lebenszyklus. Das Pendant zur Ökobilanz ist in der Ökonomie die Lebenszyklus-Kostenrechnung (Kloepffer, 2008). Dabei sind nur die negativen Zahlungsströme (Kosten) von Interesse, die Erlöse (Leistungen) werden vernachlässigt (www.wikipedia.de, 2010). Die Zentrale Auswertung von Buchhaltungsdaten enthält keine Lebenszyklus-Kostenrechnung.

Sollen Betriebskennzahlen aus Ökologie und Ökonomie auf Ebene Produktgruppe analysiert und verglichen werden, ist es nötig, alle Leistungen, Umweltwirkungen und Kosten auf die einzelnen Produktgruppen aufzuteilen. Die Methode der Ökobilanzierung erlaubt dies mithilfe von Allokationsfaktoren (Kapitel 2.2.5). Die Daten aus der ZA-Buchhaltung als Basis für die ökonomische Bewertung eines Betriebs (Finanzbuchhaltung ergänzt mit einer Teilkostenrechnung nach Hausheer Schnider, 2010) ermöglicht keine Zuteilung der fixen Kosten und einzelnen Rohleistungen auf die Produktgruppen. Ein Beispiel dafür sind die Abschreibungen des Traktors, der sowohl für den Ackerbau wie auch die Futterproduktion der Milchviehhaltung eingesetzt wird. Im Bereich Rohleistung betrifft es vor allem die Direktzahlungen, wie zum Beispiel die Flächenbeiträge, welche im Verlauf der Fruchtfolge verschiedenen Produktgruppen zugeordnet werden müssten.

Tabelle 25: Tätigkeitsbereiche, wo Unterschiede in den Systemgrenzen zwischen Ökobilanzen und Buchhaltungen bestehen.		
Tätigkeitsbereich	Ökobilanz	Buchhaltung
Paralandwirtschaft ¹⁾ :		Alles im Landwirtschaftsbetrieb enthalten
Arbeiten für Dritte, Lohnmast	Ausgeschlossen, enthalten	
Direktverkauf	Ausgeschlossen	
Agrotourismus, soziale Dienstleistungen	Ausgeschlossen	
Andere paralandwirtschaftl. Aktivitäten	Ausgeschlossen	
Gebäudevermietung (effektiv)	Ausgeschlossen	
Gebäudevermietung (kalkulatorisch)	Enthalten	
Erfolge aus Anlagen	Enthalten	
Andere ausserordentliche Erfolge	Ausgeschlossen	
Wald	Ausgeschlossen	Enthalten

¹⁾ Paralandwirtschaft (oder landwirtschaftliche Nebenaktivitäten) umfasst in der Buchhaltung Tätigkeiten, die normalerweise vom Vorhandensein eines landwirtschaftlichen Betriebes abhängen. So zum Beispiel Tätigkeiten, die nur auf einem Landwirtschaftsbetrieb oder durch den Betriebsleiter ausgeführt werden können oder Tätigkeiten, für die landwirtschaftliche Fahrzeuge benötigt werden. Auch nichtlandwirtschaftliche Tätigkeiten mit einem Umsatz kleiner als CHF 5000.– und die

Vermietung von betrieblichen Wohnungen/Liegenschaften sind darin enthalten. Die Kosten und Leistungen werden in diesen Fällen dem Landwirtschaftsbetriebe (also z. B. dem Betriebseinkommen, Arbeitsverdienst etc.) angerechnet. Entspricht der Arbeitsaufwand mindestens einer vollen Arbeitskraft oder übersteigt der Umsatz CHF 250 000.–, wird die Tätigkeit als nichtlandwirtschaftliche Aktivität bezeichnet und buchhalterisch nicht dem Landwirtschaftsbetrieb zugeordnet.

Die oben erläuterten Unterschiede in den Systemgrenzen von Ökobilanzen und Buchhaltungsdaten führt zu folgenden Einschränkungen, welche bei umweltökonomischen Auswertungen mit den vorliegenden Datensätzen zu beachten sind:

- Bei der Auswahl der ökonomischen Kennzahlen ist darauf Rücksicht zu nehmen, dass Teile des von der Buchhaltung definierten Landwirtschaftsbetriebs in der Ökobilanzierung nicht berücksichtigt sind. Es sind ökonomische Kennzahlen zu wählen, welche eine möglichst ähnliche Systemgrenze aufweisen, wie die Ökobilanz. Kennzahlen, welche das ausserlandwirtschaftliche Einkommen einbeziehen, sollten für umweltökonomische Auswertungen nicht verwendet werden (z.B. Gesamteinkommen, Cashflow)
- Soweit möglich sind die ökonomischen Kennzahlen an die Systemgrenze der Ökobilanz anzupassen (z.B. Rohleistung)
- Abweichungen der Systemgrenzen sind bei der Interpretation der Ergebnisse entsprechend zu berücksichtigen.
- Umweltökonomische Auswertungen auf Ebene Produktgruppe können mit dem aktuellen Wissensstand nicht ausgeführt werden (siehe Kapitel 3.4.6).

3.4.2.3 Auswahl der Betriebe

Für die nachfolgende Auswertung wurde auf das Erfassungsjahr 2007 fokussiert. Von Interesse waren die Rindviehhaltungsbetriebe in der Bergregion, da sie dort die am weitesten verbreitete Ausrichtung der Betriebe (siehe Kapitel 3.4.1) darstellen. Somit trägt die Rindviehhaltung auch am stärksten zur Offenhaltung der Flächen in der Bergregion bei. Die Haltung von Kleinwiederkäuern wie Schafe und Ziegen ist ebenfalls geeignet bezüglich Offenhaltung. Der Betriebstyp Pferde/Schafe/Ziegen war aber in der Stichprobe von ZA-ÖB nur schwach vertreten und liess aus statistischen Gründen keine Auswertungen zu.

Die Bergregion war analog zum Agrarbericht (BLW, 2009) definiert als Zusammenfassung der Bergzonen II bis IV. Die Rindviehhaltungsbetriebe wurden definiert als Betriebe, bei welchen die Summe der Rohleistungen der Produktgruppen Kuhmilch, Rindviehaufzucht und Rindviehmast 60 % oder mehr an der «Rohleistung Allokation ZA-ÖB» (Definition siehe Anhang 5.5) ausmachten.

Da in der Bergregion im Jahr 2007 gesamthaft 25 Betriebe zur Verfügung standen (siehe Kapitel 2.1.3), konnte davon ausgegangen werden, dass die Stichprobe der Rindviehhaltungsbetriebe bezüglich statistischer Auswertungsmöglichkeiten klein ausfallen würde und die Auswertungen den Charakter einer Fallstudie haben würden.

3.4.3 Methode

3.4.3.1 Übersicht zur angewandten Methode

Das Ziel war es, die Betriebe nach ihrer ökologischen und ökonomischen Leistung gesamtheitlich zu beurteilen. Die von BASF SE in Ludwigshafen (Kicherer *et al.*, 2007; Saling *et al.*, 2002) entwickelte Ökoeffizienz-Analyse verfolgt genau dieses Ziel. Auf der Basis dieses Ökoeffizienz-Ansatzes, der Einschränkungen und Möglichkeiten, welche die vorhandenen Datensätze boten sowie hausinterner Forschungserfahrungen, wurde eine eigene umweltökonomische Auswertungsmethode entwickelt. Dabei galt es, in den Bereichen Ökologie und Ökonomie die wichtigsten Kennzahlen auszuwählen und diese in ein Bewertungsschema zu integrieren. Das methodische Vorgehen sah folgendermassen aus:

1. Auswahl von je einer Kennzahl für Ökologie und Ökonomie auf Ebene Gesamtbetrieb
2. Normalisierung der Kennzahlen
3. Darstellung der Betriebe in x-y-Diagramm
4. Gruppenbildung
5. Vergleich der Gruppen

3.4.3.2 Auswahl und Aggregation der wichtigsten Kennzahlen

In einem ersten Schritt ging es darum, die Betriebe mit je einer Kennzahl für die Ökologie und die Ökonomie zu charakterisieren, damit diese Werte in einem x-y-Diagramm dargestellt werden konnten.

Ökologie

Nach Gaillard und Rossier (2004) können die Umweltwirkungen in drei Management-Achsen aufgeteilt werden (siehe auch Kapitel 2.2.7).

- **Ressourcen-Management:** Es umfasst die Umweltwirkungen Bedarf an nicht erneuerbaren Energiere Ressourcen (fossil und nuklear) kurz Energiebedarf (EB) genannt, Treibhauspotenzial, Ozonbildung und den P- und K-Ressourcenverbrauch. Als repräsentative Umweltwirkung wird der Energiebedarf gewählt, weil diese Kategorie sehr gut bekannt ist und Referenzwerte in der Literatur verfügbar sind.
- **Nährstoff-Management:** Es umfasst die Umweltwirkungen Eutrophierungspotenzial (EuP) und Versauerung. Als repräsentative Umweltwirkung wird das Eutrophierungspotenzial gewählt, weil sie sowohl N- als auch P-haltige Emissionen und Ammoniak berücksichtigt.
- **Schadstoff-Management:** Es umfasst die Umweltwirkungen Aquatische und Terrestrische Ökotoxizität (TTox) sowie die Humantoxizität. Als repräsentative Umweltwirkung wird die Terrestrische Ökotoxizität verwendet, weil diese die Umweltwirkung der Pestizide am besten abbilden kann.

Tabelle 26: Für den Vergleich der Gruppen einbezogene Kennzahlen.
JAE = Jahresarbeitseinheit; FJAE = Familienjahresarbeitseinheit.

Ökologie	Ökonomie ¹⁾	Strukturelle Daten
• 3 Umweltwirkungen pro Rohleistung ZA-ÖB und pro landwirtschaftliche Nutzfläche • 3 Umweltwirkungen der Produktgruppen pro «Rohleistung Allokation ZA-ÖB» • 3 Umweltwirkungen der Inputgruppen pro Rohleistung ZA-ÖB und pro landwirtschaftliche Nutzfläche	• Betriebseinkommen / JAE • Arbeitsverdienst / FJAE • Rohleistung (gesamt, Pflanzenbau, Tierhaltung, Paralandwirtschaft, Wald, Direktzahlungen) • Fremdkosten (total, Tierhaltung, Pflanzenbau, Strukturkosten, Abschreibungen)	• Betriebstyp FAT auf Stufe S4 • Landbauform (ÖLN, Bio) • Grösse (JAE) • Erwerbsform (Landwirtschaftliches Einkommen/Gesamteinkommen) • Schweinehaltung • Weide/Laufhof • Stallplätze • Landwirtschaftliche Fahrzeuge • Pflanzenschutzmittel • Futtermittelzufuhr • Anbauzone

¹⁾ Die Definitionen der ökonomischen Kennzahlen sind in Anhang 5.5 zu finden.

Die Betriebe mussten anhand der Kennzahl unabhängig von ihrer Grösse verglichen werden können. Die einzelnen Umweltwirkungen und somit auch die Umweltkennzahl sollten darum gemessen am Output dargestellt werden. Eine ideale Grösse für den Output stellt die Rohleistung ZA-ÖB dar. Der Quotient Umweltwirkung pro Rohleistung ZA-ÖB ist ein Intensitätsindikator (Maxime *et al.*, 2006) und kann mit der Ökoeffizienz verglichen werden. In der Literatur wird die Ökoeffizienz jedoch oft als die Inverse (wirtschaftlicher Wert eines Produktes geteilt durch die Umweltwirkung) dargestellt (Verfaillie und Bidwel, 2000). Die hier angewandte Definition von Ökoeffizienz stellt eine andere Perspektive dar und betont die ökologische Aussage mehr.

Da es sich bei drei Umweltwirkungen um Daten in sehr unterschiedlichen Grössenordnungen handelte, war es nötig, sie zu normalisieren. Dabei erhielt der beste Betrieb den Wert 1. Alle andern Betriebe wurden in Relation zu diesem Betrieb gesetzt. Diese Normalisierung wurde für jede Umweltwirkung pro Rohleistung separat durchgeführt.

Damit für die Umweltwirkung eine einzige Kennzahl zur Verfügung stand, wurde der Mittelwert der drei Umweltwirkungen gebildet. Die Umweltwirkungen wurden somit alle gleich gewichtet (je 1/3). Entsprechend nimmt man an, dass eine Schwäche in einem Bereich durch eine Stärke in einem andern Umweltbereich substituiert werden kann.

Ökonomie

Aufgrund der Definition der Systemgrenzen wurde als ökonomische Kennzahl eine Grösse aus der Erfolgsrechnung verwendet. Bei der Erfolgsrechnung werden, wie in der Ökobilanz, die Aufwände und Erträge der Produktion im betrachteten Jahr berücksichtigt. Im Gegensatz dazu werden in der Mittelflussrechnung die im betrachteten

Jahr getätigten Verkäufe und Einkäufe betrachtet. Kennzahlen aus der Mittelflussrechnung (z. B. Mittelfluss Landwirtschaft) sind daher für eine Kombination mit Ökobilanzresultaten weniger geeignet. Bei den Erfolgsgrössen standen aufgrund der Systemgrenze der Ökobilanz nur die Kennzahlen zur Auswahl, welche sich allein auf den Landwirtschaftsbetrieb konzentrieren. Wie die ökologische Kennzahl, wurde mit dem Arbeitsverdienst je Familienarbeitskraft (Definition siehe Anhang 5.5) auch eine Effizienzgrösse gewählt. Er misst die Effizienz des Einsatzes der ökonomischen Produktionsfaktoren.

Auch die ökonomische Kennzahl wurde analog zu den Umweltwirkungen normalisiert. Das heisst, der beste Betrieb erhielt den Wert 1. Alle andern Betriebe wurden in Relation zu diesem Betrieb gesetzt.

3.4.3.3 Gruppenbildung und Vergleich

Die beiden normalisierten Kennzahlen für die Ökoeffizienz und die ökonomische Effizienz wurden in einem zweidimensionalen (x-y)-Diagramm aufgetragen.

Die Gruppenbildung erfolgte von Auge anhand dieses x-y-Diagramms. Als Hilfsmittel wurden die zwei Medianwerte der ökologischen und ökonomischen Kennzahl eingezeichnet. Ziel war es, zwei bis vier Gruppen bilden zu können, welche sich in der ökologisch-ökonomischen Nachhaltigkeit unterschieden.

Die Gruppen wurden anhand einfacher statistischer Analysen verglichen. Daraus sollten Unterschiede und die jeweiligen positiven und negativen Aspekte der Gruppen aufgezeigt werden. Für die Vergleiche auf Ebene Gesamtbetrieb stand eine Vielzahl an Kennzahlen aus der Ökologie, der Buchhaltung und der Struktur der Betriebe zur Verfügung. Auf Ebene Produktgruppe konnte als wirtschaftli-

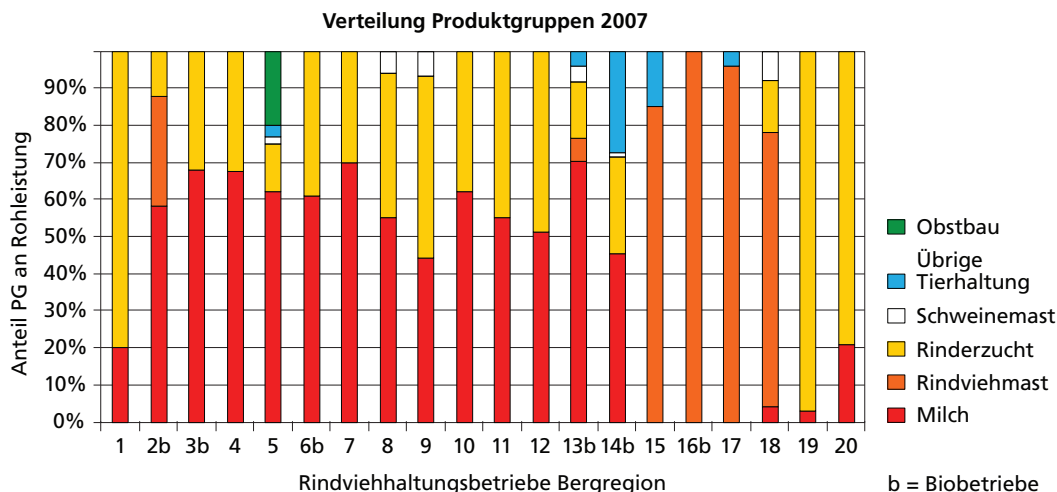


Abbildung 50: Anteil der Produktgruppen (PG) an der «Rohleistung Allokation ZA-ÖB».

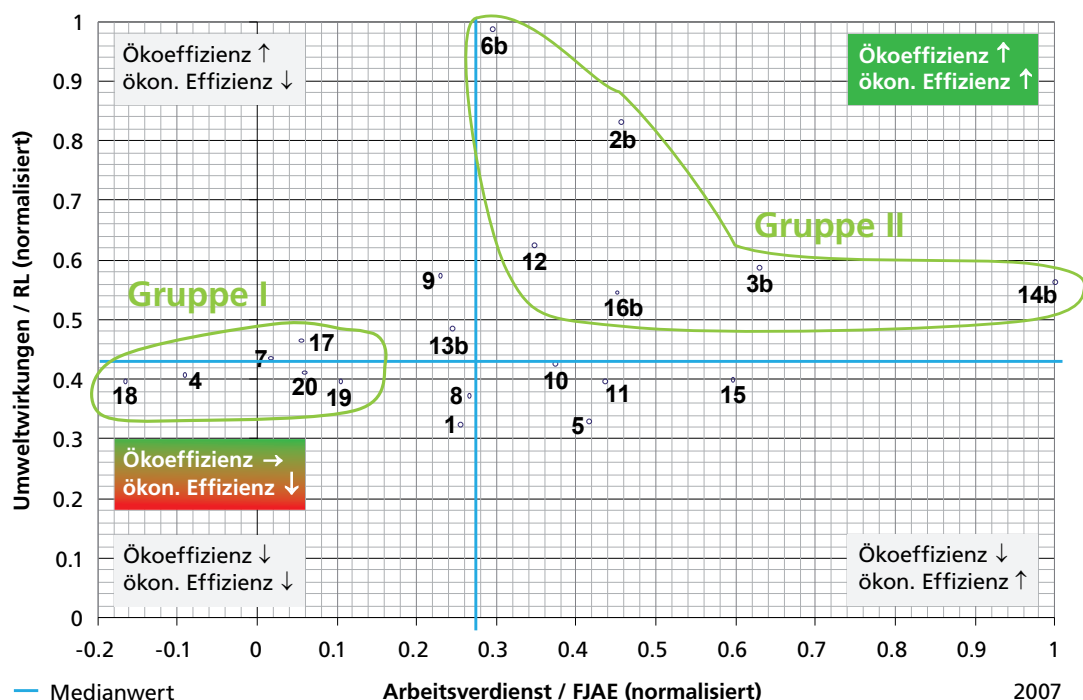


Abbildung 51: Normalisierte Umweltwirkungen pro Rohleistung ZA-ÖB (RL, Ökoeffizienz) versus normalisierter Arbeitsverdienst je Familienarbeitskraft (gemessen in Familienjahresarbeitseinheiten (FJAE), Ökonomische Effizienz). Die Nummern stellen die einzelnen Betriebe dar.

b = Biobetrieb. Blau = Medianwerte der entsprechenden Achse. Grün = Gruppenbildung in ökonomisch-ökologisch gut (Gruppe II) und ökologisch mittelmässig-ökonomisch schlecht (Gruppe I).

che Kennzahl nur die «Rohleistung Allokation ZA-ÖB» angewendet werden, weil sie die einzige Kennzahl war, bei der alles den einzelnen Produktgruppen zugeteilt werden konnte (siehe Anhang 5.5). Tabelle 26 listet die betrachteten Kennzahlen auf.

Bezüglich statistischer Auswertungen der Gruppenvergleiche kamen Streudiagramme, Median und Mittelwerte zum Einsatz. Mit Hilfe des Rangtests nach Mann-Whitney können die Mittelwerte zweier unabhängiger Stichproben, die nicht normalverteilt sind, verglichen und deren Signifikanz bestimmt werden (Lozán und Kausch, 2007).

Für die statistischen Auswertungen wurde die Software STATA (Version 10) verwendet.

3.4.4 Resultate

3.4.4.1 Ausgewählte Betriebe und Gruppenbildung

Die Produktionsschwerpunkte der gemäss Kapitel 3.4.2.3 definierten Rindviehhaltungsbetriebe in der Bergregion waren unterschiedlich stark auf die Rindviehhaltung ausgerichtet (Abbildung 50). Zwölf Betriebe konzentrierten sich ausschliesslich auf die Rindviehhaltung. Die andern

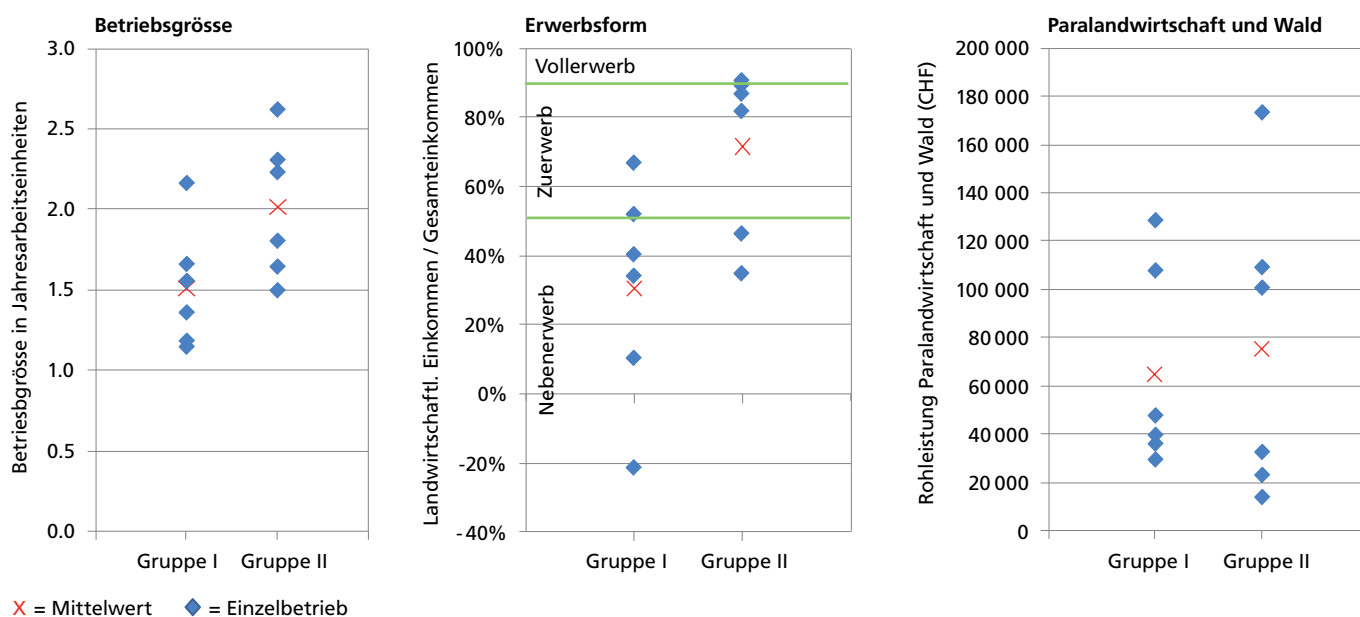


Abbildung 52: Verteilung der Werte der Einzelbetriebe und Mittelwert für drei strukturelle Kennzahlen (Betriebsgrösse in Jahresarbeitseinheiten, Erwerbsform, Rohleistung von Paralandwirtschaft und Wald) der zwei zu vergleichenden Gruppen.

acht Betriebe betrieben Schweinemast oder übrige Tierhaltung in eingeschränktem Ausmass mit weniger als 30 % Rohleistungsanteil. Ein einziger Betrieb baute Obst an. Die Betriebe liessen sich zu den FAT-Betriebstypen S4 (Anhang 5.2) Verkehrsmilch (21), Mutterkuhhaltung (22) oder Anderes Rindvieh (23) zuordnen.

In Abbildung 51 sind als Kennzahlen für die Gruppenbildung die ökologische und die ökonomische Effizienz in einem x-y-Diagramm aufgetragen (Kapitel 3.4.3.2, 3.4.3.3). Die Medianwerte unterteilten die Grafik in vier Quadranten. Mit hohen Werten sind gut wirtschaftende Betriebe dargestellt: So waren im Quadranten oben rechts die ökonomisch-ökologisch nachhaltigeren Betriebe und unten links jene mit geringerer ökologischer und ökonomischer Effizienz zu finden.

Der normalisierte Wert des Arbeitsverdienstes kann negativ sein, wenn der absolute Arbeitsverdienst je Familienarbeitskraft negativ ist. Dies ist möglich, wenn das landwirtschaftliche Einkommen negativ oder leicht positiv ist bei gleichzeitig höherem Zinsanspruch Eigenkapital Betrieb². Es fiel auf, dass die Betriebe bezüglich ihrer Wirtschaftlichkeit sehr breit gestreut waren: Reichte der normalisierte Arbeitsverdienst je Familienarbeitskraft doch von -0,2 bis 1. Auf der Umweltseite sah die Verteilung anders aus: Sehr viele Betriebe waren in der Nähe des Medianwertes. Unter 0,3 der normalisierten Umweltwirkung pro Rohleis-

tung lag kein Betrieb. Gegen oben reichten sie bis knapp 1. Das Maximum von 1 wurde nicht erreicht, da für die ökologische Kennzahl der Mittelwert aus drei Umweltwirkungen gebildet wurde und kein Betrieb in allen drei Umweltwirkungen den jeweils besten Wert auswies.

Für den Vergleich erfolgte die Bildung von zwei Gruppen gemäss zweier Kriterien: Die zwei Gruppen sollten sich hinsichtlich ihrer Lage im x-y-Diagramm deutlich unterscheiden und mindestens je sechs Betriebe umfassen. Die Gruppe I umfasste die Betriebe mit schlechter ökonomischer Effizienz und mittelmässiger Ökoeffizienz. Die Gruppe II bestand aus den Betrieben im Quadranten oben rechts mit den ökologisch-ökonomisch nachhaltigen Betrieben. Zwar konnten zwei Betriebe der beiden Gruppen in der Ökoeffizienz nahe beieinander liegen, aber sie unterschieden sich dann deutlich in der ökonomischen Effizienz (Beispiel: Betrieb 16b und 17).

Eine Cluster-Analyse nach Ward-Verfahren ergab eine ähnliche Gruppenbildung. Speziell die Gruppe I war bei vier, drei und zwei Clustern als eigenes Cluster abgebildet. Bei Gruppe II fielen die Betriebe 12 und 16b aus dem Cluster mit den ökologisch-ökonomisch nachhaltigen Betrieben heraus, wenn total drei Cluster gebildet wurden. Bei gesamthaft zwei Clustern nach Ward-Verfahren wurden die in Abbildung 51 nicht zugeteilten Betriebe dem besseren Cluster (Gruppe II) zugeteilt.

3.4.4.2 Vergleich der Gruppen

Für den Vergleich der zwei Gruppen wurde die Verteilung der in Kapitel 3.4.3.3 aufgezählten Kennzahlen betrachtet. Es gilt festzuhalten, dass es für Landwirtschaftsbe-

² Definition aus Hausheer-Schnider 2009b: Die Abgeltung für den dem Betrieb zugeordneten Anteil an Eigenkapital. Zur Berechnung wird der Durchschnittszinssatz der Bundesobligationen (Laufzeit 10 Jahre) des entsprechenden Jahres angewendet (siehe auch Artikel 5 der Verordnung über die Beurteilung der Nachhaltigkeit in der Landwirtschaft, SR 919.118).

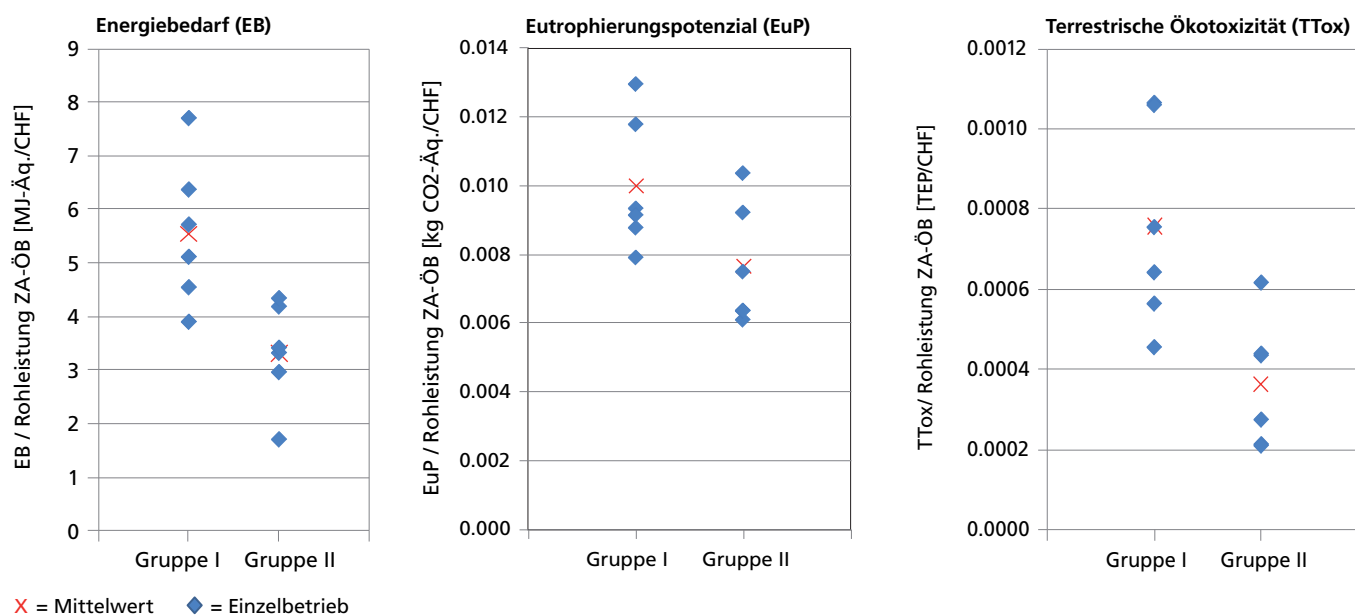


Abbildung 53: Verteilung der Werte der Einzelbetriebe und Mittelwert für drei Umweltwirkungen pro Rohleistung ZA-ÖB auf Ebene Gesamtbetrieb der zwei zu vergleichenden Gruppen.

etriebe in der Schweiz bis anhin mangels vorhandener Instrumente zur Messung der ökologisch-ökonomischen Effizienz schwierig war, sich in beiden Bereichen gemeinsam zu optimieren.

Betriebsstruktur

Die Gruppe I mit tiefer ökonomischer und mittelmässiger ökologischer Effizienz charakterisierte sich wie folgt (Abbildung 52, Tabelle 29):

- Verschiedene Betriebstypen (drei «Anderes Rindvieh», zwei Verkehrsmilch, ein Mutterkuhbetrieb)
- Landbauform nur ÖLN
- Betriebe schwach signifikant kleiner als Gruppe II (zwischen 1.14 und 2.16 Jahresarbeitseinheiten)
- Erwerbsform: Anteil landwirtschaftliches Einkommen an Gesamteinkommen stark signifikant tiefer. Das heisst die Gruppe beinhaltete nur Neben- und Zuerwerbsbetriebe.
- Paralandwirtschaft und Wald: kein signifikanter Unterschied zu Gruppe II

Die Gruppe II mit hoher ökonomischer und ökologischer Effizienz unterschied sich in den meisten Punkten deutlich von Gruppe I (Abbildung 52, Tabelle 29):

- Betriebstyp: überwiegend Verkehrsmilch (fünf Verkehrsmilch, ein Mutterkuhbetrieb)
- Landbauform: überwiegend Bio (fünf Bio, ein ÖLN)
- Betriebe schwach signifikant grösser (zwischen 1,5 und 2,62 Jahresarbeitseinheiten)
- Erwerbsform mehr Zu- und Vollerwerb: Anteil landwirtschaftliches Einkommen an Gesamteinkommen deutlich höher

- Paralandwirtschaft und Wald: kein signifikanter Unterschied zu Gruppe I

Ökologie

Beim Vergleich der beiden Gruppen bezüglich ökologischer Kennzahlen ist zu beachten, dass die Werte nicht normalisiert sind. Es handelt sich um absolute Werte für die Umweltwirkungen, bei welchen eine tiefe Umweltwirkung durch tiefe Werte gekennzeichnet ist. Da für die Gruppenbildung als ökologische Kennzahl die Umweltwirkung pro Rohleistung ZA-ÖB verwendet wurde, sollten beim Gruppenvergleich prioritär auch die einzelnen Umweltwirkungen pro Rohleistung ZA-ÖB analysiert werden. Bei der Verwendung der Rohleistung als Bezugsgrösse wurde die finanzielle Funktion der Landwirtschaft berücksichtigt. Dies entspricht der Zielsetzung, einen Produktionswert mit möglichst geringer Umweltwirkung zu erwirtschaften (Kapitel 2.2.4).

Die zwei Gruppen unterschieden sich auf Ebene Gesamtbetrieb signifikant in allen drei betrachteten Umweltwirkungen pro Rohleistung ZA-ÖB. Im Energiebedarf und in der Terrestrischen Ökotoxizität waren die Unterschiede stark signifikant, im Eutrophierungspotenzial schwach signifikant. Die Werte in Gruppe I waren höher, das heisst schlechter als in Gruppe II (Abbildung 53, Tabelle 29).

Um im ökologischen Bereich die Unterschiede der beiden Gruppen in den drei untersuchten Umweltwirkungen vertieft zu analysieren, war es zweckmässig die Umweltwirkungen der wichtigsten Inputgruppen darzustellen (Abbildung 54). In den folgenden Inputgruppen schnitt die Gruppe I in unterschiedlich starker Ausprägung schlechter ab als Gruppe II:

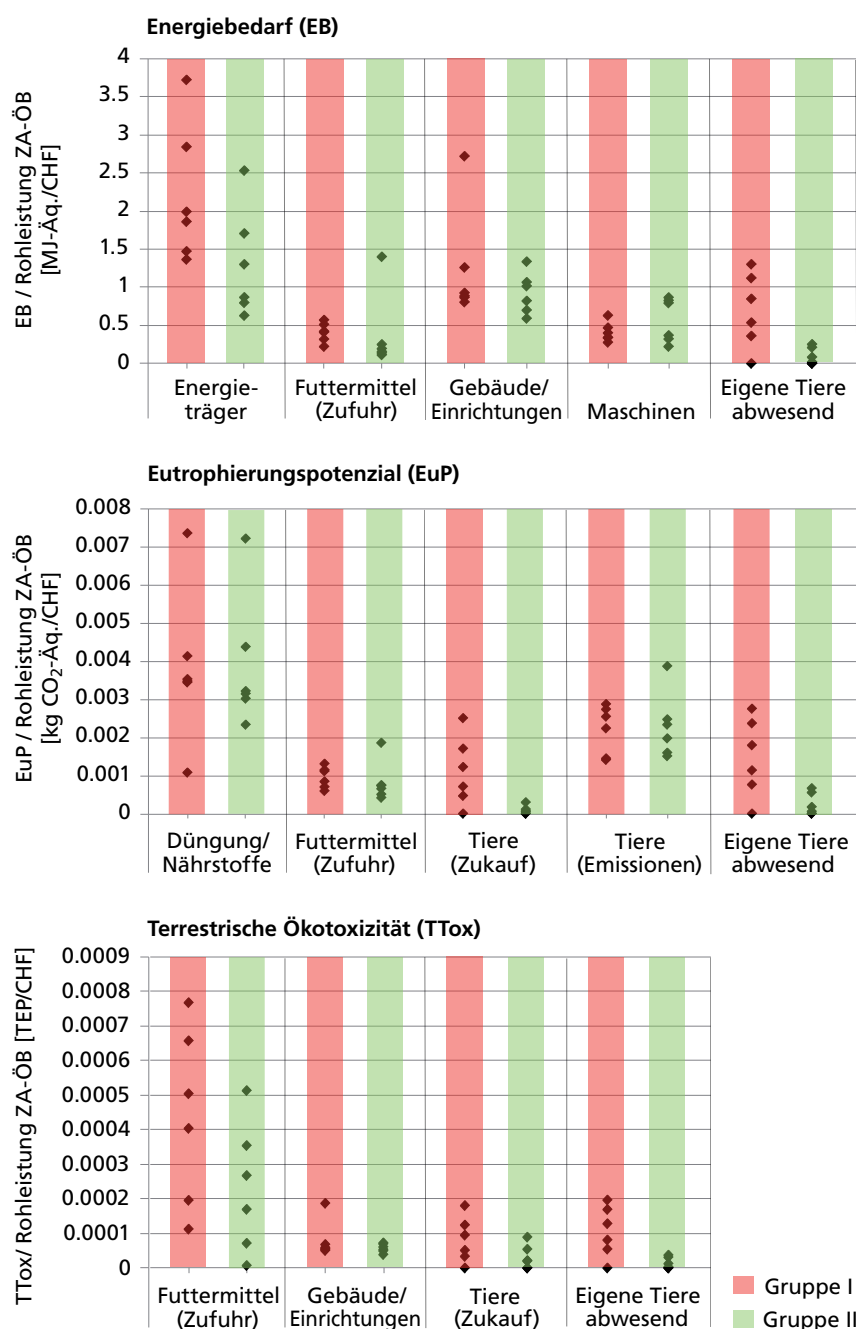


Abbildung 54: Verteilung der Werte für drei Umweltwirkungen pro Rohleistung ZA-ÖB auf Ebene Inputgruppen für die zwei zu vergleichenden Gruppen. Es sind jeweils nur die Inputgruppen dargestellt, welche mehr als 10 % zur Gesamt-Umweltwirkung beitragen.

- Energieträger in der Umweltwirkung Energiebedarf: schwach signifikant
- Eigene Tiere abwesend in allen drei Umweltwirkungen: stark signifikant
- Tiere (Zukauf) in der Umweltwirkung Eutrophierungspotenzial (stark signifikant)
- Futtermittel (Zukauf) in der Umweltwirkung Energiebedarf (schwach signifikant)

Damit die Funktion der Landbewirtschaftung als Bestandteil der Multifunktionalität der Landwirtschaft im Vordergrund stand, wurde als Bezugsgrösse die landwirtschaftliche Nutzfläche verwendet.

Die Verteilung der Betriebe in Gruppe I und II bezüglich der drei Umweltwirkungen pro landwirtschaftliche Nutzfläche auf gesamtbetrieblicher Ebene sah ähnlich aus, wie pro Rohleistung ZA-ÖB. Allerdings waren die Betriebe innerhalb der Gruppen etwas breiter gestreut, was auch in den Resultaten des Mann-Whitney-Tests sichtbar wurde (Tabelle 29). So waren die Unterschiede beim Energiebedarf und beim Eutrophierungspotenzial nicht signifikant, aber die Werte der Gruppe II trotzdem tendenziell tiefer als Gruppe I. Gruppe II schnitt bezüglich Terrestrischer Ökotoxizität pro landwirtschaftliche Nutzfläche sogar signifikant besser ab als pro Rohleistung ZA-ÖB.

Beim Vergleich der beiden Gruppen bezüglich relevanter Inputgruppen, sahen die Resultate des Mann-Whitney-Tests bis auf eine Ausnahme gleich aus wie bei der Bezugsgrösse Rohleistung ZA-ÖB (Abbildung 54): In der Inputgruppe Energieträger der Umweltwirkung Energiebedarf unterschieden sich die beiden Gruppen nicht signifikant voneinander. Auch hier war aber die gleiche Tendenz ersichtlich, wie wenn als Bezugsgrösse Rohleistung gewählt wurde.

In der Gruppe I waren die Umweltwirkungen pro Rohleistung der Produktgruppen tendenziell höher, was gleichbedeutend mit einer stärkeren Belastung der Umwelt war. Vor allem die Unterschiede bei der Produktgruppe Kuhmilch fielen auf. Sowohl im Energiebedarf wie auch beim Eutrophierungspotenzial unterschieden sich die Gruppen I und II stark signifikant. Bezüglich Eutrophierungspotenzial unterschieden sich die

Resultate der Gruppe I für die Produktgruppe Kuhmilch stark signifikant von jenen der Produktgruppe Rinderzucht, bei Gruppe II nicht. Bezogen auf den Energiebedarf war dieser Unterschied nicht signifikant (Abbildung 55, Tabelle 27, Tabelle 28).

Ökonomie

Im Bereich Ökonomie (Abbildung 56, Tabelle 29) unterschieden sich die beiden Gruppen erwartungsgemäss im

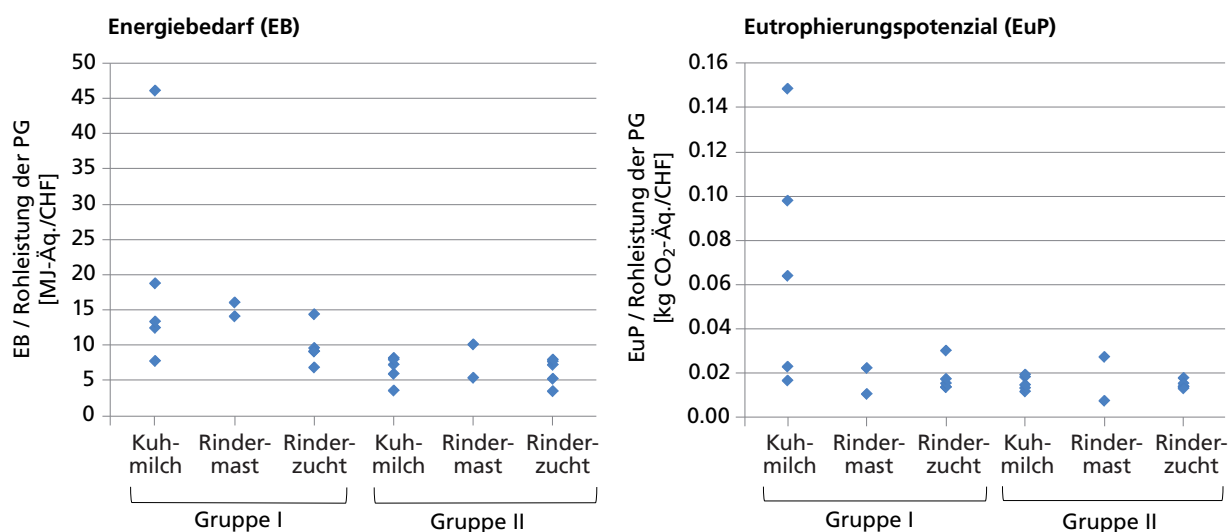


Abbildung 55: Verteilung der Werte der Einzelbetriebe für zwei Umweltwirkungen pro «Rohleistung Allokation ZA-ÖB» auf Ebene Produktgruppen (Kuhmilch, Rindviehmast, Rindviehzucht) für die zwei zu vergleichenden Gruppen.

Tabelle 27: Deskriptive Statistiken für den Vergleich der Umweltwirkung pro «Rohleistung Allokation ZA-ÖB» der Produktgruppe (PG) Kuhmilch der zwei Gruppen (Gr. I, Gr. II).

Der Mann-Whitney-Test überprüft, ob es zwischen den beiden Gruppen statistisch signifikante Unterschiede gibt (*= p<0,1; **= p<0,05; ***= p<0,01; n.s. = nicht signifikant).

	Mittelwert		Median		Mann-Whitney-Test	
	Gr. I	Gr. II	Gr. I	Gr. II	α	Sign.
Energiebedarf/Rohleistung ZA-ÖB (MJ-Äq./CHF): PG Kuhmilch Gr.I vs. Gr.II	19,69	6,58	13,35	7,24	0,0283	**
Eutrophierungspotenzial/Rohleistung ZA-ÖB (kg CO ₂ -Äq./CHF): PG Kuhmilch Gr.I vs. Gr.II	0,0700	0,0153	0,0639	0,0145	0,0283	**

Tabelle 28: Deskriptive Statistiken für den Vergleich der Umweltwirkungen pro «Rohleistung Allokation ZA-ÖB» der zwei Produktgruppen (PG) Kuhmilch und Rinderzucht innerhalb der Gruppe I bzw. II. Der Mann-Whitney-Test überprüft, ob es zwischen den beiden Gruppen statistisch signifikante Unterschiede gibt (*= p<0,1; **= p<0,05; *= p<0,01; n.s. = nicht signifikant).**

	Mittelwert		Median		Mann-Whitney-Test	
	Gr. I	Gr. II	Gr. I	Gr. II	α	Sign.
Energiebedarf/Rohleistung ZA-ÖB (MJ-Äq./CHF), Gr. I: PG Kuhmilch vs. Rinderzucht	19,69	9,81	13,35	9,12	0,1732	n.s.
Energiebedarf/Rohleistung ZA-ÖB (MJ-Äq./CHF), Gr. II: PG Kuhmilch vs. Rinderzucht	6,58	6,32	7,24	7,22	0,5993	n.s.
Eutrophierungspotenzial/Rohleistung ZA-ÖB (kg CO ₂ -Äq./CHF), Gr. I: PG Kuhmilch vs. Rinderzucht	0,0700	0,0179	0,0639	0,0152	0,0465	**
Eutrophierungspotenzial/Rohleistung ZA-ÖB (kg CO ₂ -Äq./CHF), Gr. II: PG Kuhmilch vs. Rinderzucht	0,0153	0,0146	0,0145	0,0138	0,754	n.s.

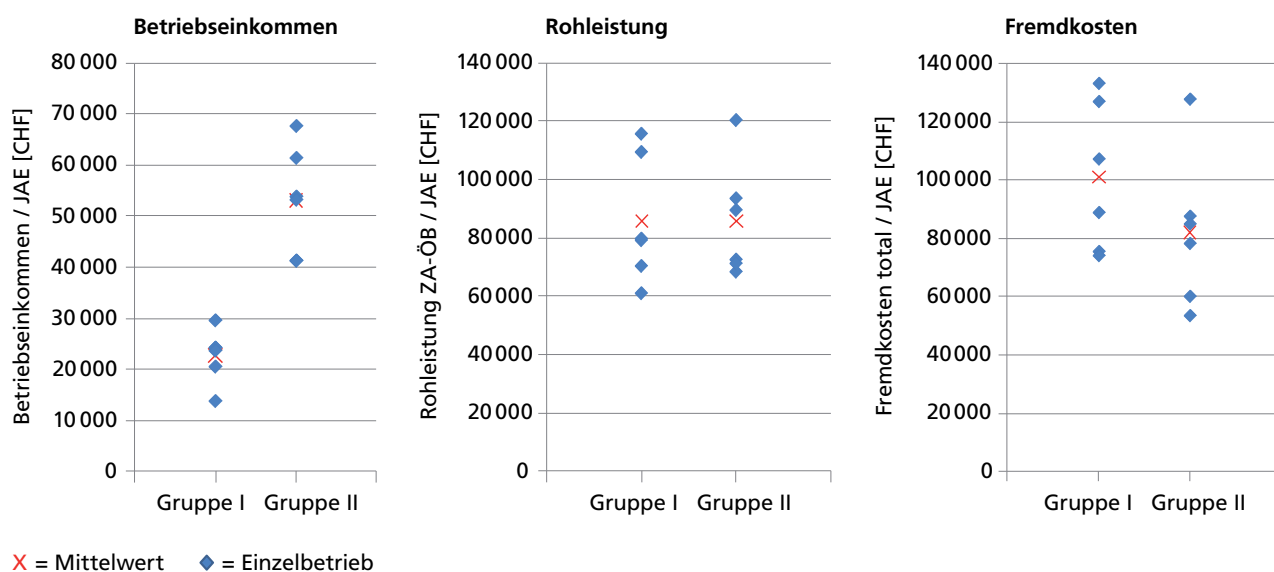


Abbildung 56: Verteilung der Werte der Einzelbetriebe und Mittelwert für drei ökonomische Kennzahlen auf Ebene Gesamtbetrieb pro Jahresarbeitseinheit (JAE) der zwei zu vergleichenden Gruppen.

Tabelle 29: Deskriptive Statistiken der zum Vergleich der Gruppen (Gr. I, Gr. II) angewendeten Kennzahlen. Der Mann-Whitney-Test überprüft, ob es zwischen den beiden Gruppen statistisch signifikante Unterschiede gibt (*= $p < 0,1$; **= $p < 0,05$; *= $p < 0,01$; n.s. = nicht signifikant). JAE = Jahresarbeitseinheiten; FJAE = Familienjahresarbeitseinheiten**

	Mittelwert		Median		Mann-Whitney-Test	
	Gr. I	Gr. II	Gr. I	Gr. II	α	Sign.
Stichprobenumfang (n)	6	6	6	6		
Betriebsgrösse: JAE	1,51	2,02	1,46	2,02	0,0547	*
Landwirtschaftliches Einkommen/ Gesamteinkommen (> Erwerbsform)	30,3 %	71,5 %	37,1 %	84,2 %	0,0374	**
Paralandwirtschaft und Wald (CHF)	64 936	75 517	43 731	32 634	0,7488	n.s.
Energiebedarf / Rohleistung ZA-ÖB (MJ-Äq./CHF)	5,55	3,31	5,40	3,36	0,0104	**
Eutrophierungspot. / Rohleistung ZA-ÖB (kg CO ₂ -Äq./CHF)	0,0100	0,0077	0,0093	0,0070	0,0782	*
Terr. Ökotox. / Rohleistung ZA-ÖB (TEP/CHF)	0,00076	0,00036	0,00070	0,00035	0,0104	**
Energiebedarf / landw. Nutzfläche (MJ-Äq./ha)	41 436	24 752	36 412	24 971	0,1495	n.s.
Eutrophierungspot. / landw. Nutzfläche (kg CO ₂ -Äq./ha)	75,6	55,2	62,9	54,1	0,2002	n.s.
Terr. Ökotox. / landw. Nutzfläche (TEP/ ha)	5,58	2,41	5,25	2,51	0,0065	***
Betriebseinkommen / JAE (CHF)	22 714	53 025	23 982	53 432	0,0039	***
Rohleistung ZA-ÖB / JAE (CHF)	85 784	85 819	79 354	80 938	0,8728	n.s.
Fremdkosten / JAE (CHF)	101 066	82 116	98 145	81 690	0,2623	n.s.
Sachkosten / JAE (CHF)	86 523	63 590	87 030	62 666	0,2002	n.s.
Strukturkosten 2 / JAE (CHF)	14 542	18 526	13 100	16 571	0,1495	n.s.
Arbeitsverdienst / FJAE (CHF)	-264	47 307	3 256	40 540	0,0039	***

Tabelle 30: Zusammenfassung des Vergleichs der zwei Gruppen in den Strukturdaten, den ökologischen und ökonomischen Kennzahlen.

Gruppe I weist mittelmässige Ökoeffizienz und tiefe ökonomische Effizienz, Gruppe II eine hohe ökologisch-ökonomische Effizienz auf.

Der statistische Mann-Whitney-Test gibt Auskunft über die Signifikanz: *= schwach signifikant; **= stark signifikant; ***= sehr stark signifikant; n.s. = nicht signifikant.

	Mann-Whitney	Gruppe I	Gruppe II
Betriebstypen		Verschiedene	v. a. Verkehrsmilch
Landbauform		Nur ÖLN	v. a. Bio
Grösse	*	Kleiner	Grösser
Erwerbsform	**	Mehr Nebenerwerb	Mehr Zu- und Vollerwerb
Umweltwirkungen Betrieb/ Rohleistung ZA-ÖB	* bis **	Höher	Tiefer
Umweltwirkungen Betrieb/ landw. Nutzfläche	n.s. bis ***	(tendenziell) höher	(tendenziell) tiefer
Umweltwirkung der Produktgruppen	**	Kuhmilch > Rinderzucht für Eutrophierungspotenzial	Kuhmilch ~ Rinderzucht für Eutrophierungspotenzial
Betriebseinkommen	***	Tiefer	Höher
Rohleistung	n.s.	Kein Unterschied	
Fremdkosten	n.s.	Tendenziell höher	Tendenziell tiefer

Betriebseinkommen pro Jahresarbeitseinheit sehr stark. Keinen Unterschied gab es hingegen bezüglich der Rohleistung ZA-ÖB pro Jahresarbeitseinheit. Die Fremdkosten waren in Gruppe II tendenziell tiefer. Ein Betrieb (2b) hatte deutlich höhere Fremdkosten als der Rest der Gruppe II. Ohne diesen Betrieb wäre der Unterschied deutlicher.

3.4.5 Interpretation und Schlussfolgerungen

3.4.5.1 Angewandte Methode

Die Darstellung der Ökoeffizienz auf der einen Achse und der ökonomischen Effizienz auf der andern Achse zeigte, dass es keine Betriebe mit sehr tiefer Ökoeffizienz gab, bei der ökonomischen Effizienz hingegen schon. Dies kann damit begründet werden, dass bei der Ökoeffizienz einerseits der Mittelwert von drei Umweltwirkungen gebildet wird, was bedeutet, dass eine Substitution von schlechten Leistungen in der einen Umweltwirkung durch eine gute Leistung in einer anderen Umweltwirkung aufgehoben oder gemindert werden kann. Andererseits ist zu beachten, dass sich in den einzelnen Umweltwirkungen häufig ein bis zwei Betriebe pro Gruppe deutlich von den andern abheben.

Für die ökonomische Effizienz wurde nur eine Kennzahl verwendet. Auch beim Arbeitsverdienst hob sich ein Betrieb deutlich von den andern ab, wobei die restlichen 19 Betriebe auf einer breiten Skala verteilt waren.

3.4.5.2 Untersuchung der Rindviehhaltungsbetriebe in der Bergregion

Tabelle 30 fasst die wichtigsten Kennzahlen aus den Bereichen Strukturdaten, ökologische und ökonomische Kennzahlen bezüglich des Gruppenvergleichs zusammen.

Bei den Gruppenvergleichen stand mit je sechs Betrieben nur ein kleiner Stichprobenumfang zur Verfügung. Dies führte dazu, dass nur wenig statistische Analysen möglich waren und auch diese in ihrer Aussagekraft zum Teil eingeschränkt sind. Die Ergebnisse der vorliegenden Fallstudie können deshalb nicht generalisiert werden.

Die Abweichung der Resultate vom jeweiligen Median der Gruppe in den drei Umweltwirkungen war für den gleichen Betrieb jeweils ähnlich hoch. Dies bedeutet, dass die Betriebe in allen drei Umweltwirkungen ähnlich gut oder schlecht wirtschafteten. Das Problem der Substitutionen zwischen den verschiedenen Umweltwirkungen, das im Rahmen einer Aggregation immer vorkommt, scheint daher von geringer Bedeutung zu sein. Zumal beim Vergleich der Gruppen wieder die einzelnen Kennzahlen in die Betrachtung einbezogen werden können.

Beim Vergleich der ökologischen Kennzahlen unterschieden sich die Betriebe pro Rohleistung ZA-ÖB stärker in den Umweltwirkungen Energiebedarf und Terrestrische Ökotoxizität als im Eutrophierungspotenzial. Das Eutrophierungspotenzial zeigt die Effizienz des Managements der Nährstoffkreisläufe. Rindviehhaltungsbetriebe in der Bergregion sind ähnlich in den Tieremissionen, da sie sich in der Ausprägung der Weide und Stall-/Laufhofhaltung ähnlich sind und bei der Düngung stark auf eigene

Hofdünger fokussieren. Zudem kontrolliert der Gesetzgeber die Einhaltung der Vorgaben bezüglich Nährstoffbilanz. Wurden die Umweltwirkungen auf die landwirtschaftliche Nutzfläche bezogen (Funktion Landbewirtschaftung), waren die gleichen Tendenzen erkennbar. Allerdings waren die Unterschiede beim Energiebedarf und dem Eutrophierungspotenzial nicht signifikant. Da sich in Gruppe II vor allem Verkehrsmilchbetriebe befanden, die aufgrund ihrer Ausrichtung häufig intensive Landwirtschaft betrieben und Gruppe I eher extensive Betriebstypen beinhaltete, verringerten sich die Unterschiede der beiden Gruppen. Dass aber trotzdem Gruppe II tendenziell tiefere Umweltwirkungen aufwies, unterstreicht die nachfolgenden Interpretationen und Schlussfolgerungen umso mehr.

Aus der Analyse der wichtigsten Inputgruppen aller drei Umweltwirkungen war ersichtlich, dass die Inputgruppe «eigene Tiere abwesend» in der Gruppe I signifikant höhere Werte aufwies als in der Gruppe II. Darunter fallen Tiere, welche dem Betrieb gehören, im Zeitraum der Ökobilanz aber nicht oder nur einen Teil des Jahres auf dem eigenen Betrieb gelebt haben. Es kann sich einerseits um die Alpung der Tiere handeln, andererseits können aber auch Aufzuchtverträge oder Lohnmast in diese Kategorie fallen. Der ökologische Nachteil liegt darin, dass gerade bei der Alpung die Betriebe in den Sommermonaten die Gebäude/Einrichtungen auf dem eigenen Betrieb nicht ausgelastet haben, diese aber trotzdem einen Beitrag zur Umweltwirkung liefern. Weiter war anzunehmen, dass diese Betriebe auf ihren eigenen Wiesen verhältnismässig mehr Konservierungsfutter produzierten und somit zum Beispiel mehr Treibstoff, Maschinenanteile und Futterlager benötigten als Betriebe ohne Alpung. Die Alpung der Tiere trägt allerdings einen wichtigen Beitrag zu Biodiversität und Landschaftsbild der Bergregion bei. Dies sind ökologische und soziale Funktionen, die die Ökobilanz, wie sie in ZA-ÖB angewandt wurde, nicht berücksichtigt, die bei einer gesamtheitlichen Betrachtung aber nicht ausser Acht gelassen werden dürfen. Zudem sind die Betriebe mit Alpung vom Tierbestand her auf die Futterflächen auf der Alp angewiesen und können nicht ohne grössere Umstrukturierung auf die Alpung verzichten.

Der Energiebedarf wurde durch Energieträger, Infrastruktur (Gebäude, Maschinen), und Futtermittelzufuhr geprägt. Bei der Terrestrischen Ökotoxizität spielten die Futtermittelzufuhr, der Zukauf von Tieren und Gebäude/Einrichtungen eine wichtige Rolle. Beim Eutrophierungspotenzial trug erwartungsgemäss die Düngung am meisten zur Gesamtumweltwirkung bei. Allerdings unterschieden sich die Gruppen darin aus oben genannten Gründen nicht. Ein Unterschied war hingegen beim Zukauf der Tiere ersichtlich. Durch den Zukauf von Futtermitteln und Tieren wurden dem Betrieb aufgrund der Vorleistungen, die in diesen Inputs stecken, Umweltlasten angerechnet. Da sich in der Gruppe I die Betriebe des Typs Anderes Rindvieh

(Rindviehmast- und zucht) befanden, erklären sich auch die höheren Werte beim Zukauf der Tiere und zum Teil auch bei den Futtermitteln. Es ist aber festzuhalten, dass ein Betrieb des Typs «Anderes Rindvieh» beim Zukauf der Tiere einen tiefen Wert aufwies. Dies deutet darauf hin, dass auch in diesem Betriebstyp durchaus eine gute Umweltleistung erzielt werden kann.

Bei der Betrachtung der Produktgruppen Milch, Rindviehmast und -zucht fiel der Unterschied in den Umweltwirkungen für die Milch auf. Die deutlich höheren Umweltwirkungen wurden durch Betriebe verursacht, die nicht dem Betriebstyp Verkehrsmilch angehörten. Daraus kann abgeleitet werden, dass Betriebe, die sich auf die Verkehrsmilchproduktion spezialisieren, diese Produktgruppe ökologisch effizienter führen.

Im Vergleich der ökonomischen Kennzahlen unterschieden sich die zwei Gruppen auffällig stark im Betriebseinkommen. Da sich der zur Gruppierung angewendete Arbeitsverdienst unter Abzug mehrerer Positionen aus dem Betriebseinkommen berechnet, scheint dies logisch. Die Signifikanz beim Betriebseinkommen pro Jahresarbeitseinheit war aber deutlich höher als beim Arbeitsverdienst je Familienarbeitskraft. Dies lässt darauf schliessen, dass die Positionen, welche vom Betriebseinkommen abgezogen werden, um den Arbeitsverdienst³ zu erhalten, die Unterschiede zwischen den Gruppen verringern. Es sind dies die Strukturkosten 2 (Personalkosten, Pacht- und Mietzinsen, Schuldzinsen, übriger Finanzaufwand/-ertrag) und der Zinsanspruch Eigenkapital Betrieb.

Dass sich die Betriebe in der Rohleistung ZA-ÖB pro Jahresarbeitseinheit nicht signifikant unterschieden, ist damit zu begründen, dass bei gleicher Produktionsrichtung und somit ähnlichen Produktpreisen eine ähnliche Leistung zu erreichen ist. Ein höheres Einkommen kann eher damit erreicht werden, dass die Kostenseite reduziert wird. Obwohl der Unterschied nicht signifikant war, konnte doch eine Tendenz erkannt werden: Zu den tieferen Fremdkosten in Gruppe II trugen vor allem die Sachkosten bei. Innerhalb der Sachkosten waren vorwiegend die Kosten in der Tierhaltung und die Sachstrukturkosten bei Gruppe II tendenziell tiefer und auch anteilmässig sehr wichtig. Die Strukturkosten 2 pro Jahresarbeitseinheit waren in Gruppe II tendenziell höher, weil die Personalkosten als grösster Anteil, aber auch die Pacht- und Mietzinsen sowie der übrige Finanzaufwand/-ertrag höher waren. Nur die Schuldzinsen waren in Gruppe II tendenziell tiefer.

3.4.5.3 Schlussfolgerungen

³ $\text{Arbeitsverdienst} = \text{Betriebseinkommen} - \text{Personalkosten} - \text{Pacht- und Mietzinsen} - \text{Schuldzinsen} - \text{übriger Finanzaufwand/-ertrag} - \text{Zinsanspruch Eigenkapital Betrieb}$

Als Schlussfolgerung aus der vorliegenden Fallstudie kann zusammengefasst werden, wie sich ein Rindviehhalter in der Bergregion ausrichten sollte, damit er sich in der ökologisch-ökonomisch nachhaltigen Gruppe II positionieren kann. Der Betrieb sollte:

- grösser sein als der Durchschnitt der Betriebe in der Bergregion,
- die Landwirtschaft im Zu- oder Vollerwerb betreiben,
- die Verkehrsmilchproduktion als Hauptbetriebszweig betreiben oder sich ohne Milchproduktion auf eine andere Produktgruppe konzentrieren
- die Fremdkosten optimieren (Bereich Sachkosten Tierhaltung, Sachstrukturkosten),
- eigene Tiere möglichst wenig auswärts platzieren und wenn es aus gesamtheitlicher Sicht sinnvoll ist,
- den Verbrauch der Energieträger optimieren,
- zugeführte Futtermittel bewusst einsetzen.

Die Ergebnisse der vorliegenden Fallstudie sind mit Vorsicht zu interpretieren und müssen durch den Einbezug des zweiten vollständigen Jahres 2008 und gegebenenfalls der Höleregion weiter geprüft werden.

3.4.6 Ausblick

Die nun an einer kleinen Stichprobe angewendete Methode lässt weitere Auswertungen für ausgewählte Betriebsgruppen zu. Mögliche weitere Auswertungen sind zum Beispiel:

- Erweiterung der Auswertung über Rindviehhaltungsbetriebe auf das Jahr 2008. Damit können die hier festgestellten Unterschiede und ein mögliches Verbesserungspotenzial validiert werden. Wird die Stichprobe auf die Höleregion ausgeweitet und die Resultate der beiden Jahre gepoolt (pooled dataset), kann die Stichprobengrösse auf ungefähr 80 Betriebe erhöht werden. Dadurch werden ideale Voraussetzungen für die Durchführung ausführlicher statistischer Analysen geschaffen.
- Untersuchungen im Bereich anderer möglichst homogener Betriebsgruppen, welche je nach Fragestellung nicht zwingend durch den Betriebstyp charakterisiert werden müssen. Beispiel: Betriebe mit hohem Anteil der Produktgruppen Getreide und Mais.

Bezüglich der entwickelten Methodik können folgende Punkte diskutiert und allenfalls angepasst werden:

- Die hier angewandte Methodik für die Aggregation der Umweltwirkungen zu einer Ökoeffizienz-Kennzahl kann durch einen Ansatz aus dem Bereich der produktiven Effizienzmessung (der Data Envelopment Analysis Ansatz) verbessert werden, indem diese Gewichtung nicht wie in der vorliegende Untersuchung subjektiv, sondern objektiv mit einer linearen Programmierung, durchge-

führt wird. Dies wird Gegenstand weiterer Arbeiten sein.

- Wie schon oben erwähnt, wäre die Ebene Produktgruppe am besten geeignet für die Durchführung einer Analyse der gemeinsamen ökologischen und ökonomischen Leistungsfähigkeit der untersuchten Betriebe. Allerdings sind die Vollkosten pro Kilogramm Produkt aufgrund fehlender Allokation der Strukturkosten in den Buchhaltungsdaten der ZA nicht verfügbar. Aktuell wird ein Ansatz basierend auf der Maximum-Entropie Methode entwickelt, welcher erlauben wird die Vollkosten der Schweizer Landwirtschaftsbetriebe pro Produktgruppe zu ermitteln (Lips, 2009). Erste Ergebnisse zeigen erfolgsversprechende Perspektiven und es ist zu erwarten, dass eine Analyse der ökologischen und ökonomischen Leistungsfähigkeit der Betriebe auf Ebene Produktgruppe bald möglich sein wird.
- Die vorliegende Untersuchung fokussiert auf den landwirtschaftlichen Betrieb, indem sowohl die Ökobilanz wie auch die Buchhaltung mit der Systemgrenze Hoftor berechnet wird. Auch wenn es von der Datengrundlage her sehr herausfordernd wäre, würde eine ökonomische und ökologische Analyse von landwirtschaftlichen Produkten über die gesamte Wertschöpfungskette bis auf Stufe Verbraucher eine umfassendere Bewertung abliefern. Schliesslich sollte die Produktion landwirtschaftlicher Erzeugnisse das Ziel haben, dem Verbraucher Lebensmittel mit möglichst niedriger Umweltbelastung und zu wettbewerbsfähigen Preisen anzubieten.

3.4.7 Literatur

- Agroscope, 2010. Zentrale Auswertung von Buchhaltungsdaten. Zugang: www.agroscope.admin.ch/zentrale-auswertung > Publikationen > Methodische Grundlagen. [28.10.2010]
- BFS, 2008. Statistisches Lexikon der Schweiz. Eidgenössische Betriebszählung in der Landwirtschaft 2007. Interaktive Datenbank: <http://www.agr.bfs.admin.ch/ReportFolders/ReportFolders.aspx> [28.3.2011]
- BLW, 2009. Agrarbericht 2009. Bundesamt für Landwirtschaft BLW, Bern.
- Dux D., Matz K., Gazzarin C. & Lips M., 2009. Was kostet offenes Grünland im Berggebiet? Agrarforschung 16(1), 10–15.
- Gaillard G. & Rossier D., 2004. Ökobilanzierung des Landwirtschaftsbetriebs – Methode und Anwendung in 50 Landwirtschaftsbetrieben. Schriftenreihe der FAL 53. Agroscope FAL Reckenholz, Zürich.
- Hausheer Schnider J. (Red.), 2010. Wegleitung zum Merkmalskatalog der Zentralen Auswertung von Buchhaltungsdaten, Version WL3.9d, Dezember 2010. www.agroscope.admin.ch/zentrale-auswertung > Publikationen > Methodische Grundlagen. [16.5.2011]

- Hausheer Schnider J., 2011. Glossar der Zentralen Auswertung von Buchhaltungsdaten. www.agroscope.admin.ch/zentrale-auswertung > Publikationen > Methodische Grundlagen. [16.5.2011]
- Jan, P., Lips, M. & Dumondel, M., 2010. Technical efficiency of Swiss dairy farms located in the mountain area considering both economic and environmental resources. *Yearbook of Socioeconomics*, 39–76.
- Kicherer A., Schaltegger S., Tschochohei H. & Pozo B.F., 2007. Eco-Efficiency – Combining Life Cycle Assessment and Life Cycle Costs via Normalization. *International Journal of Life Cycle Assessment* 12 (7), 537–543.
- Kloepffer W., 2008. Life cycle sustainability assessment of products. *International Journal of Life Cycle Assessment* 13 (2), 89–95.
- Lips, M., 2009. Full Product Costs on Base of Farm Accountancy Data by Means of Maximum Entropy. Contributed Paper prepared for presentation at the International Association of Agricultural Economists Conference, Beijing, China, August 16–22, 2009.
- Lozán J.L. & Kausch H., 2007. *Angewandte Statistik für Naturwissenschaftler*. 4 Auflage, Wissenschaftliche Auswertungen, Hamburg, 303 S.
- Maxime D., Marcotte M., & Arcand Y., 2006. Development of eco-efficiency indicators of the canadian food and beverage industry. *Journal of cleaner production*, 14, 636–648.
- Saling P., Kicherer A., Dittrich-Krämer B., Wittlinger R., Zombik W., Schmidt I., Schrott W. & Schmidt S., 2002. Eco-efficiency Analysis by BASF: The Method. *International Journal of Life Cycle Assessment* 7 (4), 203–218.
- Verfaillie H.A. & Bidwell R., 2000. *Measuring eco-efficiency: a guide to reporting company performance*. Geneva: World Business Council on Sustainable Development.
- [www.wikipedia.de](http://de.wikipedia.org/wiki/Lebenszykluskosten), 2010. <http://de.wikipedia.org/wiki/Lebenszykluskosten> [22.10.2010]
- Zoller H. & Bischof N., 1980. Stufen der Kulturintensität und ihr Einfluss auf Artenzahl und Artengefüge in der Vegetation. *Phytocoenologia*, 7 (Festband Tüxen): S. 35–51.

3.5 Kommunikation mit den Landwirten

Marianne Glodé, Ueli Aeschbacher, Georges Müller und Michael Jenni
ÖBS (TSM Treuhand GmbH, Bern und ArGe Natur und Landschaft, Hergiswil)

Im vorliegenden Kapitel werden neben der eigentlichen Rückmeldung der Ergebnisse und den dazugehörigen Erklärungen und Interpretationshilfen auch die im Vorfeld zur Ergebnismitteilung stattgefundenen Kontakte zu den Landwirtinnen und Landwirten, die eingesetzten Kommunikationsmittel und andere Themen behandelt, die in direktem oder indirektem Zusammenhang zum Rückfluss der Ergebnisse zu den Landwirten stehen.

3.5.1 Aufgaben der ÖBS

3.5.1.1 Instruktion Landwirte / Software installieren

Die Treuhandstellen konnten wählen, ob sie die Landwirte selber betreuen oder die Betreuung durch die Ökobilanzierungsstelle (ÖBS) ausgeführt werden soll. So wurden rund 20 % der Betriebe durch die ÖBS direkt betreut. Die Installation der Software AGRO-TECH und eine erste Datenerfassung wurden entweder individuell in Form eines Besuches auf dem Betrieb oder in Gruppen durchgeführt. Bei Gruppeninstruktionen durch die Treuhandstellen war in der Regel auch ein Mitarbeiter der ÖBS dabei und konnte die Betriebsbetreuer der Treuhandstellen unterstützen.

3.5.1.2 Instruktion Treuhänder

Die Schulung der Treuhänder zur Datenerfassung wurde von der ÖBS organisiert. Neben der Handhabung der AGRO-TECH-Erweiterung (Modul ZA-ÖB) wurde das Projekt ZA-ÖB (Ziele, Organisation, Zuständigkeiten) vorgestellt und die Grundlagen der Ökobilanz vermittelt. An allen drei durchgeführten Schulungen gab es Beiträge der ÖBS, der ART und von AGRIDEA zum jeweiligen Spezialgebiet.

3.5.1.3 Support bei der Datenerfassung

Als Hilfsmittel bei der Datenerfassung wurde von der ÖBS ein umfassender ZA-ÖB-Ordner mit den folgenden Themen erstellt und angewendet:

- Hilfe und Support
- Ablauf Datenerfassung
- Systemgrenzen
- Grunddatenerfassung
- Laufende Datenerfassung
- Bedienungsanleitung AGRO-TECH (Modul ZA-ÖB)
- Jährlicher Betriebsübertrag
- Datensicherung
- Begriffe und weiterführende Informationen
- Diverses

Der ZA-ÖB-Ordner wurde an alle angemeldeten Landwirte und an die entsprechenden Treuhandstellen verschickt.

Für Fragen rund um das Projekt ZA-ÖB und insbesondere zur Datenerfassung wurde eine Telefon-Hotline eingerichtet. Weitere Hilfsmittel waren die Newsletter (neunFolgen), in denen regelmässig Themen zur Datenerfassung aufgenommen wurden sowie technische Merkblätter zu spezifischen Themen und die Website www.oekobil.ch mit allgemeinen Informationen und häufig gestellten Fragen (FAQ's).

3.5.1.4 Rückfluss der Ergebnisse zu den Landwirten

Sobald die Berechnungen eines Erfassungsjahres abgeschlossen waren, wurde für die Landwirte jeweils eine individuelle betriebliche Rückmeldung (BRM) erstellt und mit der Post zugestellt. Kurz darauf organisierte die ÖBS an den drei Standorten Inforama Rütli Zollikofen, Strickhof Wülflingen und IAG Grangeneuve regionale Informationsveranstaltungen. Teilnehmende waren neben den am Projekt ZA-ÖB teilnehmenden Landwirten auch ZA-ÖB-Verantwortliche der involvierten Treuhandstellen, Vertreter der Projektoberleitung und des Projektauftraggebers (Bundesamt für Landwirtschaft BLW), sowie Mitglieder des Projektteams ZA-ÖB. An den insgesamt 12 durchgeführten Veranstaltungen war rund die Hälfte der am Projekt teilnehmenden Landwirte anwesend. Neben einem allgemeinen Teil zur BRM wurde die Möglichkeit geboten sich mit der eigenen BRM detaillierter zu befassen und Fragen zu klären. Zusätzlich wurden Referate zu verwandten Themen angeboten.

Neben den Informationsveranstaltungen standen den Landwirten bei Fragen rund um die BRM auch die Mitarbeiter der ÖBS an der Telefon-Hotline zur Verfügung.

3.5.2 Einzelbetriebliche Rückmeldung BRM

3.5.2.1 Ziele und Aufbau

Die einzelbetriebliche Rückmeldung (BRM) sollte jedem Landwirten als Managementinstrument dienen und ihm die Stärken und Schwächen seines Betriebes in Bezug auf dessen Umweltwirkungen aufzeigen. Die Herausforderung der individuellen Rückmeldung bestand darin, eine Fülle an komplexen, grösstenteils sehr technischen Daten verständlich und kompakt zusammenzufassen, so dass die Kernaussagen der eigenen Ökobilanz-Resultate für den Landwirt verständlich und nutzbar waren. Als Ansprechpartnerin der Projektteilnehmer hat die ÖBS, zusammen mit der Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART ein auf die Bedürfnisse der Landwirtinnen und Landwirte zugeschnittenes Dokument, die sogenannte «betriebliche Rückmeldung (BRM)» erarbeitet. Ziel der BRM war es, ihnen den Zugang zum Thema Ökobilanz auf Stufe Landwirtschaftsbetrieb im Allgemeinen und die Auswertung und das Verständnis der eigenen Ökobilanzergeb-

nisse im Speziellen zu ermöglichen. Entsprechend beinhaltet die BRM neben den Ökobilanz-Resultaten in Form von Tabellen und graphischen Darstellungen auch einen Theorie-Teil, der dem Leser den Einstieg in das Thema Ökobilanz erleichtert und gleichzeitig Lese- und Interpretationshilfen für die Ergebnisse der betriebseigenen Auswertung liefert. Um die Bedürfnisse der am Projekt teilnehmenden Landwirte bezüglich BRM bestmöglich zu berücksichtigen, hat die ÖBS während der Konzeptbearbeitungsphase zur BRM einen Workshop mit mehreren Projektteilnehmern organisiert, wo verschiedene Darstellungsarten getestet wurden und die teilnehmenden Landwirte ihre Wünsche und Vorlieben äussern konnten.

Zentral in der Betriebsrückmeldung war die Gegenüberstellung des untersuchten Betriebes mit einem sog. Vergleichsbetrieb (Kapitel 2.6), welcher anhand statistischer Daten aus der zentralen Auswertung von Buchhaltungsdaten und mit Modellberechnungen erzeugt wurde. Der Vergleichsbetrieb entspricht in etwa dem Durchschnitt der Betriebe des entsprechenden Betriebstyps und derselben Anbauform des analysierten Betriebes. Neben der Gegenüberstellung der eigenen Resultate mit denjenigen des Vergleichsbetriebes hat vor allem auch die Gegenüberstellung mit den anonymisierten Ergebnissen der anderen Projektteilnehmer derselben Betriebsgruppe die Darstellung im Gesamtkontext ermöglicht.

3.5.2.2 Allgemeiner Teil

Im ersten Teil der zweigliedrigen BRM wurden folgende Themen behandelt:

- **Wichtige Begriffe / Einheiten**

Voraussetzung für das Verständnis der Ökobilanz und der Erklärungen dazu ist das Verständnis der verwendeten Begriffe. Ein Kapitel war deshalb den Definitionen der wichtigsten, in der BRM verwendeten Begriffe gewidmet. Erklärt wurden Begriffe wie «Umweltwirkung», «Äquivalent», «Vergleichsbetrieb» und «Rohleistung».

- **Inhalt der Ökobilanz**

Im Projekt ZA-ÖB wurden die Umweltwirkungen, die Rohleistung und die Produktivität der teilnehmenden Landwirtschaftsbetriebe untersucht und in Beziehung zueinander gebracht. Da die genannten Grössen in der gesamten Auswertung immer wieder auftauchen, wurden diese in einem eigenen Kapitel beschrieben. Wie sich im späteren direkten Kontakt mit den Landwirten anlässlich der Informationsveranstaltungen gezeigt hat, hat sich insbesondere die Erklärung der fünf analysierten Umweltwirkungskategorien (Energiebedarf, Treibhauswirkung [Treibhauspotenzial], Nährstoffanreicherung [Eutrophierung], Terrestrische und Aquatische Ökotoxizität) bewährt.

- **Darstellung der Ergebnisse**

Von zentraler Wichtigkeit beim allgemeinen, erklärenden

Teil waren auch die Erläuterungen, was unter den im zweiten Teil der BRM aufgeführten Auswertungen zu verstehen ist und wie die Graphiken mit den Ergebnissen zu lesen sind. Zur vereinfachten Nutzung der inhaltlichen Erklärungen wurden diese in derselben Reihenfolge präsentiert wie die Auswertungen im Ergebnisteil (siehe auch Kapitel 3.5.2.3).

- **Ursachensuche**

Um ein Ergebnis richtig deuten und daraus Nutzen für die Betriebsführung ziehen zu können, müssen die möglichen Gründe, die zu diesem Ergebnis geführt haben, ermittelt werden. Deshalb wurden in einem Kapitel der BRM die wichtigsten Fragestellungen für die Ursachensuche sowie auch mögliche Ursachen selbst vorgestellt.

- **Methodik**

Im letzten Kapitel des Einleitungsteils wurde kurz die Methode Ökobilanzierung mit den vier Elementen Systemgrenzen, Sachbilanz, Wirkungsabschätzung und Auswertung vorgestellt.

3.5.2.3 Auswertung der betriebseigenen Ergebnisse

Ab der Rückmeldung der Auswertungsergebnisse des zweiten Erfassungsjahres wurde neben der Gegenüberstellung mit dem Vergleichsbetrieb auch ein Mehrjahresvergleich der eigenen Ergebnisse angegeben.

- **Allgemeine Betriebsdaten**

Alle wichtigen Kenngrössen des Betriebes wurden in einer Tabelle dargestellt. Diese Angaben kennzeichnen den Betrieb und helfen bei der Deutung der Ergebnisse der Ökobilanz, indem die Ergebnisse bei den Umweltwirkungen den Daten der Betriebsübersicht gegenübergestellt und auf mögliche Zusammenhänge überprüft werden können.

- **Betriebsübersicht**

In der Übersicht wurden die fünf ausgewählten Umweltwirkungen (Energiebedarf, Treibhauswirkung, Nährstoffanreicherung, Terrestrische und Aquatische Ökotoxizität) in einem Netzdiagramm dargestellt (Abbildung 57), wobei der Vergleichsbetrieb als Referenz (100 %) diente. Als Bezugsgrössen dienten Hektare (ha) landwirtschaftliche Nutzfläche, Franken Rohleistung und Megajoule (MJ) verdauliche Energie. Neben den Umweltwirkungen wurden auch die verdauliche Energie in MJ pro ha und die Rohleistung in Franken pro ha ausgewiesen und zusammen mit den Werten des Vergleichsbetriebes dargestellt. Die Werte wurden im Netzdiagramm als relative Werte im Vergleich zum Vergleichsbetrieb angegeben. Zusätzlich wurden die absoluten Werte in Tabellenform aufgeführt.

- **Umweltwirkungen der Produktionsmittel**

Die auf dem Betrieb eingesetzten Produktionsmittel wurden in 10 Inputgruppen zusammengefasst. Von allen

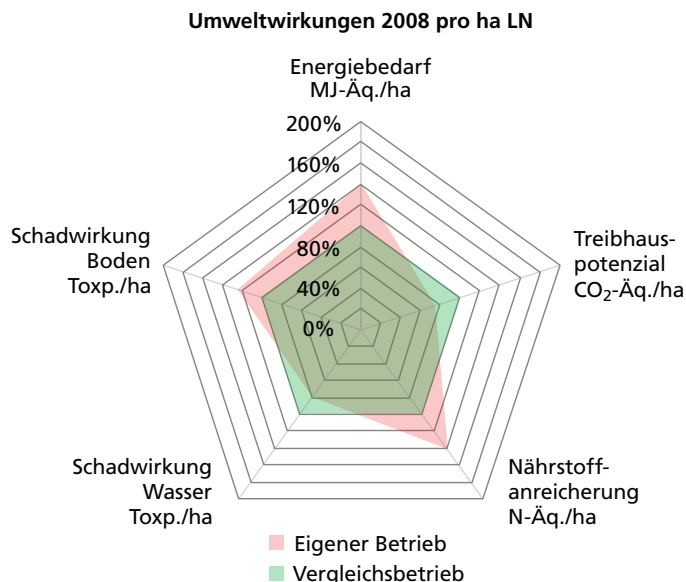


Abbildung 57: Beispiel eines Netzdiagramms aus der Betriebsübersicht.

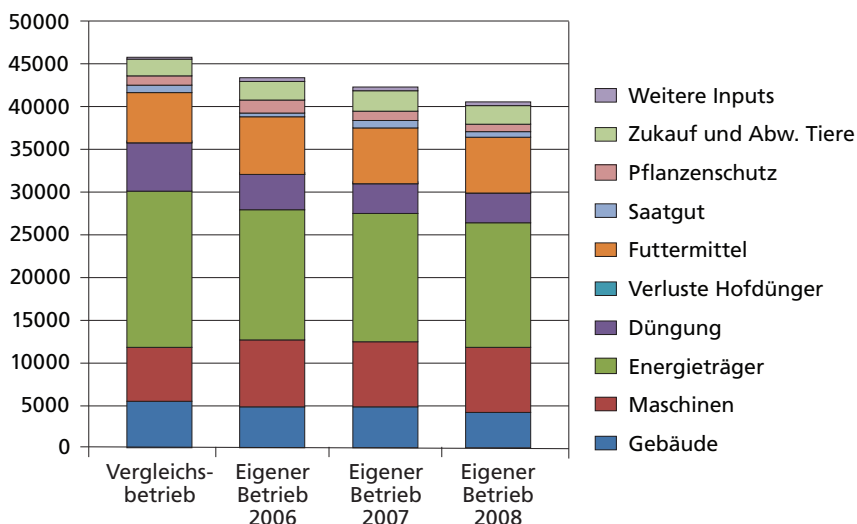


Abbildung 58: Beispiel Energiebedarf der Produktionsmittel (absolut).

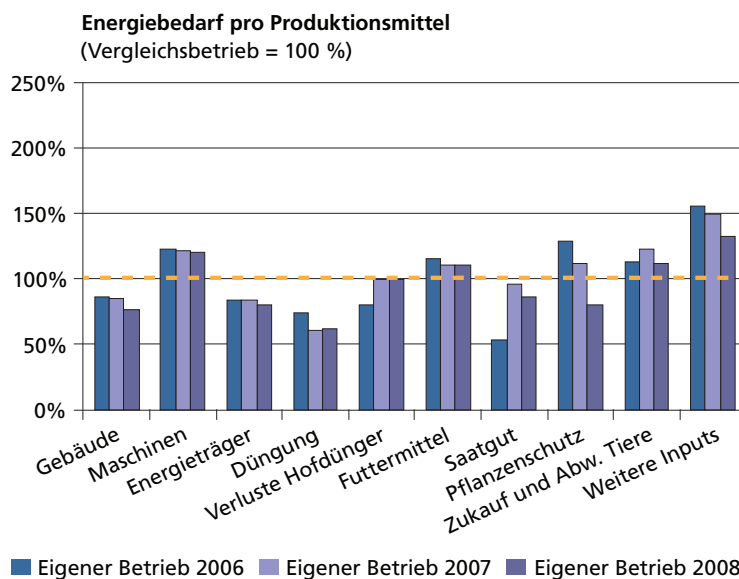


Abbildung 59: Beispiel Energiebedarf der Produktionsmittel (prozentual).

Umweltwirkungen wurde die Aufteilung auf die verschiedenen Inputgruppen ausgewiesen, einmal absolut (Abbildung 58) und einmal prozentual (Abbildung 59)

- Umweltwirkungen der Produktgruppen

Diese Auswertung bezog sich auf die Hauptprodukte des Betriebes (Abbildung 60). Je nach Betriebstyp gelangten andere Produktgruppen zur Darstellung. Berücksichtigt wurden diejenigen Produkte, die zusammen mindestens 75 % der Rohleistung ausmachten. Nicht immer waren genaue Abgrenzungen und eine eindeutige Zuteilung der Produktionsmittel auf die Hauptprodukte möglich. Die nicht eindeutig zuteilbaren Produktionsmittelein-sätze wurden aufgrund von Rohleistungs-anteilen einer Produktgruppe zugeteilt (Kapitel 2.2.5).

- Betriebsvergleich

Die Umweltwirkungen «Energiebedarf pro Hektare» und «Nährstoffanreicherung pro Hektare» des untersuchten Betriebes wurden mit denjenigen der übrigen Betriebe desselben Betriebstyps verglichen (Abbildung 61). Zusätzlich wurde beim Energiebedarf pro Hektare auch die erzielte Rohleistung pro Hektare dargestellt, und bei der Nährstoffanreicherung die produzierte Verdauliche Energie pro Hektare. Das Ergebnis zeigt, wo der eigene Betrieb steht und in welcher Bandbreite sich die Resultate bewegen.

3.5.3 Infoveranstaltungen

Ziel der Ökobilanzierungsstelle (ÖBS) war es, den Landwirten jeweils nach Abschluss der Berechnungen für jedes Erfassungsjahr an einer mehrstündigen Veranstaltung Informationen und Wissen zu den individuellen Betriebsrückmeldungen zu vermitteln.

Die Ziele im Einzelnen waren:

- Die Teilnehmer verstehen Aufbau und Inhalt einer individuellen Betriebsrückmeldung und lernen, möglichst viele Informationen daraus herauszulesen.
- Die Betriebsleiter erkennen die ökologischen Stärken und Schwächen ihres Betriebes und sind im Idealfall in der

Umweltwirkungen Rüben, Kartoffeln 2008

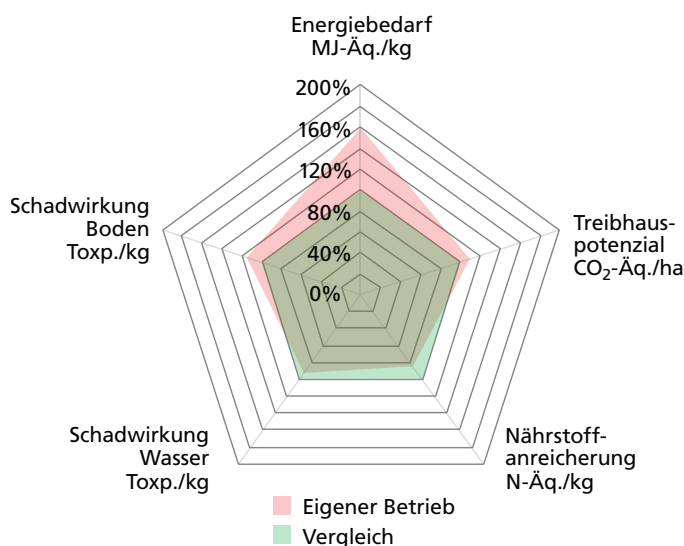


Abbildung 60/oben rechts: Beispiel Umweltwirkung einer Produktgruppe (hier Rüben, Kartoffeln).

Jeweils einige Tage vor den Informationsveranstaltungen wurde den Landwirten ihre individuelle Betriebsrückmeldung zugestellt, damit sie sich mit der Materie vorgängig auseinandersetzen konnten.

Das Programm wurde von der ÖBS moderiert und von Mitarbeitenden von ART Reckenholz unterstützt. Grundsätzlich setzte es sich aus einem einleitenden allgemeinen Teil, einem vertiefenden Teil zur Beantwortung von Detailfragen zu den individuellen BRM sowie in der Regel aus einem Fachreferat zu einem verwandten Thema zusammen.

Die erste Serie der Infoveranstaltungen des Erfassungsjahres 2006 fand im April 2008 an drei verschiedenen Standorten (Zollikofen, Winterthur, Grangeneuve) statt. Etwa die Hälfte der eingeladenen Landwirte nahm an diesen freiwilligen Tagungen teil. Folgende Fragen wur-

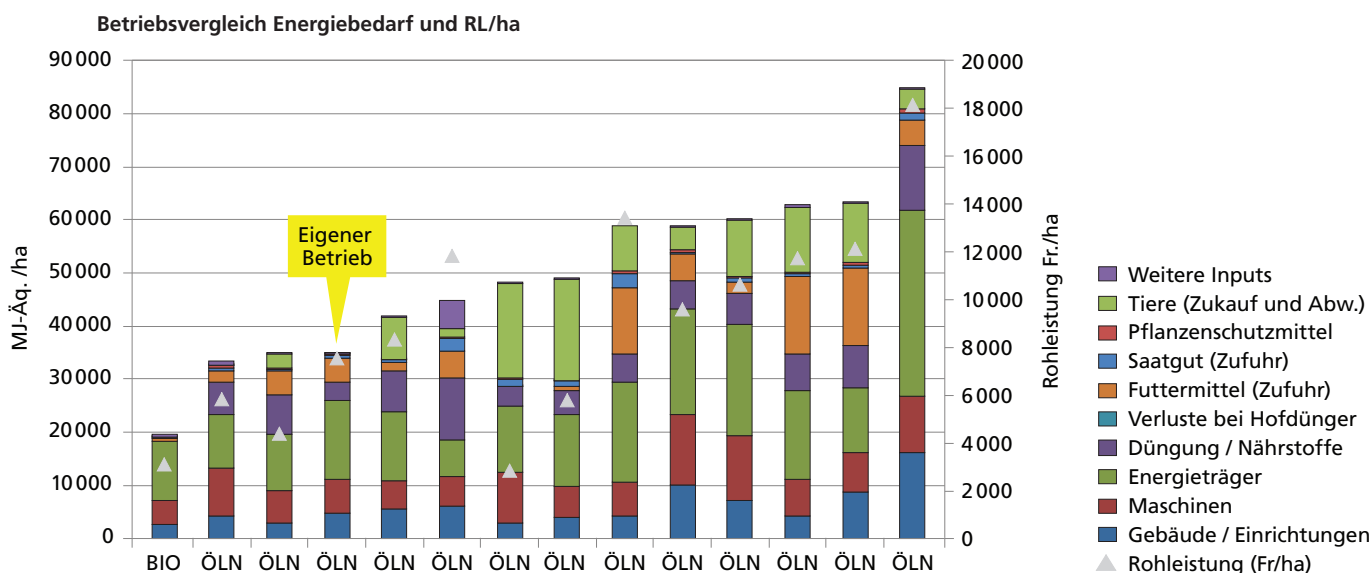


Abbildung 61: Beispiel eines Betriebsvergleichs mit Darstellung des Energiebedarfs sowie der Rohleistung pro Hektar.

Lage, positive und negative Resultate der Ökobilanz auf konkrete Ursachen zurückzuführen, oder mögliche Gründe für diese zu erkennen.

- Die Betriebsleiter erhalten die Möglichkeit, sich mit andern ZA-ÖB-Teilnehmern auszutauschen und wissen, wie Ihr Betrieb im Vergleich zu anderen Betrieben mit ähnlichem Standort (Region) und ähnlichen Produktionsfaktoren (Betriebstyp und Landbauform) dasteht.
- Die Informationen sollen zu einer ganzheitlichen Betrachtung führen und die Betriebsleiter dazu anleiten, die Ergebnisse aus den Bereichen Ökologie («Umweltwirkung») und Ökonomie («Rohleistung») nicht unabhängig voneinander, sondern als gleichwertige Elemente eines auf Nachhaltigkeit hin zielenden Managements zu betrachten.

den gehäuft diskutiert: Charakter des Vergleichsbetriebs, Erfassungsgenauigkeit allgemein, Hofdüngereinsatz, Pflanzenschutzmitteleinsatz.

Die Serie der Informationsveranstaltungen nach dem zweiten Erfassungsjahr wurde separat geführt für a) Landwirte, welche bereits zwei Erfassungsjahre aufwiesen und b) Landwirte mit erst einem Erfassungsjahr. Es wurden wiederum die regionalen Standorte Zollikofen, Winterthur und Grangeneuve gewählt, mit jeweils zwei Veranstaltungen vor Ort. Zusätzlich wurde im Sommer eine Veranstaltung organisiert für die Landwirte, die aus verschiedenen Gründen keinen der im April angebotenen Termine wahrnehmen konnten.

Die Teilnehmerquote sank marginal, etwas weniger als die Hälfte der teilnehmenden Landwirte war anwesend. Auf-

fallend war, dass die Beteiligungsquote in Zollikofen und Grangeneuve wie im Vorjahr leicht höher war als in Winterthur. Der Grund dafür ist nicht bekannt. Folgende Fragen wurden häufig diskutiert: Fragen zu Weide-Index, Wirkungsfaktoren Pflanzenschutzmittel (PSM), Allokation Rinderzucht; Nachhaltigkeitsbeurteilung; Bedürfnis, von den Extrembeispielen etwas zu lernen.

Die dritte und letzte Serie der Informationsveranstaltungen wurde im März 2010 an denselben drei Standorten Zollikofen, Winterthur und Grangeneuve nach dem gleichen Muster wie in den Vorjahren durchgeführt. Die Beteiligungsquote sank im Vergleich zum Vorjahr leicht ab (Zollikofen 45 %; Winterthur 20 %; Grangeneuve 50 %). Ein grosser Anteil der teilnehmenden Landwirte hat schon 2009, resp. 2008 die Infoveranstaltungen besucht. Wir schliessen daraus, dass das Thema Ökobilanzen für einen Teil der teilnehmenden Landwirte von hohem Interesse ist. Die Landwirte, welche drei Jahre nie eine Infoveranstaltung besucht haben, scheinen mit einer schriftlichen Rückmeldung zufrieden zu sein. Die Gründe für die Nichtteilnahme an einer Infoveranstaltung wurden nicht erfragt. Vereinzelt wurden bei der Abmeldung Terminprobleme genannt. Häufig diskutierte Fragen/Kommentare: Wie steht es mit der weiteren Verwendung der Daten? Welche Hintergründe, resp. Verbesserungsmöglichkeiten gibt es (z. B. auf Stufe PSM)?

3.5.4 Weitere Kommunikationsmittel

Die Ökobilanzierungsstelle (ÖBS) hat als Bindeglied zwischen den Landwirten und der Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART im Laufe des Projekts verschiedene Kommunikationsmittel eingesetzt, um den Projektauftrag zu erfüllen. Dazu gehören: Print-Newsletter, telefonische Hotline, Internetseite, Fachartikel.

3.5.4.1 Print-Newsletter

Die ÖBS hat sich schon früh im Projekt mit der Frage einer kontinuierlichen Information zuhanden der teilnehmenden Landwirte befasst. Um die Landwirte regelmässig mit einer Auswahl von projektnahen Themen zu versorgen wurde beschlossen, in periodischen Abständen einen gedruckten Newsletter «oekobil.ch» mit folgendem Aufbau und Inhalt zu publizieren: Der Newsletter sollte mindestens vier Seiten A4 Text aufweisen und mehrmals jährlich erscheinen. Inhaltlich sollten Fachartikel, technische Informationen und Leitartikel von Projektteilnehmern publiziert werden. Zusätzlich erschien in jeder Ausgabe ein Porträt eines teilnehmenden Landwirts. (Newsletter siehe Anhang.) Die porträtierten Landwirte wurden jeweils vorgängig auf dem Hof besucht. Bis zum Projektabschluss wurden neun Newsletter-Ausgaben produziert.

3.5.4.2 Telefon-Hotline

Eigens für das Projekt wurde eine Telefon-Hotline eingerichtet. Zu Bürozeiten waren Mitarbeitende der ÖBS telefonisch erreichbar für technische Auskünfte zum Projekt. Die ÖBS stand sowohl den Landwirten als auch den Treuhandstellen als direkte Ansprechpartnerin zur Verfügung. Vor allem zu Projektbeginn und während den Jahreswechseln wurde die Hotline häufig angerufen.

3.5.4.3 Website

Die ÖBS hat eine eigene Internetseite mit dem Domainnamen www.oekobil.ch aufgeschaltet mit dem Ziel, den teilnehmenden Landwirten elektronische Informationen zum Projekthalt zur Verfügung zu stellen. Auch alle technischen Informationen und Hilfsdokumente, welche den Landwirten bei der Datenerfassung hilfreich waren, wurden aufgeschaltet.

3.5.4.4 Fachartikel

Während der Projektphase sind in den Fachmedien zwei bedeutende Artikel erschienen: in den bäuerlichen Fachmedien Mitte 2006 mit dem Thema «Betriebe gesucht» (Caron-Wickli, 2007) und im Frühling 2010 als Betriebsporträt unter einem Dossierbeitrag im Schweizer Bauer zum Thema «Landwirtschaftliche Ökobilanzen» (Aeschbacher und Baumgartner, 2010).

3.5.5 Interpretation der Ergebnisse ZA-ÖB durch die Landwirte

3.5.5.1 Ausgangslage für die Landwirte

Die Landwirte erhielten eine umfassende schriftliche Rückmeldung mit ihren Resultaten (siehe Kapitel 3.5.2). Trotz einiger Hilfestellungen wie Newsletter, Telefon-Hotline und Infoveranstaltungen waren die Landwirte doch weitgehend auf sich selbst gestellt mit der Interpretation ihrer Rückmeldungen. Angesichts der Tatsache, dass es sich um eine für die Praxis neue Thematik handelte, hat es uns interessiert, ob und wie die Landwirte die Deutung ihrer Ergebnisse bewältigt haben.

3.5.5.2 Was verstehen die Landwirte unter Ökobilanzen?

Der Begriff Ökobilanzen war zwar allen Landwirten im Projekt geläufig, allerdings gingen die Vorstellungen über den Inhalt und Zweck solcher Bilanzen recht weit auseinander. Über die generelle Methodik von Ökobilanzen mit den Elementen Systemgrenzen, Ökoinventar, Wirkungsabschätzung und Ergebnisse wusste erwartungsgemäss niemand Bescheid. Die Ökobilanz wurde dennoch von den meisten Landwirten korrekterweise als eine Methode auf-

gefasst, mit der die Umweltwirkungen des Betriebes erfasst werden können.

Dabei wurde Umweltwirkung sehr oft mit «Umweltverschmutzung» gleichgesetzt. Die anfänglichen Erwartungen vieler Landwirte richteten sich darauf aus, durch die Ökobilanz in Erfahrung zu bringen, ob ihr Betrieb punktuell «umweltschädlich» sei im Sinne von genau definierten «Lecks» oder Schwachstellen. Durch gezielte Informationen mit Newsletter und Erläuterungen bei den Betriebsrückmeldungen wurde versucht, den Begriff Ökobilanz von dieser eingeschränkten Sichtweise zu lösen. Sehr wichtig erschien uns dabei, dass die Ergebnisse als Potenzial einer Umweltwirkung aufzufassen sind und es sich nicht um gemessene und in absoluten Werten festgestellte Wirkung handelt.

Sehr oft wurden Ökobilanzen auch mit dem Thema Artenschwund verknüpft. Man erhoffte sich von einer Ökobilanz generell Aufschluss darüber, ob und allenfalls warum und wie der Betrieb zum Artenschwund beiträgt. Diesem Anspruch konnte die Ökobilanz nicht gerecht werden, da zum Zeitpunkt der Datenerfassung die Methodik für die Umweltwirkung «Biodiversität» noch nicht fertig entwickelt war.

Ebenfalls wichtig war für die Landwirte der Begriff «umweltschonende Produktion». «Umweltschonend» wurde dabei wiederum oft sehr punktuell verstanden, zum Beispiel in dem Umstand, dass kein Gift ins Grund- oder Oberflächenwasser gelangt oder dass keine Pestizidrückstände in Nahrungsmitteln festgestellt werden.

Im Projekt ZA-ÖB wurden die klassischen Umweltwirkungen auch ins Verhältnis gesetzt zu wirtschaftlichen Leistungen (Rohleistung) und zur Produktivität (MJ Verdauliche Energie). Diese Bezüge wurden vor allem in der Anfangsphase kaum in die Interpretation einbezogen. Durch gezielte Informationen im Verlauf des Projektes konnten die Teilnehmer darauf aufmerksam gemacht werden, dass umweltschonende Produktion als Zielsetzung nicht isoliert, sondern auch in Abhängigkeit des Einkommens und der Produktivität betrachtet werden sollte.

3.5.5.3 Möglichkeiten und Grenzen der Interpretation

Aus den Rückmeldungen der Landwirte lassen sich verschiedene Problemkreise bei der Interpretation der Ergebnisse eruieren.

• **Der Vergleichsbetrieb**

Die Funktion des Vergleichsbetriebes als Referenzgrösse war nicht für alle Landwirte in gleichem Masse verständlich und nachvollziehbar. Vor allem bei Betrieben mit grossen strukturellen Unterschieden zum Vergleichsbetrieb traten oft Probleme bei der Interpretation auf. Viele Landwirte monierten «unmögliche» Ergebnisse und hatten

meist in der Tat in dem Sinne Recht, als dass aufgrund der unterschiedlichen Vergleichsbasis nur eingeschränkt Aussagen zu gewissen Ergebnissen möglich waren. Vor allem betroffen waren Betriebe, bei denen einzelne Zuteilungskriterien dafür sorgten, dass die Klassierung nicht eindeutig vorgenommen werden konnte, respektive hart an den Grenzen eines Betriebstyps lagen. In diesen Fällen haben die Landwirte oft festgestellt, dass der Vergleich «hinkt».

Als weiterer Kritikpunkt wurde erwähnt, dass die Preisbasis der Vergleichsbetriebe nicht aktualisiert werde. Da gerade im Milchsektor grosse Fluktuationen im Gang waren während des Projektes, konnte es geschehen, dass Vergleiche in der wirtschaftlichen Effizienz ebenfalls (leicht) verzerrt wurden.

• **Systemgrenzen**

Die Landwirte haben sich oft schwer getan mit der Abgrenzung von Produkten in Bezug auf ihre Bewertung in der Ökobilanz. Vor allem die methodisch bedingte Tatsache, dass vorgelagerte Stufen in die Bilanzierung einbezogen werden müssen, stiess oft auf Unverständnis. Einerseits wurde das «Hoftor» als Systemgrenze bezeichnet und andererseits wurden der Bilanz Umweltwirkungen aus Vorstufen «angelastet». Als prominentes Beispiel sei die Produktion von Schweinefleisch erwähnt. Wird die Produktion aufgeteilt auf Ferkelproduzent und Mäster, so übernimmt der Mäster mit den Ferkeln auch die Umweltwirkungen dieser Tiere aus ihrem Vorleben beim Züchter. Aus demselben Grund können bei den Umweltwirkungen grosse Ausschläge vorkommen, wenn der Betrieb in einem bestimmten Jahr zum Beispiel wegen krankheitsbedingter Abgänge überdurchschnittlich viel Nutzvieh zukaufte. Interessanterweise wurde diese Thematik zum Beispiel bei Maschinen besser verstanden als bei Nutztieren. Hier war allgemein unbestritten, dass man nicht nur den Einsatz auf dem Betrieb bewerten kann, sondern auch die Herstellung etc.

Mit Informationen in Newslettern und bei den Informationsveranstaltungen wurde diese Thematik wiederholt angesprochen und erklärt. Ein Rest von Unsicherheit ist wohl dennoch bei einigen Projektteilnehmern geblieben. Sehr viele Schwierigkeiten bei der Suche nach den Ursachen von Umweltwirkungen konnten somit auf Unterschiede zum Vergleichsbetrieb oder eben Ereignisse in den Vorketten eines Produktes zurückgeführt werden.

• **Allokationen**

Die Zuordnung von gewissen Produktionsmitteln zu einem bestimmten Produkt aufgrund einer sogenannten Allokation bedurfte vertiefter Erläuterungen. Diese wurden dann aber allgemein gut verstanden, wenn man dazu taugliche Beispiele aus der Praxis heranzog. Als Beispiel diente oft der Traktor. Wollte man dessen Zuordnung zu den Erzeugnissen des Betriebes präzise vornehmen, so wäre der Landwirt gezwungen, einen protokollierenden

Fahrtenschreiber zu bedienen, der in der Lage wäre, jede Bewegung der Maschine dem richtigen Produkt oder Zweck zuzuordnen. Dass dies nicht praktikabel ist und die Zuordnung (Allokation) der Umweltwirkungen des Traktors deshalb aufgrund der wirtschaftlichen Leistung der einzelnen Produkte vorgenommen wurde, konnte so plausibel gemacht werden.

• Funktionelle Einheiten

Der Ansatz des Projektes, die Umweltwirkungen auf die Einheiten Fläche in Hektaren, Verdauliche Energie in Megajoule und Rohleistung in Franken zu beziehen, war anfänglich erklärungsbedürftig, wurde dann aber zunehmend geschätzt. Das Verständnis für die Bedeutung der drei Einheiten konnte im Laufe des Projektes klar gefördert werden und erlaubte den Projektteilnehmern, die Umweltwirkungen nicht als absolute und isolierte Grösse zu begreifen. Tendenziell haben sich die Landwirte zu Beginn des Projektes vor allem auf die Umweltwirkungen pro ha fokussiert.

3.5.5.4 Umsetzbarkeit und Handlungsspielraum

Die Landwirte stellten im Allgemeinen hohe Anforderungen an die Umsetzbarkeit der Ergebnisse in die Praxis. Der Wunsch nach rezeptmässigen Vorschlägen, die sich aus der Ökobilanz ableiten liessen, war gut spürbar. Hier mussten gewisse Grenzen festgestellt werden.

• Methodenbedingte Grenzen

Trotz eines hohen Grades der Detailtreue bei der Erfassung der Betriebsdaten ist es wohl unmöglich, die Komplexität eines Landwirtschaftsbetriebes derart abzubilden, dass man zum Beispiel ohne die erwähnten allgemeinen Allokationen ein direktes Ursache-Wirkungsprinzip bezeichnen könnte, welches jede Umweltwirkung präzise auf ihre Ursachen aufschlüsselt. Als Beispiel sei das Produktionsmittel «Maschinen» erwähnt. Bei den Maschinen erhält der Landwirt von der Ökobilanz eine Rückmeldung, die seinen Besatz an Maschinen in kg/ha und in Stück/pro ha ausdrückt. Zudem wird der Treibstoffverbrauch ausgewiesen. Mit diesen Indikatoren muss die Interpretation der Ergebnisse auskommen. Das reicht aus für eine allgemeine Standortbestimmung, aber noch nicht für eine detaillierte Analyse. Diese, und das haben viele Landwirte im Laufe des Projektes bestätigt, kann aber durchaus erfolgreich vorgenommen werden, wenn sich die Betriebsleiter individuell und fundiert mit ihrem Betrieb auseinandersetzen.

Diese detaillierte Analyse wurde aber oft von ZA-ÖB erwartet und es war auch eine der Aufgaben der ÖBS, die Grenzen der Methode aufzuzeigen und die grundsätzliche Bedeutung des Projektes zu würdigen.

• Harte und weiche Faktoren

Viele wesentliche Elemente einer Ökobilanz auf einem Landwirtschaftsbetrieb sind kurzfristig kaum zu beeinflus-

sen. So wird man bei Gebäuden stets an eine langfristige Nutzungsdauer gebunden sein, auch wenn diese Gebäude eine ungünstige Beurteilung bekommen haben. Dies gilt wohl auch bei Maschinen, vor allem bei grösseren und teuren Geräten. Diese «Grenzen» der Umsetzbarkeit führten manchmal zu einer gewissen Enttäuschung. Wichtig aber war es, auf die Bedeutung dieser Erkenntnisse hinzuweisen in Bezug auf künftige Investitionen.

• Hintergrundwissen

Für die richtige Deutung eines Ergebnisses muss oft ein umfangreiches Hintergrundwissen vorausgesetzt werden. Dieser Umstand wurde besonders deutlich bei den Umweltwirkungen «Toxizität» (Schadwirkungen Boden und Wasser). Die Toxizität einzelner Pestizide kann bei diesen Umweltwirkungen zu ausserordentlich hohen Ausschlägen führen, die, ohne Kenntnisse dieser Kenngrössen, nicht interpretierbar ist und deshalb auch nicht in wirkungsvolle Massnahmenvorschläge umgesetzt werden kann. Ähnliches gilt für Umweltwirkungen aus Düngemitteln oder Saatgutarten.

Gerade auch hier wäre eine Unterstützung und Begleitung durch die Beratung hilfreich für eine erfolgreiche Umsetzung von Massnahmen zur Reduktion der Umweltlast auf den Betrieben.

3.5.5.5 Zusammenfassung und Fazit

Die Interpretation der Ökobilanzen stellt recht hohe Anforderungen an die Betriebsleiterinnen und Betriebsleiter. Die Methode der Ökobilanzierung ist ihnen (noch) nicht geläufig und ihr Einsatz als Managementinstrument für Landwirtschaftsbetriebe noch nicht erprobt. Gewisse Grundkenntnisse aus den Bereichen natürliche Ressourcen und Umweltwirkungen sind Voraussetzung für ein gutes Verständnis der Ökobilanzen. Etliche dieser Kenntnisse konnten im Verlauf des Projektes vermittelt werden. Die meisten Projektteilnehmenden bekundeten grosses Interesse an diesen Fragen. Die Form der Rückmeldung und die eingesetzten Hilfsmittel haben sich in der Regel bewährt und wurden von den Projektteilnehmern positiv bewertet. Als besonders wertvoll wurden die Informationsveranstaltungen beurteilt.

Der Anspruch an die Umsetzbarkeit mit betriebspezifischen, klar umschriebenen Massnahmenvorschlägen konnte erwartungsgemäss nicht immer erfüllt werden, obwohl etliche Landwirte sich dies wünschten. Ein wichtiger Kritikpunkt war die oft eingeschränkte Vergleichbarkeit mit dem Vergleichsbetrieb und dessen mangelnde Aktualität in Bezug auf Produktpreise.

Die Verknüpfung von Umweltwirkungen mit Wirtschaftlichkeit und Produktivität hat die Projektteilnehmer auf die gegenseitigen Beziehungen und Abhängigkeiten dieser Bezugsgrössen sensibilisiert.

Der Betriebsvergleich mit der Positionierung des eigenen Betriebes wurde sehr geschätzt und diente oft als Anstoss zum eigenen Ergründen von Ursachen von Umweltwirkungen. Ein Beratungsbedarf zur Unterstützung der Landwirte ist erkennbar (Kapitel 4).

3.5.6 Literatur

Aeschbacher U. & Baumgartner D., 2010. Vom AgroTech zur SALCA-Ökobilanz. Schweizer Bauer, S. 19.
Caron-Wickli C., 2007. Über 250 Betriebe machen bereits mit. Bauernzeitung, S. 22.

4. Synthese

Nachfolgend werden die Schlussfolgerungen aus den einzelnen Ergebniskapiteln zusammengeführt und unter Berücksichtigung der strategischen Ziele und verschiedener Blickwinkel in einer Gesamtschau zusammengefasst.

4.1 Synthese der Resultate

Eine Optimierung der Umweltwirkung über alle drei Funktionen, nämlich Landbewirtschaftung, Produktion von Nahrungsmitteln und Erzielung eines Erlöses, ist herausfordernd. Auf der Ebene der Betriebstypen wurden die Handlungsfelder identifiziert und Ansatzpunkte zur Optimierung gefunden.

Innerhalb der Betriebstypen sind sowohl Betriebe mit gutem Arbeitsverdienst und guter Umweltleistung, als auch gegenteilige Betriebe zu finden. Auf Basis von Fallstudien und Gruppenvergleichen konnten Problemfelder identifiziert und erste Optimierungsmöglichkeiten gefunden werden. Damit lässt sich ein klares Optimierungspotenzial auf Stufe Betrieb ausmachen, wobei Ökonomie und Ökologie nicht im Widerspruch stehen müssen.

Die zu Projektbeginn angestrebte Stichprobengrösse von 300 Betrieben konnte nicht erreicht werden. Daher sind keine Aussagen zu einzelnen Regionen und zum gesamten Sektor möglich. Die Datenauswertungen zeigen, dass durch die vielfältig strukturierte Schweizer Landwirtschaft auch die Ergebnisse der Ökobilanzen eine grosse Variabilität zeigen. Damit ist deutlich geworden, dass eine Hochrechnung auf Sektorebene auch mit 300 Betrieben mit grossen Unsicherheiten behaftet gewesen wäre. Trotzdem erlaubt die Auswertung von 100 Betriebsdatensätzen Tendenzen bei den ökologischen Stärken und Schwächen der Schweizer Landwirtschaftsbetriebe zu erkennen.

Durch die grosse Variabilität innerhalb der Gesamtstichprobe beschränken sich die Aussagen vor allem auf die Ebene Betriebstyp. Und selbst hier gilt, dass die Vielfältigkeit der Betriebe innerhalb der definierten Betriebstypen so gross ist, dass kaum direkte Empfehlungen für die Praxis oder gar allgemeingültige Aussagen für diese Gruppen zu erstellen sind. Gleichwohl weist diese Variabilität auf ein vorhandenes Optimierungspotenzial hin. Durch die Analyse der Umweltprofile der verschiedenen Betriebstypen wie auch der Beiträge der Inputgruppen zu den jeweiligen Umweltwirkungen lassen sich der Handlungsbedarf für eine ökologische Optimierung sowie Optionen zur Verbesserung der Umweltwirkung ableiten. Gezielte Verbesserungen auf dem einzelnen Betrieb sind durch individuelle Analyse und gezielte Umsetzung auf dem Betrieb zu erreichen und führen in der Summe zu einer besseren Umweltleistung der gesamten schweizerischen Landwirtschaft.

4.2 Projektnutzen bezüglich Methodik und Instrumente

Die Methoden, die Softwareprogramme und der Datenfluss wurden erarbeitet und getestet und haben sich im Zusammenspiel mit den Akteuren bewährt. Die Stärken und Schwächen bezüglich Software-Einsatz sowie die Grenzen der Methodik wurden erkannt und lassen folgende Aussagen zu:

Eine umfangreiche Datenerfassung war im Projekt ZA-ÖB unabdingbar, aber für die Landwirte aufwändig. Für zukünftige Anwendungen besteht die Herausforderung, die Datenerfassung zu reduzieren. Wie weit dieses Potenzial ausgeschöpft werden kann, muss jedoch durch eingehende Analyse der Daten noch eruiert werden. Dies ist für die Praxistauglichkeit eines Managementinstrumentes unerlässlich.

Mit «ecobil.ch» wurde auf Basis eines Kooperationsvertrages der beteiligten Projektpartner ein Konsortium gegründet, um das vorhandene Know-how in die Praxis umzusetzen. Interessierten Produzenten, Verbänden und Grossverteilern soll die Dienstleistung bestehend aus Tools in Form von Methodik und Softwareprogrammen, sowie praxiserfahrenen Anwendern angeboten werden.

4.3 Projektnutzen für Praxis und Beratung

Mit den entwickelten und eingesetzten Tools lassen sich nicht nur Betriebe, sondern auch Produktgruppen beurteilen. Dies sollte von speziellem Interesse sein für zum Beispiel Grossverteiler oder Branchenorganisationen.

Die Beratung auf Stufe Betrieb muss, wenn sie bei den Landwirten erfolgreich sein will, einen hohen Praxisbezug aufweisen. Dies wurde mit den Betriebsrückmeldungen gut erreicht. Eine wichtige Bedingung dazu ist das Vorhandensein von guten Kenntnissen zu den Grundlagen der Ökobilanzierung bei den Landwirten und der Beratung.

Die Ergebnisse aus dem Projekt haben gezeigt, dass ein wichtiger nächster Schritt für die Verringerung der Umweltwirkung der Schweizer Landwirtschaft die einzelbetriebliche Beratung vor Ort ist. Flankierend dazu ist für eine Weiterbildung der Landwirte und der Berater zu sorgen, um das Verständnis für die Entstehung der Umweltwirkungen im Allgemeinen sowie für die Umweltleistung des Betriebes im Besonderen zu fördern. Zur Verbesserung des Betriebs in ökologischer und ökonomischer Richtung, wie auch als Beratungstool wäre auf der Basis der Ökobilanzierung ein Umweltmanagementsystem (UMS) analog zu ISO 14000 als geeignetes Instrument weiterzuentwickeln. Die theoretischen Grundlagen dafür stehen bereit.

4.4 Projektnutzen für die Forschung

Im Rahmen des Projekts wurde eine grosse Datenmenge gesammelt, die über den Projektzeitrahmen hinaus Auswertungen zulässt. Damit lassen sich Forschungshypothesen überprüfen sowie wissenschaftliche Auswertungen und Publikationen realisieren.

Die Verknüpfung von ökonomischen und ökologischen Daten ist wertvoll und ein wichtiger nächster Schritt hin zur Nachhaltigkeitsbeurteilung der Landwirtschaft. Die Ausdehnung der Ökobilanzierung auf die nachgelagerten Bereiche ist eine weitere Stossrichtung für die Forschung.

4.5 Projektnutzen für Agrarpolitik

Die Projekterkenntnisse tragen dazu bei, das Systemverständnis zu verbessern. So müssen auch vorgelagerte Bereiche wie Futterzukauf oder graue Energie in Zukunft bei der Ausgestaltung der Agrarpolitik vermehrt berücksichtigt werden.

Da es aufgrund der Vielfältigkeit der Betriebe keine allgemeingültigen Patentrezepte zur Reduktion der Umweltwirkungen geben wird, muss die Agrarpolitik noch mehr auf die Eigenverantwortung der Landwirte bauen. Dies setzt die Sensibilisierung der Landwirte für die Thematik der Umweltwirkung von Betrieben und eine gute Information der Landwirte voraus.

Die vorliegenden Ergebnisse zeigen, dass sich auf Betriebsebene eine Reduktion der Umweltlast erzielen lässt. Die grosse Streuung der Umweltwirkung der Betriebe weist auf ein grosses Optimierungspotential hin. Dabei schliessen sich gute Betriebsergebnisse für die Bereiche Ökonomie und Ökologie nicht per se aus. Massnahmen auf einzelbetrieblicher Ebene werden zu einer gesamtschweizerischen Verbesserung der Umweltleistungen des Sektors Landwirtschaft führen.

Mit dem Projekt ZA-ÖB wurden Grundlagen und Erfahrungswerte geschaffen, die im ähnlich gelagerten Folgeprojekt «Zentralen Auswertung von Agrar-Umwelt-Indikatoren (ZA-AUI)» eingesetzt werden. Unter anderem konnten Erkenntnisse aus Methodik und Ablauforganisation direkt dort umgesetzt werden.

4.6 Handlungsbedarf

Folgende Punkte sollten weiter verfolgt werden:

- Vertiefere Auswertung der vorhandenen Daten
- Vermehrter Einbezug des Themas Ökobilanzen in der Ausbildung und der Beratung von Landwirtinnen und Landwirten (der Lebenszyklusansatz sollte für die Zielgruppe nachvollziehbar sein)
- Landwirtschaftliche Praxis und Beratung brauchen ein praxistaugliches Umweltmanagementsystem (UMS); dieses ist noch zu entwickeln und zusammen mit der Praxis zu testen.

5. Anhang

5.1 Projektorgane und ihre Mitglieder

Projektoberleitung (POL)

Michael Winzeler (ART)
 Samuel Vogel (BLW)
 Markus Lips (ART)
 ehemalige Mitglieder:
 Hans-Jörg Lehmann (BLW)
 Stephan Pfefferli (ART)
 und als beratendes Mitglied: Anton Candinas (BLW)

Beirat

Alexandra Cropt (SBV)
 Bruno Meyer (KOLAS)
 Bendicht Mürger (SATV/ASAF)
 Hans Schüpbach (AGRIDEA Lindau)
 Stéphane Teuscher (BeratungsForum Schweiz)
 ehemalige Mitglieder
 Bruno Häller (BeratungsForumSchweiz)
 Markus Daepf (BeratungsForumSchweiz)
 Heinz Hänni (SBV)

Begleitgruppe

Yves Arrigo (ALP)
 Esther Bravin (ACW)
 Philippe Droz (AGRIDEA Lausanne)
 Norbert Egli (BAFU)
 Florian Kohler (BFS)
 Marcel Liner (Pro Natura)
 Christian Schader (FiBL)
 Fredy Trefny (KVU)
 Erich Waldmeier (AGRIDEA Lindau)
 ehemalige Mitglieder
 Hans-Dieter Hess (ALP)
 Gérald Ahlès (BFS)
 Marcus Ulber (Pro Natura)
 Thomas Alföldi (FiBL)
 Matthias Zürcher (ACW)

Tabelle 31: Definition der Betriebstypen gemäss Typologie FAT99 S4. Quelle (Meier, 2000).

S4	Betriebstyp	GVE/ LN	OA/ LN	SKul/ LN	Gemüse/ LN	Obst/ LN	Reben/ LN	RiGVE/ GVE	VMiK/ RiGVE	MAK/ RiGVE	PSZ/ GVE	SG/ GVE	Schweine- GVE/GVE	Geflügel- GVE/GVE	Andere
11	Ackerbau	max. 1	über 70 %	max. 10 %											
13	Gemüse-/Gartenbau	max. 1			über 10 %	max. 10 %	max. 10 %								
14	Obstbau	max. 1			max. 10 %	über 10 %	max. 10 %								
15	Weinbau	max. 1			max. 10 %	max. 10 %	über 10 %								
16	Andere Spezialkulturen	max. 1		über 10 %											Nicht 13-15
21	Verkehrsmilch		max. 25 %	max. 10 %				über 75 %	über 25 %	max. 25 %					
22	Mutterkühe		max. 25 %	max. 10 %				über 75 %	max. 25 %	über 25 %					
23	Anderes Rindvieh		max. 25 %	max. 10 %				über 75 %							Nicht 21, 22
31	Pferde/Schafe/Ziegen		max. 25 %	max. 10 %							über 50 %				
42	Schweine		max. 25 %	max. 10 %									über 50 %		
43	Geflügel		max. 25 %	max. 10 %										über 50 %	
44	Andere Veredlung		max. 25 %	max. 10 %								über 50 %	max. 50 %	max. 50 %	
51	Kombiniert Verkehrsmilch/Ackerbau		max. 40 %					über 75 %	über 25 %	max. 25 %					Nicht 11-44
52	Kombiniert Mutterkühe							über 75 %	max. 25 %	über 25 %					Nicht 11-44
53	Kombiniert Veredlung											über 25 %			Nicht 11-44
55	Kombiniert Andere/Verkehrsmilch							über 75 %	über 25 %	max. 25 %					Nicht 11-53
56	Kombiniert Andere/Rindvieh							über 75 %	max. 25 %	max. 25 %					Nicht 11-53
57	Kombiniert nicht zuteilbar														Nicht 11-53

Die Kriterien in einer Zeile müssen alle gleichzeitig erfüllt sein.

Abkürzungen:

GVE
 LN
 GVE/LN
 OA/LN
 SKul/LN
 Gemüse/LN
 Obst/LN

Grossvieheinheiten
 Landwirtschaftliche Nutzfläche
 Viehbesatz je ha LN
 Anteil offene Ackerfläche an LN
 Anteil Spezialkulturen an LN
 Anteil Gemüse- und Gartenbaufläche an LN
 Anteil Obstfläche an LN

Reben/LN
 RiGVE/GVE
 VMiK/RiGVE
 MAK/RiGVE
 PSZ/GVE
 SG/GVE
 Schweine-GVE/GVE
 Geflügel-GVE/GVE

Anteil Rebfläche an LN
 Anteil Rindvieh-GVE am Gesamtviehbestand
 Anteil Verkehrsmilchkühe in GVE am Rindviehbestand
 Anteil Mutter-/Ammenkühe in GVE am Rindviehbestand
 Anteil Pferde-, Schaf- und Ziegen-GVE am Gesamtviehbestand
 Anteil Schweine- und Geflügel-GVE am Gesamtviehbestand
 Anteil Schweine-GVE am Gesamtviehbestand
 Anteil Geflügel-GVE am Gesamtviehbestand

and

5.2 Betriebstypologie

Die Betriebstypologie dient dazu, Betriebe mit ähnlicher Produktionsausrichtung in Gruppen zusammenzufassen. Bei der Betriebstypologie FAT99 erfolgt die Einteilung der Betriebe ausschliesslich auf der Basis von physischen Kriterien (Meier, 2000), nämlich Flächenanteile und Grossvieheinheiten (GVE) verschiedener Tierkategorien. In Tabelle 31 ist die Typologie in der Variante S4 dargestellt.

5.3 Zentrale Auswertung von Buchhaltungsdaten

Die Grundgesamtheit, die in der Zentralen Auswertung von Buchhaltungsdaten (ZA-BH) anhand einer Stichprobe von 3000 bis 4000 Betrieben abgebildet werden soll, beinhaltet alle Betriebe, die eine gewisse Mindestgrösse überschreiten (Meier, 2000). Eine Zufallsstichprobe ist mit dem vorhandenen System nicht möglich, da der Verbreitungsgrad der Buchhaltung auf Teilkostenebene zu gering ist. Die Zusammensetzung der Stichprobe wird gesteuert, indem ein geschichteter Auswahlplan⁴ und eine differenzierte Entschädigung, die das Angebot in den verschiedenen Schichten berücksichtigt, verwendet wird. Da die Zusammensetzung der Referenzbetriebe in der Stichprobe nicht der Zusammensetzung der Grundgesamtheit entspricht, können bei einer Hochrechnung auf den Sektor Landwirtschaft systematische Verzerrungen der Ergebnisse entstehen. Mit einer Gewichtung können solche Unter- und Übervertretungen korrigiert und die mittlere betriebliche Struktur kann weitgehend an die Grundgesamtheit angepasst werden. Im Vergleich zu ungewichteten Ergebnissen lässt sich bereits dadurch eine verbesserte Aussagekraft für die gesamte Landwirtschaft erzielen (Meier, 2000). Bei den in diesem Bericht verwendeten Daten auf einzelbetrieblicher Ebene war aufgrund der relativ wenigen Beobachtungen keine Gewichtung sinnvoll.

Grundlage bildet bei der ZA-BH die Gruppierung der Betriebe der Grundgesamtheit und der Referenzbetriebe nach folgenden Kriterien:

- 11 Betriebstypen nach Betriebstypologie FAT99/S3 (siehe Meier, 2000)

- 5 Grössenklassen nach landwirtschaftlicher Nutzfläche (<10; 10-20; 20-30; 30-50; >50 ha)

- 3 Regionen analog zum Agrarbericht (BLW, 2009):
 - Talregion (Talzone)
 - Hügelregion (Hügelzone, Bergzone I)
 - Bergregion (Bergzonen II bis IV)

Bei dieser sogenannten Schichtung werden somit 11 x 5 x 3 = 165 Schichten (Betriebsgruppen) gebildet.

5.4 Geplanter Auswahlplan und Schichtung der Stichprobe

Tabelle 32: Vorgabe Auswahlplan ZA-ÖB für das Erfassungsjahr 2006.

Betriebstyp	LBF	Tal	Hügel	Berg	Total Soll
11 Ackerbau		16			16
13 Gemüse-/Gartenbau		4			4
14 Obstbau		4			4
15 Weinbau		3			3
16 Andere Spezialkulturen					0
21 Verkehrsmilch	Nicht-Bio	12			12
	Bio	4			4
22 Mutterkühe	Nicht-Bio			4	4
	Bio			4	4
23 Anderes Rindvieh				6	6
31 Pferde/Schafe/Ziegen				4	4
42 Schweine		4			4
43 Geflügel		3			3
44 Andere Veredlung					0
51 Komb. Verkehrsmilch/Ackerbau		16			16
52 Kombiniert Mutterkühe		4			4
53 Kombiniert Veredlung		16			16
55 Komb. Andere/Verkehrsmilch		6			6
56 Kombiniert Andere/Rindvieh					0
57 Kombiniert nicht zuteilbar					0
Total Soll		92	0	18	110

⁴ Die Betriebe werden aufgrund von fünf Grössenklassen, 11 Betriebstypen und drei Regionen in verschiedene Schichten aufgeteilt. Der Auswahlplan gibt für jede Schicht die anzustrebende Anzahl Betriebe vor, welche aufgrund der Anzahl Betriebe in der Grundgesamtheit der entsprechenden Schichten und der gesamthaft angestrebten Stichprobengrösse bestimmt wird.

Tabelle 33: Vorgabe Auswahlplan ZA-ÖB für die Erfassungsjahre 2007/08

Betriebstyp		LBF	Tal	Hügel	Berg	Total Soll
11	Ackerbau		19	0	0	19
13	Gemüse-/Gartenbau		4	0	0	4
14	Obstbau		9	0	0	9
15	Weinbau		3	0	0	3
16	Andere Spezialkulturen		3	0	0	3
21	Verkehrsmilch	Nicht-Bio	17	32	30	79
		Bio	5	3	6	14
22	Mutterkühe	Nicht-Bio	3	3	4	10
		Bio	1	2	7	10
23	Anderes Rindvieh		1	3	16	20
31	Pferde/Schafe/Ziegen		0	3	5	8
42	Schweine		5	4	1	10
43	Geflügel		3	2	0	5
44	Andere Veredlung		0	0	0	0
51	Komb. Verkehrsmilch/ Ackerbau		21	3	0	24
52	Kombiniert Mutterkühe		9	1	0	10
53	Kombiniert Veredlung		17	10	3	30
55	Komb. Andere/Verkehrsmilch		12	6	0	18
56	Kombiniert Andere/Rindvieh		8	2	0	10
57	Kombiniert nicht zuteilbar		7	4	3	14
Total Soll			147	78	75	300

5.5 Definition ausgewählter ökonomischer Kennzahlen

Rohleistung (nach ZA-BH)

Gesamtwert aller im Laufe des Rechnungsjahres erzeugten Produkte und Dienstleistungen, die nicht innerhalb des Betriebs verbraucht werden. Interne Lieferungen werden deshalb nicht erfasst. Die Rohleistung setzt sich zusammen aus Leistungen aus Verkäufen, Direktzahlungen, allen externen Lieferungen (Gütern, Dienstleistungen, Wohnungsmiete) sowie Wertveränderungen der Tierbestände und der selbstproduzierten Vorräte (Hausheer Schnider, 2011).

Rohleistung Allokation ZA-ÖB

Rohleistung, welche den in ZA-ÖB definierten Produktgruppen direkt zugeteilt werden kann. Sie beinhaltet die Rohleistungen aus der Tier- und Pflanzenproduktion (ohne Wald), aus der Lohnmast sowie die zuteilbaren Direktzahlungen. Diese Rohleistung wird verwendet für

die finanziellen Allokationen der Ökobilanzberechnungen auf Ebene Produktgruppe (Kapitel 2.2.5) und wenn die Rohleistung pro Produktgruppe als wirtschaftliche Kennzahl dargestellt wird.

Rohleistung ZA-ÖB

Enthält die Rohleistung aus landwirtschaftlicher Produktion ohne Wald, die Lohnmast aus der Paralandwirtschaft und alle Direktzahlungen. Sie ist auf die Systemgrenzen der Ökobilanz ausgerichtet und wird für alle Auswertungen und als funktionelle Einheit auf Ebene Gesamtbetrieb verwendet.

Fremdkosten

Kosten der Produktionsfaktoren, die Aussenstehende zur Verfügung stellen, im Gegensatz zu Eigenkosten. Zu den Fremdkosten gehören Sachkosten und die Strukturkosten 2 (Personalkosten, Schuldzinsen, Pacht- und Mietzinsen, Finanzaufwand/-ertrag) (Hausheer Schnider, 2011).

Betriebseinkommen

Vom landwirtschaftlichen Betrieb erwirtschafteter Jahresüberschuss, der als Entschädigung für die auf dem Betrieb geleistete Arbeit und als Entschädigung für das im Betrieb eingesetzte Kapital zur Verfügung steht. Dabei wird folglich nicht zwischen eigenen und fremden Ressourcen unterschieden. Rohleistung total minus Sachkosten (Hausheer Schnider, 2011).

Arbeitsverdienst

Der Arbeitsverdienst wird definiert als der vom landwirtschaftlichen Betrieb erwirtschaftete Jahresüberschuss, der als Entschädigung für die auf dem Betrieb geleistete Arbeit von nichtentlohnenden Familienarbeitskräften zur Verfügung steht. Er berechnet sich aus dem landwirtschaftlichen Einkommen abzüglich des Zinsanspruchs für das auf dem Betrieb eingesetzte Eigenkapital (nach Hausheer Schnider, 2011).

Jahresarbeitsseinheit (JAE)

Mass für die Anzahl beschäftigter Personen, wobei eine Person maximal einer JAE entspricht und teilzeitlich Beschäftigte auf der Basis von 280 Arbeitstagen (= 1 JAE) angerechnet werden (Hausheer Schnider, 2011).

Familienjahresarbeitsseinheit (FJAE)

Alle nicht entlohnenden Arbeitskräfte (meist Familienangehörige) in Jahresarbeitsseinheiten (JAE; Hausheer Schnider, 2011).

Arbeitsverdienst je Familienjahresarbeitskraft (in FJAE)

Vom landwirtschaftlichen Betrieb erwirtschafteter Jahres-

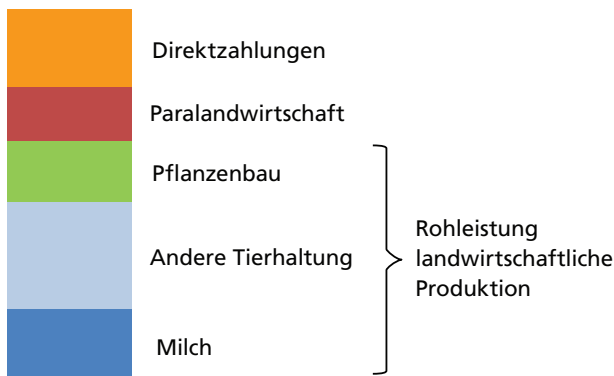
ZA-BH

Abbildung 62: Zusammensetzung der Rohleistung aus der ZA-Buchhaltung (qualitative Darstellung). Die Rohleistung kann unterteilt werden in die Rohleistung aus der landwirtschaftlichen Produktion, die Rohleistung aus Paralandwirtschaft sowie Direktzahlungen.

überschuss, der als Entschädigung für die auf dem Betrieb geleistete Arbeit von nichtentlohnten Familienarbeitskräften zur Verfügung steht – umgerechnet auf eine Familienjahresarbeitseinheit. Arbeitsverdienst der Familienarbeitskräfte geteilt durch Anzahl Familienjahresarbeitseinheiten (Hausheer Schnider, 2011).

5.5.1 Literatur

Hausheer Schnider J., 2011. Glossar der Zentralen Auswertung von Buchhaltungsdaten: www.agroscope.admin.ch/zentrale-auswertung > Publikationen > Methodische Grundlagen. [17.5.2011]

5.6 Allokation und Zuweisung

Im Projekt ZA-ÖB wird eine Aufteilung der Umweltwirkungen auf die Produktgruppen vorgenommen. Dabei muss festgelegt werden, wie die Inputs, Prozesse und Infrastruktur auf die 14 Produktgruppen (PG; siehe 2.2.3.2) aufzuteilen sind. Diese Aufteilung wird nicht durch den Landwirt selbst vorgenommen, weil es sich in den Vorabklärungen als zu schwierig erwies und ein einheitliches Vorgehen für alle Betriebe nicht garantiert gewesen wäre.

Unter Aufteilung werden hier folgende zwei Vorgehensweisen zusammengefasst:

- die Allokation gemäss ISO-Norm 14044 (2006) und
- die eindeutige Zuweisung eines Inputs zu einer Produktgruppe.

Im Fall b) ist keine eigentliche Allokation erforderlich, sondern der betreffende Input wird ganz zu einer bestimmten Produktgruppe zugewiesen. Dies ist der Fall für alle eindeutig zuweisbaren Inputs, zum Beispiel ein Melkstand,

welcher direkt der PG Milch, oder ein Schweinemaststall, welcher ganz der PG Schweinemast zugewiesen werden kann.

Die Definition der Allokationsschlüssel für alle nicht eindeutig zuweisbaren Inputs geschieht auf zwei Ebenen:

- **Gesamtbetrieb:** Für Gebäude, Maschinen, Energieträger und Hilfsstoffe, Futtermittel, Tiere und direkte Stallmissionen. Auf Stufe Betrieb kommen mehrere Allokationsschlüssel zum Einsatz.
- **Parzelle:** Für direkte Feldemissionen und alle Inputs, welche sich aus den parzellenbezogenen Massnahmen ergeben, nämlich Saatgut, Dünger und PSM. Für jede Parzelle wird genau ein Allokationsschlüssel definiert.

Auf der Ebene Betrieb gelten folgende Allokationsprinzipien:

1) Physisch aufgrund

- der Flächen (ha LN) in den einzelnen, auf dem Betrieb vorkommenden Produktgruppen
- der Grossvieheinheit (GVE) in den einzelnen, auf dem Betrieb vorkommenden Produktgruppen der tierischen Produktion (d. h. nur die Produktgruppen B1 bis B6; siehe Tabelle 5)

2) Ökonomisch, aufgrund der «Rohleistung Allokation ZA-ÖB» (siehe Anhang 5.5) aller Produktgruppen

Ein Allokationsfaktor ist definiert als Faktor (Wert zwischen 0 und 1), welcher den Anteil des Inputs, Prozesses oder der Infrastruktur festlegt, welcher der jeweiligen Produktgruppe zugeteilt wird.

Der Allokationsschlüssel ist definiert als die Gesamtheit der 14 Allokationsfaktoren, welche festlegen, wie ein bestimmter Input, Prozess oder eine bestimmte Infrastruktur auf die verschiedenen Produktgruppen aufgeteilt wird. Die Summe der 14 Zahlen muss 1 ergeben.

Dazu werden vier Grund-Allokationsschlüssel benötigt, welche aus den Betriebsangaben zu ermitteln sind. Alle weiteren Allokationsschlüssel lassen sich aus diesen vier Grund-Schlüsseln ermitteln. Diese sind:

- 1) Rohleistung Allokation ZA-ÖB (CHF) der verschiedenen Produktgruppen. Diese Angabe dient gleichzeitig der Information, welche Produktgruppen auf dem Betrieb überhaupt vorkommen (nämlich wenn die Rohleistung der Produktgruppe grösser Null ist). Beispiel: Allgemeines Gebäude, wie Werkstatt, wird gemäss der Rohleistung der Produktgruppen auf diese aufgeteilt.
- 2) Landwirtschaftliche Nutzfläche (ha LN) in den verschiedenen Produktgruppen. Diese wird über die Parzellenfläche und die Parzellen-Allokationsschlüssel berechnet.

net. Beispiel: Der Traktor, welcher in allen Bereichen des Betriebs eingesetzt wird, wird entsprechend der landwirtschaftlichen Nutzfläche der vorkommenden Produktgruppen aufgeteilt.

- 3) Grossvieheinheit (GVE) in den verschiedenen Produktgruppen. Diese Zahlen werden aus der ZA für die Tierkategorien ermittelt. Innerhalb der Tierkategorien wird eine ökonomische Allokation vorgenommen. Beispiel: Das Futter- und das Hofdüngerlager werden nach der Anzahl GVE der jeweiligen tierischen Produktgruppen aufgeteilt.
- 4) Offene Ackerfläche (ha OA) in den verschiedenen Produktgruppen. Beispiel: Maschinen zur Bodenbearbeitung werden gemäss den Flächenanteilen der jeweiligen Produktgruppen an der offenen Ackerfläche aufgeteilt.

Die Allokationsschlüssel für die Parzellen ergeben sich aus den angebauten Kulturen, deren Produkten und der Verwertung dieser Produkte (Verkauf, Verfütterung an eigene Tiere, Verwendung als Saatgut im Betrieb). Für jede Parzelle wird ein spezifischer Allokationsschlüssel erstellt.

5.7 Ökoinventare

5.7.1 Futtermittel

Tabelle 34: Zusammensetzung der Futtermischungen für die Berechnung der Ökoinventare

siehe rechts

Tabelle 34: Zusammensetzung der Futtermischungen für die

Input	Futtermischung Durchschnitt CH (skaliert)	Futtermischung Mastvieh Silage	Futtermischung Milchvieh Getreide
Dextrin und andere modifizierte Stärken (kg)	0.028633097		
Diffusionsschnitzel (kg)			
Dikalziumphosphat (kg)			0.006
FAG-S 365 Sauen (kg)			
FAG-S 367 Mast (kg)			
Fett oder Oel, pflanzl. (kg)	0.044892147	0.01	0.01
Futtererbsen (kg)	0.018320858		
Futtergerste (kg)	0.148819946		0.33
Futterhafer (kg)	0.026517553		
Futtermais (kg)	0.170079024	0.16	0.3
Futterreis (kg)	0.028163545		
Futterroggen (kg)	0.006495687		
Futterrüben (kg)	0.07202063		
Futterweizen (kg)	0.057558545	0.16	0.3
Glucose und Fructose (kg)	0.010918691		
Kartoffelprotein (kg)	0.009645654		
KSK (kg)		0.06	0.016
Leinkuchen (kg)			
L-Lysin-HCl (kg)			
L-Threonin (kg)			
L-Tryptophan (kg)			
Magnesiumoxyd (kg)			0.003
Maiskleber 60% RP (kg)	0.031985855	0.07	
Mischfett 50/50 (kg)			
Müllereiprodukte (kg)	0.04976999		
Natriumchlorid (kg)			0.005
Pellan (kg)			
Raps-Extraktionsschrot (kg)	0.035265044		
Rapskuchen (kg)	0.031831043	0.1	
Soja-Extraktionsschrot (kg)	0.025133205	0.31	
Sojakuchen n entsch(kg)	0.114383335		
Sojaoel (kg)			
Triticale (kg)	0.044141759	0.1	
Trockenkartoffeln (kg)	0.007740577		
übrige Ölfrüchte (kg)	0.00868288		
Weizenstaerke (kg)			
Zuckerrübenmelasse (kg)	0.029000935	0.03	0.03

Berechnung der Ökoinventare					
Futtermischung Mastvieh 26% RP	Futtermischung Milchvieh 16% RP	Futtermischung Milchvieh Protein-konzentrat	Futtermischung Mastschweine	Futtermischung Säugende Sauen	
			0.092		
0.004	0.005		0.0078	0.0089	
				0.004	
	0.01		0.004		
0.015		0.01			
0.23	0.3		0.2	0.099	
			0.04		
0.1	0.255		0.1	0.1	
0.1	0.2		0.2	0.5	
			0.03	0.039	
0.019	0.017	0.022	0.0081	0.0107	
				0.062	
				0.0036	
				0.0007	
				0.0001	
0.002	0.003	0.004			
0.075	0.025	0.2			
			0.0005		
0.005	0.005	0.004	0.0026	0.0051	
			0.003	0.004	
0.1	0.05	0.21			
			0.03	0.03	
0.32	0.1	0.5			
			0.2	0.1	
				0.033	
			0.082		
0.03	0.03	0.05			

Tabelle 35: Getroffene Nahrungen für die Berechnung der Ökoinventare Mischfutter		
Inhaltsstoff	Nahrung (Modul)	Umrechnungsfaktor
Dextrin und andere modifizierte Stärken	Chemicals organic, at plant	
Dikalziumphosphat	Chemicals inorganic, at plant	
FAG-S 365 Sauen (Vitamine und Spurenel.)	Chemicals inorganic, at plant	
FAG-S 367 Mast (Vitamine und Spurenel.)	Chemicals inorganic, at plant	
Fett oder Oel, pflanzlich	Rapsöl	
Futterhafer	Wintergerste	
Futtermehl	Weizen	
Glucose und Fructose	Chemicals organic, at plant	
Leinkuchen	Rapskuchen	
L-Lysin, L-Threonin, L-Tryptophan	Methionin synthetic, at plant	
Maiskleber	Maisstärke	
Mischfett	Rapsöl	
Müllereiprodukte	Weizen	
Pelland	Chemicals organic, at plant	
Rückstände aus Stärkegewinnung	Nicht berücksichtigt (Abfallprodukt)	
Triticale	Winterroggen	
Trockenkartoffeln	Kartoffeln, IP, ab Hof	4.54*
übrige Ölfrüchte	Soya beans conventional, at farm BR	
Weizenstärke	Maisstärke	

* Umrechnung über Wassergehalt Kartoffeln

Tabelle 36: Annahmen für Distanzen und Transportmittel der importierten Futtermittel

Herkunftsland	Transporte (km) mit			
	32-t-LKW	Bahn	Binnen-schiff	Über-see-Schiff
D, F, I, A	600			
übriges Europa	1000			
USA	1500	100	700	6550
Australien	1500	100	700	21 424
Brasilien	950	100	700	10 282
China		100	700	19 481
Aegypten	600		100	2600
Südamerika	200	100	700	11 555
Asien		100	700	15 000

Für den Transport bis zum Endverbraucher wurde bei allen Modulen 70 km mit einem 28-t-LKW dazugerechnet.

Tabelle 37: Produktion, Import und Konsum von Futtermitteln in der Schweiz. Die Zahlen sind in t/Jahr ausgedrückt und beziehen sich auf das Jahr 2005.

Feedstuff	Production CH (t/year)	Import CH (t/year)	Consumption CH (t/year)	Import (%)	Main producing countries
Fodder wheat	44500	45475	89975	51	France 49%, Germany 45%, Europe
Fodder rye	9400	754	10154	7	Germany 97%, Hungary 3%
Fodder barley	231200	1434	232634	1	Germany 57%, Franke 30%, Austria 10%, Europe
Fodder oat	15300	26152	41452	63	Germany 55%, Czech Republic 34%, Australia 5%, Europe
Triticale	69000	2	69002	0	Switzerland 100%
Other fodder grains	1300	3185	4485	71	France 47%, Netherlands 26%, Hungary 15%, Europe, USA, China
Fodder maize	198400	67466	265866	25	France 36%, Germany 34%, Europe
Fodder rice	0	44025	44025	100	Brasil 56%, Egypt 19%, Uruguay 12%, America, Europe
Total fodder grain	569100	188493	757593	25	
Fodderbeet	112000	582	112582	1	France 47%, Germany 26%, Western Europe
Fodder peas	17800	10839	28639	38	France 69%, Germany 21%, Europe
Field beans	1200	215	1415	15	Germany 93%, Netherlands 7%
Vetches and lupins	300	170	470	36	Netherlands 98%, Germany, Belgium
Other legumes	3600	3076	6676	46	Netherlands 62%, Germany 27%, Belgium 11%
Total legumes	22900	14300	37200	38	France 67%, Germany 23%, Europe

Soybeans and soybean meal (only for animal feed)	0	1123	1123	100	Brasil 53%, Austria 22%, France 20%, Europe
Soybeans and soybean meal (oil milling and animal feed)	0	39288	39288	100	Brasil 88%, France, Italy, China 2%
Rapeseeds and rapemeal	53700	1426	55126	3	France 43%, Italy 24%, Romania 22%, Germany 11%
Oilcake rapeseed	40700	9058	49758	18	Germany 60%, France 31%, Western Europe
Oilcake soybeans	0	178803	178803	100	Brasil 52%, Netherlands 29%, France 13%, Western Europe
Linseed cake	0	283	283	100	Germany 56%, Belgium 35%, France 9%
Other oilseeds	0	13573	13573	100	Brasil 53%, Netherlands 21%, France 12%, Germany 8%
Total oilseeds	94400	243554	337954	72	Brasil 53%, Netherlands 21%, France 12%, Germany 8%,
Bran		762	762	100	Germany 77%, France 17%, USA 5%, Western Europe
Milling products	74200	3600	77800	5	France 35%, Hungary 27%, Germany 18%, USA 6%, Europe, Africa, South America, Asia
Fodder malt		434	434	100	Germany 100%
Fats or oils, vegetal		70175	70175	100	Netherlands 98%, Neighbouring countries, Spain
Bread crumbs		1360	1360	100	Germany 100%
Wheat starch		1400	1400	100	Germany 79%, Belgium 21%
Maize starch		247	247	100	Germany 79%, Europe
Maize gluten	0	50000	50000	100	China 80%
Dextrin and other starch		44759	44759	100	Germany 96%, Western Europe, Ecuador
Dried potatoes	12100	0	12100	0	CH 100%
Sugar beet molasses	45126	208	45334	0	Germany 96%, France, Netherlands
Sugarbeetpulp	249846	0	249846	0	CH 100%
Glucose and fructose		17068	17068	100	Netherlands 47%, China 31%, Western Europe
Meat flour and pellets	0	2551	2551	100	Germany 39%, other Europe 39%, Chile & Australia 2%
Fish flour	0	6335	6335	100	Denmark 47%, Germany 44%, Western Europe
Skimmed milk and whey powder	7100	0	7100	0	CH 100%
Feed yeast	700	5916	6616	89	Czech Republic 48%, Germany 41%, Europe
Grape-, apple- and pear pulp		900	900	100	Germany 100%
Potato protein	0	15078	15078	100	Germany 83%, Europe
Residues of starch manufacturing		43959	43959	100	China 23%, Germany 13%, USA 9%, Europe
Dicalciumphosphat		5046	5046	100	Neighbouring countries 23%, EU 77%
Lysin		2538	2538	100	China 32%, Asia 22%, EU 20%, Neighbouring countries 17%, USA 9%
NaCl		44981	44981	100	Neighbouring countries 90%, EU 9%, Jordan

5.7.2 Landwirtschaftliche Gebäude

Tabelle 38: Erstellte Gebäudeinventare mit Bezeichnung der funktionellen Einheit und der angenommenen Lebensdauer

Gebäude	Funktionelle Einheit	Lebensdauer
Bewässerungsleitung	1 Laufmeter	25 Jahre
Pumpstationshäuschen, Mauer-Beton-Konstruktion, nicht isoliert	1 m ³ Gebäudevolumen	50 Jahre
Dürrfutterlager ohne Belüftung (Holz n. isol.)	1 m ³ Lagervolumen	50 Jahre
Dürrfutterlager mit Kaltbelüftung (Holz n. isol.)	1 m ³ Lagervolumen	50 Jahre
Dürrfutterlager mit solarer Belüftung (Holz n. isol.)	1 m ³ Lagervolumen	50 Jahre
Kraftfutterbehälter Kunststoff (Trevira)	1 m ³ Lagervolumen	20 Jahre
Kraftfuttersilo Metall (Stahl)	1 m ³ Lagervolumen	20 Jahre
Hochsilo Kunststoff	1 m ³ Lagervolumen	25 Jahre
Hochsilo Holz	1 m ³ Lagervolumen	25 Jahre
Hochsilo Stahl	1 m ³ Lagervolumen	25 Jahre
Flachsilo (Beton)	1 m ³ Lagervolumen	25 Jahre
Abladegebläse/Teleskopverteiler	1 Stück	15 Jahre
Greifer	1 Stück	20 Jahre
Güllesilo, Beton, offen	1 m ³ Lagervolumen	40 Jahre
Güllesilo, Metall, offen	1 m ³ Lagervolumen	25 Jahre
Güllesilo, Beton, mit Abdeckung	1 m ³ Lagervolumen	40 Jahre
Güllesilo, Metall, mit Abdeckung	1 m ³ Lagervolumen	25 Jahre
Eimermelkanlage	1 GVP	12 Jahre
Rohrmelkanlage	1 GVP	12 Jahre
Melkstand	1 Standplatz	50 Jahre
Milchkühltank/-wanne	1 m ³ Lagervolumen	10 Jahre
Kälberiglu 1 Tier	1 Stück	20 Jahre
Kälberiglu Gruppenhaltung	1 Kälberplatz	20 Jahre
Anbindestall, Rindvieh, Mauer-Beton-Konstruktion	1 GVP	50 Jahre
Vollspaltenbodenstall Rindvieh, Holzkonstruktion nicht isoliert	1 GVP	50 Jahre
Vollspaltenbodenstall Rindvieh, Metallkonstruktion nicht isoliert	1 GVP	50 Jahre
Boxenlaufstall, Rindvieh, Holzkonstruktion nicht isoliert	1 GVP	50 Jahre
Boxenlaufstall, Rindvieh, Metallkonstruktion	1 GVP	50 Jahre
Boxenlaufstall, Rindvieh, Minimalstall	1 GVP	50 Jahre
Teilspaltenbodenstall, Schweinemast (Mauer-Betonkonstruktion)	1 Schweinemastplatz (SMP)	50 Jahre
Vollspaltenbodenstall, Schweinemast (Mauer-Betonkonstruktion)	1 Schweinemastplatz (SMP)	50 Jahre
Abferkelstall mit Kastenständen (Mauer-Betonkonstruktion)	1 Abferkelplatz	50 Jahre
Abferkelstall ohne Fixation (Mauer-Betonkonstruktion)	1 Abferkelplatz	50 Jahre
Schweinegaltstall mit Kastenständen (Mauer-Betonkonstruktion)	1 Galtsauenplatz	50 Jahre
Jagerstall, Teilspaltenboden (Mauer-Betonkonstruktion)	1 Jagerplatz	50 Jahre
Jagerstall Flatdeck, Mauer-Beton-Konstruktion	1 Jagerplatz	50 Jahre

Fortsetzung Tabelle 38

Gebäude	Funktionelle Einheit	Lebensdauer
Legehennenstall: Bodenhaltung, Holzkonstruktion isoliert, ohne Wintergarten	1 Geflügelplatz	50 Jahre
Legehennenstall: Bodenhaltung, Metallkonstruktion isoliert, ohne Wintergarten	1 Geflügelplatz	50 Jahre
Legehennenstall: Volierenhaltung, Holzkonstruktion isoliert, ohne Wintergarten	1 Geflügelplatz	50 Jahre
Legehennenstall: Volierenhaltung, Metallkonstruktion isoliert, ohne Wintergarten	1 Geflügelplatz	50 Jahre
Legehennenstall: Bodenhaltung, Holzkonstruktion isoliert, mit Wintergarten	1 Geflügelplatz	50 Jahre
Legehennenstall: Bodenhaltung, Metallkonstruktion isoliert, mit Wintergarten	1 Geflügelplatz	50 Jahre
Legehennenstall: Volierenhaltung, Holzkonstruktion isoliert, mit Wintergarten	1 Geflügelplatz	50 Jahre
Legehennenstall: Volierenhaltung, Metallkonstruktion isoliert, mit Wintergarten	1 Geflügelplatz	50 Jahre
Mastgeflügelstall Bodenhaltung, mit Wintergarten, Holzkonstruktion	1 Geflügelplatz	50 Jahre
Mastgeflügelstall Bodenhaltung, mit Wintergarten, Metallkonstruktion	1 Geflügelplatz	50 Jahre
Mastgeflügelstall Bodenhaltung, ohne Wintergarten, Metallkonstruktion	1 Geflügelplatz	50 Jahre
Mastgeflügelstall Bodenhaltung, ohne Wintergarten, Holzkonstruktion	1 Geflügelplatz	50 Jahre
Tiefstreustall Holzkonstruktion nicht isoliert	1 m ² Gesamtfläche Tierbereich	50 Jahre
Tiefstreustall, Mauer-Beton-Konstruktion	1 m ² Gesamtfläche Tierbereich	50 Jahre
Tiefstreustall Metallkonstruktion nicht isoliert	1 m ² Gesamtfläche Tierbereich	50 Jahre
Laufhof unbefestigt	1 m ²	25 Jahre
Laufhof planbefestigt	1 m ²	25 Jahre
Laufhof, befestigt, perforiert	1 m ²	25 Jahre
Laufhof Schnitzelplatz	1 m ²	25 Jahre
Lagerhalle allgemein, Mauer-Beton-Konstruktion	1 m ³ Nutzraum	50 Jahre
Lagerhalle allgemein (Holz n. isoliert)	1 m ³ Nutzraum	50 Jahre
Lagerhalle mit Kühlzellen, Holzkonstruktion nicht isoliert	1 m ³ Nutzraum	50 Jahre
Lagerhalle mit Kühlzellen, Metallkonstruktion nicht isoliert	1 m ³ Nutzraum	50 Jahre
Ökonomiegebäude allgemein, Holzkonstruktion isoliert	1 m ³ Nutzraum	50 Jahre
Ökonomiegebäude allgemein, Metallkonstruktion nicht isoliert	1 m ³ Nutzraum	50 Jahre
Remise gross, nicht brandgeschützt (Holz n. isol.)	1 m ² Grundfläche	50 Jahre
Garage brandgeschützt (Holz n. isol.)	1 m ² Grundfläche	50 Jahre

5.7.3 Tierzukäufe / Eigene Tiere abwesend

Tabelle 39: Erstellte Inventare und funktionelle Einheit Tierzukäufe

Erstellte Inventare Tierzukäufe	Funktionelle Einheit
Geflügel IP	kg Lebendgewicht (LG)
Geflügel Bio	kg Lebendgewicht (LG)
Rindvieh Mast IP	kg Lebendgewicht (LG)
Rindvieh Mast Bio	kg Lebendgewicht (LG)
Rindvieh Zucht IP	kg Lebendgewicht (LG)
Rindvieh Zucht Bio	kg Lebendgewicht (LG)
Schwein Mast IP	kg Lebendgewicht (LG)
Schwein Mast Bio	kg Lebendgewicht (LG)
Schwein Zucht IP	kg Lebendgewicht (LG)
Schwein Zucht Bio	kg Lebendgewicht (LG)
Pferde, Schafe, Ziegen IP	kg Lebendgewicht (LG)
Pferde, Schafe, Ziegen Bio	kg Lebendgewicht (LG)

Tabelle 40: Erstellte Inventare und funktionelle Einheit Eigene Tiere abwesend

Erstellte Inventare Eigene Tiere abwesend	Funktionelle Einheit
Geflügel IP	GVE * Tag
Geflügel Bio	GVE * Tag
Rindvieh Mast IP	GVE * Tag
Rindvieh Mast Bio	GVE * Tag
Rindvieh Zucht IP	GVE * Tag
Rindvieh Zucht Bio	GVE * Tag
Schwein Mast IP	GVE * Tag
Schwein Mast Bio	GVE * Tag
Schwein Zucht IP	GVE * Tag
Schwein Zucht Bio	GVE * Tag
Pferde, Schafe, Ziegen IP	GVE * Tag
Pferde, Schafe, Ziegen Bio	GVE * Tag

5.8 Genaue Beschreibung der Definition der Modellbetriebe

5.8.1 Definition der Flächen- und Tierbestände

5.8.1.1 Zusätzliche Unterteilungen bestimmter Kulturen

Einige Kulturen, die in der ZA nicht ausreichend detailliert erfasst sind, für die aber unterschiedliche ökologische Wirkungen zu erwarten sind, wurden mit Hilfe anderer Quellen entsprechend aufgeteilt (Tabelle 41). Für die Gemüse-kategorien wurden durchschnittliche Kombinationen der wichtigsten Gemüsearten ermittelt (Tabelle 42). Für «Bee-ren» wurde eine Kombination aus 50 % Erdbeeren und 50 % Himbeeren definiert (gemäss Statistik SBV, 2006, beträgt die Erdbeeren-Fläche der Schweiz ein wenig mehr als die Fläche der Strauchbeeren). Rest- und Rundungsflächen werden der Naturwiesen- und Weidefläche zugeteilt.

Tabelle 41: Annahmen zur weiteren Unterteilung der Flächenkategorien

siehe rechts

Tabelle 41: Annahmen zur weiteren Unterteilung der Flächenkategorien

		Tal		Hügel		Berg		Quelle
		IP	Bio	IP	Bio	IP	Bio	
Weizen								Abschätzung anhand Ökopilotbetriebsnetz 1994/96 (Hausheer und Rogger 1998)
Anteil Winterweizen	%	95%	95%	95%	95%	66%	66%	
Anteil Sommerweizen	%	5%	5%	5%	5%	34%	34%	
Gerste								"
Anteil Wintergerste	%	90%	80%	80%	70%	10%	10%	
Anteil Sommergerste	%	10%	20%	20%	30%	90%	90%	
Extenso-Anbau								SBV 2006: Anteil Extenso an Brot-, Futtergetreide, Raps (ohne Differenzierung nach Landbauform und Region)
WW: Anteil Extenso	%	47%	100%	47%	100%	47%	100%	
SW: Anteil Extenso	%	47%	100%	47%	100%	47%	100%	
WR: Anteil Extenso	%	47%	100%	47%	100%	47%	100%	
DI: Anteil Extenso	%	47%	100%	47%	100%	47%	100%	
WG: Anteil Extenso	%	42%	100%	42%	100%	42%	100%	
SG: Anteil Extenso	%	42%	100%	42%	100%	42%	100%	
HA: Anteil Extenso	%	42%	100%	42%	100%	42%	100%	
TR: Anteil Extenso	%	42%	100%	42%	100%	42%	100%	
WRA: Anteil Extenso	%	33%	100%	33%	100%	33%	100%	
Nachwachsende Rohstoffe								SBV 2006: Anteil NWR an Raps, Sonnen- blumen, andere (% der OA); Anteil NWR an Chinaschilf (% der OA), andere (% der LN).
WRA Anteil NWR	%	6.46%	6.46%	6.46%	6.46%	6.46%	6.46%	
SOB Anteil NWR	%	0.72%	0.72%	0.72%	0.72%	0.72%	0.72%	
Andere Einj. NWR	% der OA	0.08%	0.08%	0.08%	0.08%	0.08%	0.08%	
		Total einjährige NWR: als Raps abgebildet.						
Chinaschilf NWR	% der OA	0.08%	0.08%	0.08%	0.08%	0.08%	0.08%	
Andere Mehrj. NWR	% der LN	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	
		Total mehrjährige NWR: als Chinaschilf abgebildet.						
Beeren								Nach SBV 2006, eigene Ab- schätzung der reg. Verteilung
Erdbeeren	%	75%	75%	50%	50%	25%	25%	
Himbeeren	%	25%	25%	50%	50%	75%	75%	
Bodenbedeckung								Abschätzung anhand Ökopilotbetriebsnetz 1994/96
Bodenbedeckung								
vor Sommerkulturen	%	85%	100%	85%	100%	85%	100%	
davon: Kunstwiese (max.)	%	20%	40%	20%	60%	60%	80%	
davon: Zw.kulturen (min.)	%	80%	60%	80%	40%	40%	20%	
Zwischenkultur-Typen								Eig. Berechnung
Aufteilung der Zwischenkulturen auf Gründüngung/Zw.futter sowie nach Saat-/Erntetermin		Zuteilung je Modellbetrieb unter Berücksichtigung der berechneten Grund- futterbilanz (negativ: mehr Zwischenfutter, positiv: mehr Gründüngung) und der Sommerkultur-Saattermine. Zur Beschränkung der Anzahl Typen werden nur Zw.kulturen mit Augustsaat und Ernte ab Januar berücksichtigt: GD0801, GD0805, ZW0801, ZW0805.						
Kunstwiesen-Typen								Eig. Abschätzung (H. Ammann)
Anteil Herbstsaat	%	70%	70%	70%	70%	70%	70%	
Aufteilung der Kunstwiese nach Saat-/Erntetermin		Zuteilung unter der Annahme, dass Kunstwiesen mit Herbstsaat 2 Haupt- nutzungsjahre auf der Fläche bleiben, K.wiesen mit Frühjahrssaat 3 Jahre: KWS04, KWS08, KWI, KWE03, KWE09. Die Typen KWS08 + KWE03 werden nicht zur LN addiert ("Zweitkulturen")						
Naturwiesen+Weide								Abschätzung anhand Ökopilotbetriebsnetz 1994/96
Anteil NW+WE intensiv	%	50%	50%	50%	50%	30%	30%	
Anteil NW+WE mittelint.	%	30%	30%	30%	30%	40%	40%	
Anteil NW+WE wenig int.	%	15%	15%	15%	15%	25%	25%	
Anteil NW extensiv	%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	
Weide								Eig. Berechnung
Aufteilung des Dauergrünlands auf Naturwiesen und Weiden		Zuteilung je Modellbetrieb anhand des Weideanteils der RGVE. Erhöhung der Weidefläche um 10% (Berücksichtigung Weideverluste).						

Tabelle 42: Unterteilung der Gemüsekulturen

Gewächshaus- gemüse (GG)	Fläche 2003/05 ha	GG 1 ha ha	Freiland- gemüse (GF)	Fläche 2003/05 ha	GF 1 ha ha	Konserven- gemüse (GK)	Fläche 2003/05 ha	GK 1 ha ha
Gemüsefläche nach:								
AGIS	390			7008			1572	
Gemüsebaustatistik	914			10113			2855	
Mehrfachbelegung	234%			144%			182%	
Tomaten	188	0.67	Karotten	1365	0.58	Spinat	971	0.73
Gurken	76	0.27	Zwiebeln	825	0.35	Erbsen	719	0.54
Nüsslisalat	215	0.76	Blumenkohl	446	0.19	Bohnen	734	0.55
Radieschen	99	0.35	Kopfsalat	752	0.32			
Kopfsalat	82	0.29						
Total Auswahl	659	2.34	Total Auswahl	3388	1.44	Total Auswahl	2425	1.82

5.8.1.2 Zusätzliche Unterteilungen der Tierkategorien

Bestimmte Tierkategorien werden anhand der Annahmen im Deckungsbeitragskatalog zusätzlich differenziert (zum Beispiel Aufzuchttiere nach verschiedenen Alterskategorien). Die ZA-Kategorie «Übrige Tiere» kommt in fast keinem Modellbetrieb vor und wird nicht berücksichtigt.

5.8.2 Produktionsinventare der einzelnen Kulturen und Tierarten

5.8.2.1 Erträge und Leistungen

Tabelle 43 enthält die verwendeten **Naturalerträge** im Pflanzenbau. Soweit verfügbar werden Mehrjahresmittel der Zentralen Auswertung übernommen (2000–2005). Für die Ertragsverhältnisse zwischen Sommer- und Wintergetreide werden dabei mittlere Verhältnisse aus dem Ökopilotbetriebsnetz 1994 bis 1996 unterstellt. Wenn in der ZA keine Angaben vorhanden sind, werden andere Quellen berücksichtigt (Schriftenreihe der FAL 58, DBK, SZG, Bericht NWR FAT/Carbotech) und/oder die Erträge anhand ähnlicher Kulturen oder Typen kalibriert.

Beispielsweise wird der Naturalertrag für WWN_IP_B aus der SR58 übernommen und anhand des Ertragsverhältnisses von WWN_IP_H (Ertrag nach ZA bezogen auf den Ertrag nach SR58) kalibriert (vgl. Tabelle 43). Der Naturalertrag für WWE_Bio_B wird ausgehend von WWE_Bio_H unter Berücksichtigung des Ertragsverhältnisses zwischen WWE_Bio_B und WWE_Bio_H abgeschätzt. Die Abschätzung der Grünlanderträge für verschiedene Wiesenintensitäten erfolgt anhand Ökopilotbetriebsnetz-Daten und unter Beachtung von im Mittel der Modellbetriebe etwa ausgeglichen Grundfutterbilanzen.

Daten zu **Nebenprodukten des Pflanzenbaus** (Stroh, Blätter, Mostobst) und zu dem auf dem Feld verbleibenden Stickstoff aus den Nebenprodukten sind aus der SR58 übernommen; im Falle von dort nicht definierten Kategorien erfolgt eine Abschätzung ähnlich wie für die Naturalerträge. Für alle Blätter wird der Anteil geernteter Nebenprodukte auf 0 % gesetzt.

Für die **TS-Gehalte** der Produkte bei der Ernte und beim Verkauf und den damit verbundenen Trocknungsbedarf (kg Wasser) werden die Daten des DBK übernommen.

In Tabelle 44 sind die **Naturalleistungen** aus der Tierhaltung aufgeführt. Die Milchleistung der Milchkühe ist nach Landbauform und Region differenziert, wenn verfügbar wird sogar die durchschnittliche Milchleistung der jeweiligen ZA-Betriebsgruppe übernommen. Für die Leistung der Mastschweine werden ebenfalls ZA-Daten eingesetzt, differenziert nach Landbauform. Für die Milchkühe und Mastschweine sind im DBK verschiedene Leistungsstufen abgebildet; im Falle der Verwendung von DBK-Produktionsdaten wird entsprechend der definierten Leistung zwischen diesen Stufen interpoliert. Die übrigen tierischen Leistungsdaten stammen aus dem DBK und sind wenn verfügbar nach Landbauform differenziert.

Die **Nettoleistungen** (Produktion abzüglich Eigenbedarf, multipliziert mit den Verkaufserlösen) werden nach den 14 definierten Produktgruppen unterteilt.

Tabelle 43: Naturalerträge des Pflanzenbaus

Kultur		Ertrag		Quelle	
		kg FS/ha		Basis	Kalibrierung
WW	WWN_IP_T	6'534	100%	ZA	
	WWE_IP_T	5'402	83%	ZA	
	WWE_Bio_T	4'257	65%	ZA	
	WWN_IP_H	6'271	96%	ZA	
	WWE_IP_H	5'119	78%	ZA	
	WWE_Bio_H	4'161	64%	ZA	
	WWN_IP_B	6'078	93%	SR58	WWN_IP_H
	WWE_IP_B	4'984	76%	SR58	WWN_IP_B
	WWE_Bio_B	4'051	62%	WWE_Bio_H	WWE_IP_B / WWE_IP_H
SW	SWN_IP_T	5'358	100%	ZA	
	SWE_IP_T	4'430	83%	ZA	
	SWE_Bio_T	3'490	65%	ZA	
	SWN_IP_H	5'143	96%	ZA	
	SWE_IP_H	4'198	78%	ZA	
	SWE_Bio_H	3'412	64%	ZA	
	SWN_IP_B	4'984	93%	SWN_IP_H	WWN_IP_B / WWN_IP_H
	SWE_IP_B	4'068	76%	SWN_IP_B	SWE_IP_H / SWN_IP_H
	SWE_Bio_B	3'306	62%	SWE_IP_B	SWE_Bio_H / SWE_IP_H
WR	WRN_IP_T	7'575	100%	ZA	
	WRE_IP_T	5'953	79%	ZA	
	WRE_Bio_T	4'678	62%	ZA	
	WRN_IP_H	6'334	84%	ZA	
	WRE_IP_H	6'092	80%	ZA	
	WRE_Bio_H	4'783	63%	ZA	
	WRN_IP_B	6'138	81%	WRN_IP_H	SWN_IP_B / SWN_IP_H
	WRE_IP_B	5'903	78%	WRN_IP_B	WRE_IP_H / WRN_IP_H
	WRE_Bio_B	4'635	61%	WRE_IP_B	WRE_Bio_H / WRE_IP_H
DI	DIN_IP_T	4'574	100%	DBK	WWN_IP_T
	DIE_IP_T	3'929	86%	DBK	WWE_IP_T
	DIE_Bio_T	3'725	81%	DBK	WWE_Bio_T
	DIN_IP_H	3'824	84%	DIN_IP_T	WRN_IP_H / WRN_IP_T
	DIE_IP_H	3'285	72%	DIN_IP_H	DIE_IP_T / DIN_IP_T
	DIE_Bio_H	3'114	68%	DIE_IP_H	DIE_Bio_T / DIE_IP_T
	DIN_IP_B	3'706	81%	DIN_IP_H	WRN_IP_B / WRN_IP_H
	DIE_IP_B	3'183	70%	DIN_IP_B	DIE_IP_H / DIN_IP_H
	DIE_Bio_B	3'018	66%	DIE_IP_B	DIE_Bio_H / DIE_IP_H
WG	WGN_IP_T	7'145	100%	ZA	
	WGE_IP_T	5'595	78%	ZA	
	WGE_Bio_T	4'175	58%	ZA	
	WGN_IP_H	6'720	94%	ZA	
	WGE_IP_H	5'265	74%	ZA	
	WGE_Bio_H	4'213	59%	ZA	
	WGN_IP_B	6'512	91%	WGN_IP_H	DIN_IP_B / DIN_IP_H
	WGE_IP_B	5'102	71%	WGN_IP_B	WGE_IP_H / WGN_IP_H
	WGE_Bio_B	4'083	57%	WGE_IP_B	WGE_Bio_H / WGE_IP_H

Kultur		Ertrag		Quelle	
		kg FS/ha		Basis	Kalibrierung
SG	SGN_IP_T	5'716	100%	ZA	
	SGE_IP_T	4'476	78%	ZA	
	SGE_Bio_T	3'340	58%	ZA	
	SGN_IP_H	5'376	94%	ZA	
	SGE_IP_H	4'212	74%	ZA	
	SGE_Bio_H	3'370	59%	ZA	
	SGN_IP_B	4'137	72%	SR58	SGN_IP_H
	SGE_IP_B	3'711	65%	SR58	SGE_IP_H
	SGE_Bio_B	3'334	58%	SR58	SGE_Bio_H
HA	HAN_IP_T	5'500	100%	DBK	
	HAE_IP_T	5'000	91%	DBK	
	HAE_Bio_T	4'000	73%	DBK	
	HAN_IP_H	5'173	94%	HAN_IP_T	SGN_IP_H / SGN_IP_T
	HAE_IP_H	4'703	86%	HAN_IP_H	HAE_IP_T / HAN_IP_T
	HAE_Bio_H	3'762	68%	HAE_IP_H	HAE_Bio_T / HAE_IP_T
	HAN_IP_B	3'981	72%	HAN_IP_H	SGN_IP_B / SGN_IP_H
	HAE_IP_B	3'619	66%	HAN_IP_B	HAE_IP_H / HAN_IP_H
	HAE_Bio_B	2'896	53%	HAE_IP_B	HAE_Bio_H / HAE_IP_H
TR	TRN_IP_T	6'000	100%	DBK	
	TRE_IP_T	5'500	92%	DBK	
	TRE_Bio_T	4'000	67%	DBK	
	TRN_IP_H	5'643	94%	TRN_IP_T	HAN_IP_H / HAN_IP_T
	TRE_IP_H	5'175	86%	TRN_IP_H	TRE_IP_T / TRN_IP_T
	TRE_Bio_H	4'036	67%	TRE_IP_H	TRE_Bio_T / TRE_IP_T
	TRN_IP_B	4'343	72%	TRN_IP_H	HAN_IP_B / HAN_IP_H
	TRE_IP_B	3'983	66%	TRN_IP_B	TRE_IP_H / TRN_IP_H
	TRE_Bio_B	3'106	52%	TRE_IP_B	TRE_Bio_H / TRE_IP_H
WRA	WRAN_IP_T	3'282	100%	ZA	
	WRAE_IP_T	2'867	87%	ZA	
	WRAE_Bio_T	2'170	66%	ZA	
	WRAN_IP_H	3'087	94%	WRAN_IP_T	TRN_IP_H / TRN_IP_T
	WRAE_IP_H	2'696	82%	WRAN_IP_H	WRAE_IP_T / WRAN_IP_T
	WRAE_Bio_H	2'041	62%	WRAE_IP_H	WRAE_Bio_T / WRAE_IP_T
	WRAN_IP_B	2'376	72%	WRAN_IP_H	TRN_IP_B / TRN_IP_H
	WRAE_IP_B	2'075	63%	WRAN_IP_B	WRAE_IP_H / WRAN_IP_H
	WRAE_Bio_B	1'571	48%	WRAE_IP_B	WRAE_Bio_H / WRAE_IP_H
KM	KM_IP_T	9'393	100%	ZA	
	KM_Bio_T	7'585	81%	ZA	
	KM_IP_H	8'322	89%	ZA	
	KM_Bio_H	6'720	72%	KM_Bio_T	KM_IP_H / KM_IP_T
	KM_IP_B	8'322	89%	KM_IP_H	
	KM_Bio_B	6'720	72%	KM_Bio_H	
SM	SM_IP_T	62'213	100%	SR58	KM_IP_T
	SM_Bio_T	47'955	77%	SR58	KM_Bio_T
	SM_IP_H	55'018	88%	SR58	KM_IP_H
	SM_Bio_H	37'331	60%	DBK	KM_Bio_H
	SM_IP_B	42'344	68%	SM_IP_H	SGN_IP_B / SGN_IP_H
	SM_Bio_B	36'926	59%	SM_Bio_H	SGE_Bio_B / SGE_Bio_H
KA	KA_IP_T	38'652	100%	ZA	
	KA_Bio_T	24'490	63%	ZA	
	KA_IP_H	32'005	83%	ZA	
	KA_Bio_H	23'587	61%	ZA	
	KA_IP_B	32'005	83%	KA_IP_H	
	KA_Bio_B	23'587	61%	KA_Bio_H	

Kultur		Ertrag		Quelle	
		kg FS/ha		Basis	Kalibrierung
ZR	ZR_IP_T	76'070	100%	ZA	
	ZR_Bio_T	51'064	67%	DBK	KA_Bio_T
	ZR_IP_H	62'989	83%	ZR_IP_T	KA_IP_H / KA_IP_T
	ZR_Bio_H	49'181	65%	ZR_Bio_T	KA_Bio_H / KA_Bio_T
	ZR_IP_B	62'989	83%	ZR_IP_H	
	ZR_Bio_B	49'181	65%	ZR_Bio_H	
FR	FR_IP_T	97'002	100%	SR58	
	FR_Bio_T	72'572	75%	DBK	
	FR_IP_H	80'321	83%	FR_IP_T	ZR_IP_H / ZR_IP_T
	FR_Bio_H	69'895	72%	FR_Bio_T	ZR_Bio_H / ZR_Bio_T
	FR_IP_B	80'321	83%	FR_IP_H	
	FR_Bio_B	69'895	72%	FR_Bio_H	
SAB	SAB_IP_T	3'802	100%	DBK	EE_IP_T
	SAB_Bio_T	3'113	82%	DBK	EE_Bio_T
	SAB_IP_H	3'368	89%	SAB_IP_T	KM_IP_H / KM_IP_T
	SAB_Bio_H	2'758	73%	SAB_Bio_T	KM_Bio_H / KM_Bio_T
	SAB_IP_B	3'368	89%	SAB_IP_H	
	SAB_Bio_B	2'758	73%	SAB_Bio_H	
EE	EE_IP_T	3'802	100%	ZA	
	EE_Bio_T	3'113	82%	ZA	
	EE_IP_H	3'368	89%	EE_IP_T	SAB_IP_H / SAB_IP_T
	EE_Bio_H	2'758	73%	EE_Bio_T	SAB_Bio_H / SAB_Bio_T
	EE_IP_B	3'368	89%	EE_IP_H	
	EE_Bio_B	2'758	73%	EE_Bio_H	
SO	SO_IP_T	2'965	100%	ZA	
	SO_Bio_T	3'330	112%	ZA	
	SO_IP_H	2'627	89%	SO_IP_T	EE_IP_H / EE_IP_T
	SO_Bio_H	2'950	99%	SO_Bio_T	EE_Bio_H / EE_Bio_T
	SO_IP_B	2'627	89%	SO_IP_H	
	SO_Bio_B	2'950	99%	SO_Bio_H	
SOB	SOB_IP_T	2'700	100%	DBK	
	SOB_Bio_T	2'200	81%	DBK	
	SOB_IP_H	2'392	89%	SOB_IP_T	SO_IP_H / SO_IP_T
	SOB_Bio_H	1'949	72%	SOB_Bio_T	SO_Bio_H / SO_Bio_T
	SOB_IP_B	2'392	89%	SOB_IP_H	
	SOB_Bio_B	1'949	72%	SOB_Bio_H	
GG	GG_IP	37'335	100%	SZG	
	GG_Bio	23'621	63%	SZG	
GF	GF_IP	70'998	100%	SZG	
	GF_Bio	44'919	63%	SZG	
GK	GK_IP	18'510	100%	SZG	
	GK_Bio	14'602	79%	SZG	
OB	OB_IP	28'800	100%	DBK	
	OB_Bio	16'800	58%	DBK	
RE	RE_IP	9'667	100%	DBK	
	RE_Bio	7'667	79%	DBK	
BE	BE_IP	17'500	100%	DBK	
	BE_Bio	9'211	53%	DBK	(Himbeeren: Schätzung)
NE	NE_IP_T	3'282	100%	WRAN_IP_T	
	NE_Bio_T	2'170	66%	WRAE_Bio_T	
	NE_IP_H	3'087	94%	WRAN_IP_H	
	NE_Bio_H	2'041	62%	WRAE_Bio_H	
	NE_IP_B	3'087	94%	NE_IP_H	
	NE_Bio_B	2'041	62%	NE_Bio_H	

Kultur		Ertrag		Quelle	
		kg FS/ha		Basis	Kalibrierung
NM	NM_IP_T	18'182	100%	FAT 1997	
	NM_Bio_T	16'364	90%	FAT 1997	Schätzung (90%)
	NM_IP_H	17'101	94%	NM_IP_T	NE_IP_H / NE_IP_T
	NM_Bio_H	15'391	85%	NM_IP_H	Schätzung (90%)
	NM_IP_B	17'101	94%	NM_IP_H	
	NM_Bio_B	15'391	85%	NM_Bio_H	

Kultur		Ertrag		Quelle	
		kg TS/ha		Basis	Kalibrierung
GD0801		0		---	
GD0805		0		---	
KWE03		0		---	
ZW0801	ZW0801_IP_T	2'500	100%	DBK	
	ZW0801_Bio_T	2'300	92%	DBK	
	ZW0801_IP_H	2'500	100%	ZW0801_IP_T	
	ZW0801_Bio_H	2'300	92%	ZW0801_Bio_T	
	ZW0801_IP_B	2'500	100%	ZW0801_IP_H	
	ZW0801_Bio_B	2'300	92%	ZW0801_Bio_H	
ZW0805	ZW0805_IP_T	2'500	100%	DBK	
	ZW0805_Bio_T	2'300	92%	DBK	
	ZW0805_IP_H	2'500	100%	ZW0805_IP_T	
	ZW0805_Bio_H	2'300	92%	ZW0805_Bio_T	
	ZW0805_IP_B	2'500	100%	ZW0805_IP_H	
	ZW0805_Bio_B	2'300	92%	ZW0805_Bio_H	
KWS08	KWS08_IP_T	2'500	100%	ZW0801_IP_T	
	KWS08_Bio_T	2'300	92%	ZW0801_Bio_T	
	KWS08_IP_H	2'500	100%	ZW0801_IP_H	
	KWS08_Bio_H	2'300	92%	ZW0801_Bio_H	
	KWS08_IP_B	2'500	100%	ZW0801_IP_B	
	KWS08_Bio_B	2'300	92%	ZW0801_Bio_B	
KWS04	KWS04_IP_T	9'600	100%	KWI_IP_T	Schätzung (80%)
	KWS04_Bio_T	8'640	90%	KWI_Bio_T	
	KWS04_IP_H	8'640	90%	KWI_IP_H	
	KWS04_Bio_H	7'776	81%	KWI_Bio_H	
	KWS04_IP_B	6'912	72%	KWI_IP_B	
	KWS04_Bio_B	6'221	65%	KWI_Bio_B	
KWI	KWI_IP_T	12'000	100%	DBK	
	KWI_Bio_T	10'800	90%	DBK	
	KWI_IP_H	10'800	90%	KWI_IP_T	Schätzung (90%)
	KWI_Bio_H	9'720	81%	KWI_Bio_T	
	KWI_IP_B	8'640	72%	KWI_IP_H	Schätzung (80%)
	KWI_Bio_B	7'776	65%	KWI_Bio_H	
KWE09	KWE09_IP_T	9'600	100%	KWI_IP_T	Schätzung (80%)
	KWE09_Bio_T	8'640	90%	KWI_Bio_T	
	KWE09_IP_H	8'640	90%	KWI_IP_H	
	KWE09_Bio_H	7'776	81%	KWI_Bio_H	
	KWE09_IP_B	6'912	72%	KWI_IP_B	
	KWE09_Bio_B	6'221	65%	KWI_Bio_B	
NWI	NWI_IP_T	10'000	100%	DBK	
	NWI_Bio_T	8'500	85%	DBK	
	NWI_IP_H	9'000	90%	NWI_IP_T	Schätzung (90%)
	NWI_Bio_H	7'650	77%	NWI_Bio_T	
	NWI_IP_B	7'200	72%	NWI_IP_H	Schätzung (80%)
	NWI_Bio_B	6'120	61%	NWI_Bio_H	

Kultur		Ertrag		Quelle	
		kg TS/ha		Basis	Kalibrierung
NWM	NWM_IP_T	7'000	100%	DBK	
	NWM_Bio_T	6'000	86%	DBK	
	NWM_IP_H	6'300	90%	NWM_IP_T	Schätzung (90%)
	NWM_Bio_H	5'400	77%	NWM_Bio_T	
	NWM_IP_B	5'040	72%	NWM_IP_H	Schätzung (80%)
	NWM_Bio_B	4'320	62%	NWM_Bio_H	
NWW	NWW_IP_T	4'500	100%	DBK	
	NWW_Bio_T	4'100	91%	DBK	
	NWW_IP_H	4'050	90%	NWW_IP_T	Schätzung (90%)
	NWW_Bio_H	3'690	82%	NWW_Bio_T	
	NWW_IP_B	3'240	72%	NWW_IP_H	Schätzung (80%)
	NWW_Bio_B	2'952	66%	NWW_Bio_H	
NWE	NWE_IP_T	2'500	100%	DBK	
	NWE_Bio_T	2'300	92%	DBK	
	NWE_IP_H	2'250	90%	NWE_IP_T	Schätzung (90%)
	NWE_Bio_H	2'070	83%	NWE_Bio_T	
	NWE_IP_B	1'800	72%	NWE_IP_H	Schätzung (80%)
	NWE_Bio_B	1'656	66%	NWE_Bio_H	
WEI	WEI_IP_T	10'000	100%	DBK	
	WEI_Bio_T	8'500	85%	DBK	
	WEI_IP_H	9'000	90%	WEI_IP_T	Schätzung (90%)
	WEI_Bio_H	7'650	77%	WEI_Bio_T	
	WEI_IP_B	7'200	72%	WEI_IP_H	Schätzung (80%)
	WEI_Bio_B	6'120	61%	WEI_Bio_H	
WEM	WEM_IP_T	7'000	100%	DBK	
	WEM_Bio_T	6'000	86%	DBK	
	WEM_IP_H	6'300	90%	WEM_IP_T	Schätzung (90%)
	WEM_Bio_H	5'400	77%	WEM_Bio_T	
	WEM_IP_B	5'040	72%	WEM_IP_H	Schätzung (80%)
	WEM_Bio_B	4'320	62%	WEM_Bio_H	
WEW	WEW_IP_T	4'500	100%	DBK	
	WEW_Bio_T	4'100	91%	DBK	
	WEW_IP_H	4'050	90%	WEW_IP_T	Schätzung (90%)
	WEW_Bio_H	3'690	82%	WEW_Bio_T	
	WEW_IP_B	3'240	72%	WEW_IP_H	Schätzung (80%)
	WEW_Bio_B	2'952	66%	WEW_Bio_H	

Tabelle 44: Naturalleistungen der Tierhaltung

Tierart		Leistungsstufe			Leistung									
		Einheit	Leistung	Quelle	Produkt 1	Einheit	Leistung	Produkt 2	Einheit	Leistung	Produkt 3	Einheit	Leistung	Quelle
Miku	Miku_IP_T	kg/Kuh	6749	ZA	Milch	kg	6489	Tränkekälber	kg LG	65	Kühe (S)	kg SG	90	DBK, ZA
	Miku_Bio_T	kg/Kuh	5715	ZA	Milch	kg	5455	Tränkekälber	kg LG	65	Kühe (S)	kg SG	82	DBK, ZA
	Miku_IP_H	kg/Kuh	6405	ZA	Milch	kg	6145	Tränkekälber	kg LG	65	Kühe (S)	kg SG	87	DBK, ZA
	Miku_Bio_H	kg/Kuh	5989	ZA	Milch	kg	5729	Tränkekälber	kg LG	65	Kühe (S)	kg SG	84	DBK, ZA
	Miku_IP_B	kg/Kuh	5861	ZA	Milch	kg	5601	Tränkekälber	kg LG	65	Kühe (S)	kg SG	82	DBK, ZA
	Miku_Bio_B	kg/Kuh	5456	ZA	Milch	kg	5196	Tränkekälber	kg LG	65	Kühe (S)	kg SG	80	DBK, ZA
MiA	MiA_IP	kg LG	550	DBK	Tr. Rinder	Anz.	1	Rinder (S)	kg SG	74				DBK
	MiA_Bio	kg LG	550	DBK	Tr. Rinder	Anz.	1	Rinder (S)	kg SG	74				DBK
Mutter	Mutter_IP	kg LG	550	DBK	Mastkälber	kg SG	205	Kühe (S)	kg SG	37	Stiere (S)	kg SG	22	DBK
	Mutter_Bio	kg LG	550	DBK	Mastkälber	kg SG	205	Kühe (S)	kg SG	37	Stiere (S)	kg SG	22	DBK
Maka	Maka_IP	g/Tag	1300	DBK	Mastkälber	kg SG	110							DBK
	Maka_Bio	g/Tag	1000	DBK	Mastkälber	kg SG	110							DBK
Rima	Rima_IP	g/Tag	1049	DBK	Mastrinder	kg SG	278							DBK
	Rima_Bio	g/Tag	747	DBK	Mastrinder	kg SG	291							DBK
Pferd	Pferd_IP	kg SG	162	DBK	Fohlen	kg SG	162	Stuten (S)	kg SG	36	Hengste (S)	kg SG	13	DBK
	Pferd_Bio	kg SG	162	DBK	Fohlen	kg SG	162	Stuten (S)	kg SG	36	Hengste (S)	kg SG	13	DBK
Schaf	Schaf_IP	kg LG	54.6	DBK	Lämmer	kg LG	54.6	Schafe (S)	kg LG	14.9	Wolle	kg SG	4	DBK
	Schaf_Bio	kg LG	56	DBK	Lämmer	kg LG	56	Schafe (S)	kg LG	14.9	Wolle	kg SG	4	DBK
Ziege	Ziege_IP	kg Milch	500	DBK	Gitzi	kg SG	12.5	Ziegen (S)	Tiere	0.3				DBK
	Ziege_Bio	kg Milch	500	DBK	Gitzi	kg SG	12.5	Ziegen (S)	Tiere	0.3				DBK
Masa	Masa_IP	g/Tag	730	ZA	Schweine	kg SG	80.6							DBK
	Masa_Bio	g/Tag	712	ZA	Schweine	kg SG	83							DBK
ZusaP	ZusaP_IP	Ferkel/J.	22.3	DBK	Ferkel	kg LG	444	Sauen (S)	kg SG	79.6	Remonten (S)	kg SG	24	DBK
	ZusaP_Bio	Ferkel/J.	21.3	DBK	Ferkel	kg LG	440	Sauen (S)	kg SG	78.3	Remonten (S)	kg SG	24	DBK
Lege	Lege_IP	Eier/Tag	0.90	DBK	Eier	Stück	260	Kleineier	Stück	35	Hühner (S)	Tiere	0.95	DBK
	Lege_Bio	Eier/Tag	0.81	DBK	Eier	Stück	231	Kleineier	Stück	35	Hühner (S)	Tiere	0.90	DBK
Poul	Poul_IP	kg LG	2.24	DBK	Poulets	kg LG	2.21							DBK
	Poul_Bio	kg LG	1.80	DBK	Poulets	kg LG	1.76							DBK

(S) = Abgehende Tiere (zur Schlachtung)

5.8.2.2 Allgemeine Inputs der Kulturen

a) Saatgutbedarf

Die Saatgutmenge wird in erster Linie aus dem DBK übernommen, in zweiter Linie aus der SR58. Es wird angenommen, dass keine Unterschiede zwischen den Regionen bestehen. Bei den Spezialkulturen erfolgen eigene Abschätzungen anhand von produktionstechnischen Daten: Im Gemüsebau wird für die Hälfte der Fläche ein Saatgutbedarf von 7 kg/ha angenommen (DBK: je nach Kultur zwischen 4 und 10 kg), für die andere Hälfte ein Setzlingsbedarf von 50000 Setzlingen/ha à 10 g. Im Obstbau wird von 3000 Bäumen/ha à 0,8 kg bei einer Nutzungsdauer von 20 Jahren ausgegangen. Dem Rebbau wird ein Pflanzenbedarf von knapp über 6000 Reben/ha à 0,4 kg bei einer Nutzungsdauer von 23 Jahren unterstellt. Für Erdbeeren wird ein Setzlingsbedarf von 50000 Pflanzen/ha à 10 g und ein für Himbeeren ein gewichtsmässig ähnlicher Bedarf wie für Reben angenommen. Der Setzlingsbedarf von Chinaschilf wird unter Berücksichtigung des FAT/Carbotech-Berichts (1997) auf knapp über 40000 Setzlinge/ha à 50 g bei einer Nutzungsdauer von 16 Jahren festgelegt.

b) Arbeitszeitpunkte

Für die Termine von Bodenbearbeitung, Saat, Düngung und Ernte werden die Angaben aus der SR58 übernommen, wobei für nicht definierte Kategorien (z.B. Bergregion) wiederum plausible Anpassungen vorgenommen werden. Für einige weitere Kategorien (z.B. Gemüse) wer-

den die Termine direkt aus dem Arbeitsvoranschlag 1996 der ART (Näf, 1996) entnommen. Für mehrjährige Kulturen (Dauerkulturen, Naturwiesen, Kunstwiesen-Zwischenjahr) wird als zeitliche Begrenzung der «Saattermin» auf den 1.1. und der «Erntetermin» auf den 31.12. festgesetzt. Im Datumsformat wird das Nutzungsjahr als Jahr 2000 angegeben, für Termine des Vorjahres (z.B. Herbstsaat) wird das Jahr 1999 eingegeben. Als intensive Bodenbearbeitung wird in Anlehnung an das Nitratmodell (Richner et al., 2006) der Termin der Saattermin festgelegt, für welchen der Saattermin eingesetzt wird.

5.8.2.3 Mechanisierung

Für den Maschineneinsatz werden die im DBK definierten Anbauverfahren übernommen. Für jede Maschine (inkl. Traktoren gemäss DBK) wurde ein mittleres **Maschinengewicht** eingesetzt (Maschinengewichtsliste «ZA-ÖB», Stand 2007). Für die Zuteilung der Maschinengewichte auf die Arbeitseinheiten (z.B. 1 ha Pflügen) sind Angaben zur Nutzungsdauer und Auslastung der Maschinen erforderlich. Die Nutzungsdauern gemäss ART-Maschinenkosten (Ammann, 2006) sind im Vergleich zur Realität eher zu tief, die Auslastungen eher zu hoch (ausgerichtet auf Lohnarbeits-Betriebe). Insgesamt ergibt sich aber eine (bezogen auf rationelle Betriebe) realitätsnahe Auslastung über die Nutzungsdauer. Deshalb werden die unveränderten Angaben der ART-Maschinenkosten angewendet. Das je Kultur und Maschine angerechnete Maschinengewicht pro Jahr wird auf die sechs Maschinen-Kategorien summiert.

Im DBK als **Lohnarbeit** ausgewiesene Arbeiten werden separat erfasst (diese werden als Lohnarbeiten direkt ins Produktionsinventar übernommen).

Für die Abschätzung des **Dieselvebrauchs** (und des Benzinverbrauchs) wird jeder DBK-Arbeit ein Verfahren aus den ecoinvent-Dieselbedarfs-Daten zugewiesen (Verbrauchserhebungen M. Rinaldi, in Nemecek *et al.*, 2003). Weil diese Datensammlung nur ausgewählte Arbeitsverfahren enthält, wurde einerseits der Dieselbedarf einiger zusätzlicher Verfahren abgeschätzt (Tabelle 9). Dies betrifft die Umrechnung des Transportmoduls bezogen auf eine einzelne Ballen, die Definition eines allgemeinen Verfahrens für leichtere Traktorarbeiten (Dieselbedarf von «Säen») und die Berechnung des Benzinverbrauchs für kleinere selbstbetriebene Maschinen (berechnet anhand von Motorenleistung und Belastungsgrad). Andererseits werden bestimmten DBK-Verfahren «ähnliche» ecoinvent-Verfahren (mit vermutlich vergleichbarem Dieselbedarf) zugewiesen (Tabelle 10). Unterschiedliche Bezugseinheiten werden berücksichtigt (die meisten Arbeiten beziehen sich auf 1 ha oder 1 h). Es wird im Weiteren angenommen, dass in 10 % der Restarbeitszeit im Pflanzenbau ein Traktor eingesetzt wird.

Der **Mechanisierungsbedarf in der Tierhaltung** (Silagefütterung, Restarbeiten) richtet sich nach dem Futterverzehr der Tiere und dem Restarbeitszeitbedarf, wobei ein Traktoreinsatz während 8,5 % der Restarbeitszeit unterstellt wird (eigene Abschätzung anhand des ART-Globalarbeitsvoranschlags, Näf 1996).

5.8.2.4 Pflanzenschutz

Die Pflanzenschutzmittel-Ausbringungen sind ein Teil der mechanisierten Arbeitsverfahren. Die Anzahl Durchgänge (unterteilt nach Pestizid-Kategorien wie Herbizide, Fungizide usw.) wird deshalb wie die Mechanisierung aus dem DBK entnommen (Tabelle 47). Bezüglich des Gemüses sind im DBK nur einzelne Kulturen enthalten. Die Abschätzung der Anzahl Durchgänge der Gemüsekulturen erfolgt deshalb auf Basis der Anzahl Durchgänge gemäss ART-Arbeitsvoranschlag, kalibriert mit mittleren Pflanzenschutzkosten je Kultur (SZG, 2006). Besonders im Gemüsebau ist die Anzahl Spritz-Durchgänge geringer als die Anzahl Anwendungen von Pestiziden (Handelsprodukten), weil häufig kombinierte Anwendungen erfolgen. Anhand derjenigen Gemüsekulturen, die sowohl im ART-Arbeitsvoranschlag (Anzahl Durchgänge) als auch im DBK (Anzahl Pestizid-Anwendungen) vorkommen, wurde die durchschnittliche Anzahl Pestizide je Durchgang abgeschätzt. Für alle Gemüsekulturen sowie für die Obst- und Beerenkulturen wird dieser gleiche Durchschnitt eingesetzt (1,5 Pestizide je Durchgang). Bei den anderen Kulturen wird angenommen, dass je Durchgang nur ein Pestizid ausgebracht wird (ein Pestizid kann jedoch mehrere Wirkstoffe enthalten). Für die Gemüsekulturen erfolgt die Auf-

teilung der Anzahl Pestizid-Anwendungen auf die Pestizid-Kategorien näherungsweise anhand der Anteile der in der Schweiz bewilligten Pestizide je Kategorie. Unter Berücksichtigung der Mehrflächenbelegung werden die Daten der Gemüsekulturen zu den drei betrachteten Gruppen zusammengefasst.

Für die Definition der eingesetzten Wirkstoffe wird von der Wirkstoff-Auswahlliste des Projektes «ZA-ÖB» ausgegangen, die um weitere, besonders im Gemüsebau eingesetzte Wirkstoffe ergänzt wurde. Diese zusätzlichen Wirkstoffe werden in der weiteren Berechnung gegenüber der ursprünglichen Wirkstoff-Auswahlliste nur zur Hälfte gewichtet. Für jeden der insgesamt rund 170 Wirkstoffe wurden ein bis zwei Pestizid-Handelsprodukte festgelegt. Jedes Produkt ist für bestimmte Kulturen oder Kulturgruppen in definierter Dosierung zugelassen (BLW, 2007, ACW, 2007). Anhand dieser Daten kann für jede Kultur und Pestizid-Kategorie eine durchschnittliche Wirkstoffmenge je Anwendung berechnet werden, aufgeteilt auf unterschiedliche Wirkstoffe, also beispielsweise die durchschnittlich eingesetzten Wirkstoffmengen einer Herbizid-Anwendung bei Winterweizen. Durch dieses Vorgehen kann im Vergleich zu einer Festlegung bestimmter Handelsprodukte die Gefahr etwas reduziert werden, dass gerade ein solches Produkt zugeteilt wird, das einen Wirkstoff enthält, dessen Umweltwirkung stark von anderen Wirkstoffen abweicht. Multipliziert mit der Anzahl Anwendungen ergibt sich schliesslich die durchschnittliche Wirkstoffmenge je Kultur, unterteilt nach den verschiedenen Wirkstoffen (Tabelle 48).

Der Vergleich mit der Schriftenreihe der FAL 58 (SR58; FAL58, 2005) zeigt, dass die pro Hektare eingesetzten Wirkstoff-Mengen nach SR58 im Allgemeinen höher sind. Neben den höheren Einsatzmengen je Durchgang (Dosierung) ist dies bei Zucker- und Futterrüben auch auf die höhere Anzahl Durchgänge zurückzuführen. Eine Übernahme der SR58-Annahmen hätte die in der SR58 definierten Kulturen gegenüber den zusätzlichen Kulturen somit eher benachteiligt.

5.8.2.5 Düngung

Zur Bestimmung der Düngerzufuhr (Mineraldünger) oder -wegfuhr (Hofdünger) werden die Düngungsgrundlagen **GRUDAF01** (FAL und RAC, 2001) angewendet und die Einhaltung der **Suisse-Bilanz** (LBL/SRVA, 2002) vorausgesetzt:

- Wenn der gesamtbetriebliche Nährstoffbedarf (N, P₂O₅ und K₂O) durch die Nährstofflieferung aus der Tierhaltung nicht gedeckt wird, muss für die Differenz Mineraldünger zugeführt werden. Bei Bio-Betrieben wird in Abweichung davon ein Nährstoffdefizit in Kauf genommen.

> weiter Seite 134

Tabelle 45: Arbeitsverfahren mit bekanntem Treibstoffbedarf und zusätzlichen Abschätzungen

Arbeiten	Einh.	Trakt.	Bel.-	Th/	Diesel		Benzin	
Ecoinvent-Arbeiten (Basis-Verfahren)		(Fz.)	grad	Einh.				
		kW	%	h/E.	l/h	l/E	l/h	l/E
Transport, Traktor und Pneuwagen (pro tkm)	tkm	62		0.007	7.3	0.052		
Transport, Traktor und Pneuwagen (pro ha)	ha	62		2	7.3	14.6		
Bodenbearbeitung, Grubbern	ha	78		1.2	15.4	18.48		
Bodenbearbeitung, Pflügen	ha	78		2.1	14.8	31.08		
Bodenbearbeitung, Eggen mit Federzinkenegge	ha	62		0.8	6.6	5.28		
Bodenbearbeitung, Eggen mit Kreiselegge	ha	62		1.2	11.4	13.68		
Bodenbearbeitung, Fräsen	ha	50		1.5	11.2	16.8		
Bodenbearbeitung, Walzen	ha	50		0.9	4.2	3.78		
Säen	ha	50		1.3	3.5	4.55		
Kartoffellegen	ha	50		5.3	2	10.6		
Pflanzen	ha	50		10	2	20		
Hacken	ha	50		1	3.9	3.9		
Bodenbearbeitung, Hacken und Häufeln, Kartoffeln	ha	50		1.1	3.9	4.29		
Bodenbearbeitung, Striegeln mit Hackstriegel	ha	50		0.5	3.8	1.9		
Mulchen	ha	50		1.1	3.8	4.18		
Düngen, mit Schleuderstreuer	ha	50		1.5	4.2	6.3		
Mist laden	t	50		0.042	2.4	0.101		
Mist ausbringen	t	62		0.077	6.9	0.531		
Mist laden und ausbringen, mit Mistkran und Miststreuer	t	50+62		0.119	9.3	0.632		
Jauche ausbringen, mit Vakuumfass	m3	50		0.06	4.3	0.258		
Bewässern	ha	50		1	4.5	4.5		
Ausbringen Pflanzenschutzmittel, mit Feldspritze	ha	50		0.7	3	2.1		
Mähen mit Motormäher	ha	8		2			2	4
Mähen mit Kreiselmäher	ha	50		0.9	5.7	5.13		
Heuen mit Kreiselheuer	ha	50		0.6	3.8	2.28		
Schwaden mit Kreiselschwader	ha	50		1	3.5	3.5		
Futter laden mit Ladewagen	m3	62		0.02	6.3	0.126		
Ballen pressen	Rb	62		0.13	6.8	0.884		
Ballen laden	Rb	50		0.023	4.2	0.097		
Dreschen mit Mähdrescher	ha	150		1.3	30.5	39.65		
Mais häckseln	ha	62		3	11.2	33.6		
Mais häckseln und transportieren	ha	3*62		7	9.0	62.8		
Kartoffelkrautschlagen	ha	50		1.5	3.8	5.7		
Ernten, mit Vollernter, Kartoffeln	ha	50		13.4	2.5	33.5		
Ernten, mit Vollernter, Rüben	ha	78		8	15.4	123.2		
Neue Verfahren (Eigene Abschätzungen)								
Strohballen laden	Ba	50		0.005	4.2	0.022		
Strohballen transportieren	Ba	62		1E-04	7.3	9E-04		
Strohballen laden und transportieren	Ba	50		0.005	4.3	0.022		
Rundballen laden	Ba	50		0.046	4.2	0.194		
Rundballen transportieren	Ba	62		0.001	7.3	0.009		
Rundballen laden und transportieren	Ba	50		0.048	4.3	0.204		
Leichte Arbeiten mit Traktor	Th	41		1	3.5	3.5		
Handarbeit	h	0		0	0	0		
Spritzen mit Rückensprüngerät	Fzh	2	0.90	1			0.9	0.9
Tabak ernten	Fzh	9	0.25	1			1.125	1.125
Mulchen mit Selbstfahrgerät	Fzh	5	0.70	1			1.75	1.75
Schneiden mit Motorsense	Fzh	2	0.70	1			0.7	0.7
Mostobst auflesen mit Maschine	Fzh	3	0.80	1			1.2	1.2
Schneiden mit Schnittgerät	Fzh	2	0.70	1			0.7	0.7
Sprühen mit Sprühgerät	Fzh	8	0.80	1			3.2	3.2
Schneiden mit Kettensäge 2 kW	Fzh	2	0.90	1			0.9	0.9
Schneiden mit Kettensäge 4 kW	Fzh	4	0.90	1			1.8	1.8
Entrinden	Fzh	4	0.90	1			1.8	1.8
Fahren mit Geländefahrzeug	Fzh	75	0.20	1			7.5	7.5

Tabelle 46: DBK-Arbeitsverfahren und Zuweisung eines Ecoinvent-Verfahrens

DBK-Arbeitsverfahren	Zuordnung Ecoinvent-Arbeit	DBK-Arbeitsverfahren	Zuordnung Ecoinvent-Arbeit
Bodenbearbeitung		Transporte	
2-Schar-Pflug	Bodenbearbeitung, Pflügen	Transporte, 8 t-Pneuwagen, 2-Achs in Fuder	Transport, Traktor und Pneuwagen
4-Schar-Pflug	Bodenbearbeitung, Pflügen	Transporte, 8 t-Pneuwagen, 2-Achs in h	Transport, Traktor und Pneuwagen
Grubber mit Nachläufer, 3 m	Bodenbearbeitung, Grubbern	Transporte, 5 t-Pneuwagen, 2-Achs in Fuder	Transport, Traktor und Pneuwagen
Federzinkenegge, 3 m mit Krümmler	Bodenbearbeitung, Federzinkenegge	Transporte, 5 t-Pneuwagen, 2-Achs in h	Transport, Traktor und Pneuwagen
Scheibenegge gezogen, 3 m	Bodenbearbeitung, Federzinkenegge	Transporte, 3 t-Pneuwagen, 2-Achs in Fuder	Transport, Traktor und Pneuwagen
Kreiselegge, 3 m	Bodenbearbeitung, Kreiselegge	Transporte, 3 t-Pneuwagen, 2-Achs in h	Transport, Traktor und Pneuwagen
Bodenfräse, 2,5 m	Bodenbearbeitung, Fräsen	Transporte, Kipper 6 t, 1-Achs in Fuder	Transport, Traktor und Pneuwagen
Rauwalze, 2,5 m	Bodenbearbeitung, Walzen	Transporte, Kipper 6 t, 1-Achs in h	Transport, Traktor und Pneuwagen
Rauwalze, 6 m dreiteilig gezogen	Bodenbearbeitung, Walzen	Autoanhänger	Handarbeit
Nachbearbeitung, Grubber, 3 m	Bodenbearbeitung, Grubbern	Zusätz. Handarbeit bei Transport	Handarbeit
Bestellkombination, 3 m	Bodenbearbeitung, Kreiselegge		
Saat, Pflanzung		Ernte Gemüse	
Sämaschine, 3 m	Säen	Leeres Gebinde verteilen	Leichte Arbeiten mit Traktor
Einzelkornsämaschine, 4-reihig, 3 m	Säen	Unterfahren mit Messer	Mähen mit Kreiselmäher
Einzelkornsämaschine, 6-reihig, 3 m	Säen	Ausfahren mit Schüttelroder	Ernten, mit Vollernter, Kartoffeln
Saat mit Nibex Einzelkorn, 5-reihig	Säen	Ernte Drescherbsen	Dreschen mit Mähdrescher
Saat mit Sembdner, 5-reihig	Säen	Karottenvollernter	Ernten, mit Vollernter, Kartoffeln
Kartoffellegemaschine, 4-reihig	Kartoffellegen	Sellerievollernter	Ernten, mit Vollernter, Kartoffeln
Kartoffellegeautomat, 2-reihig	Kartoffellegen	Randenvollernter	Ernten, mit Vollernter, Kartoffeln
Setzmaschine, 2-reihig	Pflanzen	Spinatvollernter	Ernten, mit Vollernter, Kartoffeln
Setzmaschine, 3-reihig, mittel	Pflanzen	Querförderband	Handarbeit
Setzmaschine, 3-reihig, schnell	Pflanzen	Abfräsen von Kraut und Strünken	Bodenbearbeitung, Fräsen
Tabaksetzmaschine	Pflanzen	Abladen, Waschen, Aufladen	Handarbeit
Dammformer für Kartoffeln 4-reihig	Bodenbearbeitung, Hacken/Häufeln	Rüsten und Kalibrieren, Zwiebeln	Handarbeit
Separator für Kartoffeln, 2-reihig	Bodenbearbeitung, Fräsen	Abtransport Gärssaft, 4 m ³ -Vakuumfass	Jauche ausbringen, mit Vakuumfass
Pflege		Palettisieren mit Heckstapler	Leichte Arbeiten mit Traktor
Hackstriegel, 6 m	Bodenbearbeitung, Hackstriegel	Div. Zugkraftstunden bei Ernte	Leichte Arbeiten mit Traktor
Hackstriegel, 9 m hydraulisch	Bodenbearbeitung, Hackstriegel	Strassenreinigung	Handarbeit
Hackbürste, 5-reihig	Hacken	Obstbau/Weinbau	
Kartoffelhack- und häufelgerät, 4-reihig	Hacken	Mulchgerät mit Schwenkarm, 2,8 m	Mulchen
Hacken/Häufeln, 2-reihig, mittel	Hacken	Schlegelmulchgerät, 2-2,5 m	Mulchen
Hacken/Häufeln, 2-reihig, schnell	Hacken	Schnittholzacker	Leichte Arbeiten mit Traktor
Hacken/Häufeln, 3-reihig, mittel	Hacken	Stroheinlage mit Miststreuer, 2 t	Leichte Arbeiten mit Traktor
Hacken/Häufeln, 3-reihig, schnell	Hacken	Baumstreifen mit Motorsense mähen	Schneiden mit Motorsense
Hacken/Häufeln, 4-reihig, mittel	Hacken	Mostobstauflesemaschine, 3 kW	Mostobst auflesen mit Maschine
Hacken/Häufeln, 6-reihig, mittel	Hacken	Sommerschnitt Beeren	Handarbeit
Maisscharhackgerät, 4-reihig, 3 m, 2 Pers.	Hacken	Winterschnitt und div. Bindearbeiten Beeren	Handarbeit
Maisssternhackgerät, 4-reihig, 3 m	Hacken	Schnittgerät pneum., 2 Scheren	Schneiden mit Schnittgerät
Rübenscharhackgerät, 6-reihig, 3 m, 2 Pers.	Hacken	Rebschere, elektronisch, Batterie	Handarbeit
Rübensternhackgerät, 6-reihig, 3 m	Hacken	Ausdünnen von Hand	Handarbeit
Reihenhackfräse, 5-reihig 50 cm	Bodenbearbeitung, Fräsen	Ruten ausschneiden	Handarbeit
Abflammen mit Traktor, 3 m, 4-reihig	Ausbringen Pflanzenschutzmittel	Jungtriebe heften, anbinden	Handarbeit
Wiesentrimmer, 3 m	Mulchen	Unterhalt Gerüst Obstbau	Handarbeit
Planierschild zu Traktor	Leichte Arbeiten mit Traktor	Pflege Wildkrautstreifen (Schnitt, Erneuern)	Handarbeit
Diverse Zugkraftstunden	Leichte Arbeiten mit Traktor	Nützlingsförderung (Tontöpf., Sitzstangen)	Handarbeit
Düngung, Bewässerung		Lagerhaussortierung Kernobst	Handarbeit
Einkasten-Düngerstreuer, 2,5 m	Düngen, mit Schleuderstreuer	Weinbau	
Grunddüngung, Schleuderstreuer, 450 l	Düngen, mit Schleuderstreuer	Spatenmaschine Weinbau	Mulchen
Kopfdüngung, Schleuderstreuer, 450 l	Düngen, mit Schleuderstreuer	Schlegelmulchgerät, Dreipunktanbau	Mulchen
Misten, Hydrauliklader, 3 t-Zetter, pro t	Mist laden und ausbringen	Schlegelmulchgerät, Anbau, 1,2 m	Mulchen
Güllen, 4 m ³ -Vakuumfass, pro m ³	Jauche ausbringen, mit Vakuumfass	Motorsense mit Pflegegeräten, 2 kW	Schneiden mit Motorsense
Güllen, Schleppschlauch 8 m ³ -Pumpf., pro m ³	Jauche ausbringen, mit Vakuumfass	Sichelmulchgerät, selbstfahrend, 5 kW	Mulchen mit Selbstfahrgerät
Bewässern mit Traktorpumpe, 100 m Rohr	Bewässern	Unterstockräumer 2-seitig, mechanisch	Mulchen
Pflanzenschutz		Mähbalken 1,2 m	Leichte Arbeiten mit Traktor
Feldspritze, 12 m	Ausbringen Pflanzenschutzmittel	Laubhefter, 1-reihig	Handarbeit
Anbaugebläsespritze, 500 l-Fass	Ausbringen Pflanzenschutzmittel	Gebäsespritze, 200-300 l, Dreipunktanbau	Ausbringen Pflanzenschutzmittel
Anbaugebläsespritze, 1'000 l	Ausbringen Pflanzenschutzmittel	Aufbaugebläsespritze, 100-200 l Weinbau	Ausbringen Pflanzenschutzmittel
Rückenspritzgerät, 12 l, 2 kW	Spritzen mit Schläuchlein	Sprühgerät Selbstfahrend, 8 kW	Sprühen mit Sprühgerät
Granulat streuen	Handarbeit	Vorschneider für Rebholz, 1-reihig	Handarbeit
Fallenkontrolle	Handarbeit	Laubschneidegerät, 1-reihig	Handarbeit
Pflanzenschutzkontrollen	Handarbeit	Laubsauger, 1-reihig, pneumatisch	Handarbeit
Futtermittel		Diverse Arbeiten	
Motormäher, 1,6 m	Mähen mit Motormäher	Handjäten	Handarbeit
Kreiselmäher, 1,6-2 m	Mähen mit Kreiselmäher	Vereinzeln von Hand	Handarbeit
Kreiselmäher mit Mähauflauf, 1,6-2 m	Mähen mit Kreiselmäher	Selektion kranke Stauden	Handarbeit
Kreiselheuer, 4,6-6 m	Heuen mit Kreiselheuer	Vlies verlegen und aufrollen	Leichte Arbeiten mit Traktor
Kreiselschwader, 2,8-3,3 m	Schwaden mit Kreiselschwader	Blacken stechen	Handarbeit
Futter einführen Ladewagen, 20 m ³ /5 t FS in Fu	Futter laden mit Ladewagen	Zusätzliche Pflegearbeiten von Hand	Handarbeit
Futter einführen Ladewagen, 20 m ³ /5 t FS in h	Futter laden mit Ladewagen	Kettensäge, Schwert 0,4 m, 2 kW	Schneiden mit Kettensäge 2 kW
Hochdruckpresse klein	Ballen pressen	Kettensäge, Schwert 0,5 m, 4 kW	Schneiden mit Kettensäge 4 kW
Rundballenpresse klein	Ballen pressen	Entrindungsmaschine, 5 kW	Entrinden
Rundballenpresse mittel, Netzbindung	Ballen pressen	Holzschleppzange, Rückebock	Handarbeit
Quaderballenpresse gross	Ballen pressen	Anbauseilwinde, 4500 kp Zugkraft	Leichte Arbeiten mit Traktor
Folienwickelgerät mittlere Rb	Ballen pressen	Kreissäge Zapfwellenantrieb	Leichte Arbeiten mit Traktor
Stroh, Heu laden und einführen, Ballenlader	Strohballen laden und transportieren	Spaltmaschine für Spalten, Zapfwelle	Leichte Arbeiten mit Traktor
Stroh, Heu laden und einführen, Rundballen	Rundballen laden und transportieren	Holzhammer für Schnitzholz	Leichte Arbeiten mit Traktor
Ernte Getreide/Hackfrüchte		Ernte von Hand	Handarbeit
Mähdrescher, 95 kW (Getreide, Ackerbohnen)	Dreschen mit Mähdrescher	Zusätzliche Handarbeit bei Ernte	Handarbeit
Mähdrescher, 95 kW (Soja, Erbsen)	Dreschen mit Mähdrescher	Aufarbeiten für Abgabe	Handarbeit
Mähdrescher, 95 kW (Raps)	Dreschen mit Mähdrescher	Aufarbeiten und Verpacken für DV	Handarbeit
Mähdrescher, 125 kW (Mais, CCM)	Dreschen mit Mähdrescher	Direktverkauf	Handarbeit
Anbaumaishäcksler, 1-reihig	Mais häckseln	Mehrarbeit Anbauverfahren	Handarbeit
Silohäcksler selbstfahrend 4-reihig	Mais häckseln	Bodenanalyse Acker-, Futterbau	Handarbeit
Häckselarbeits, Vollservice franko Silo	Mais häckseln	Bodenanalyse Gemüsebau, Beeren	Handarbeit
Rübenvollernter, gross, 1-reihig, Bunker	Ernten, mit Vollernter, Rüben	Bodenanalyse Obstbau, Reben	Handarbeit
Köpfroder 6-reihig	Ernten, mit Vollernter, Rüben	N-Min-Analyse	Handarbeit
Kartoffelkrautschläger, 2-reihig	Kartoffelkrautschlagen	Verlustzeiten	Handarbeit
Sammelroder (Samro Spezial)	Ernten, mit Vollernter, Kartoffeln	Restarbeiten Betriebszweig	Handarbeit
Kartoffelvollernter, 1-reihig, Rollboden	Ernten, mit Vollernter, Kartoffeln	Restarbeiten Zugkraftstunden	Leichte Arbeiten mit Traktor
Sortiermaschine mit Paloxenkippergerät	Handarbeit	Geländefahrzeug, 75 kW	Fahren mit Geländefahrzeug
Tabak fädeln von Hand	Handarbeit		
Tabakernter 2-reihig, ohne Lift (12PS)	Tabak ernten		
Tabak verpacken	Handarbeit		

Tabelle 47: Anzahl Pflanzenschutzmittel-Anwendungen und -Durchgänge je Kultur

Kultur	IP													Bio				
	Herbizide	Fungizide; Kupfer	Insektizide	Molluskizide	Wachstumsregulatoren	Andere	Total	Vergleich: SR58						Total	SR58			
								Herbizide	Fungizide; Kupfer	Insektizide	Molluskizide	Wachstumsregulat.	Andere		Total			
WWN	1083	806			125		2014	1770	610		30	230		2640	131%			
WWE	1083						1083	1270						1270	117%	0	0	---
SWN	894	755			125		1774	650	750			380		1780	100%			
SWE	894						894	890						890	100%	0	0	---
WRN	1090	261			125		1475	1760	720		40	320		2840	192%			
WRE	1090						1090	1580			30			1610	148%	0	0	---
DIN	1111				175		1286											
DIE	1111						1111									0		
WGN	1110	772			225		2107	1760	720		40	320		2840	135%			
WGE	1110						1110	1580			30			1610	145%	0	0	---
SGN	868						868	480	550					1030	119%			
SGE	868						868	1190						1190	137%	0	0	---
HAN	887				125		1012											
HAE	887						887									0		
TRN	1075	251			175		1502											
TRE	1075						1075									0		
WRAN	867		314				1181	2140	60	30	260			2490	211%			
WRAE	867						867	2580			210			2790	322%	0	0	---
KM	1087					500	1587	1500				1000		2500	157%	500	1000	200%
SM	1087						1087	1000						1000	92%	0	0	---
KA	1142	11216					12358	2560	7540	10				10110	82%	5608	1704	30%
ZR	1099		183				1282	2920	220		80			3220	251%	0		
FR	1021						1021	2110		60				2170	213%	0		
SAB	769						769	260						260	34%	0	0	---
EE	901						901	2340		70				2410	267%	0	0	---
SO	982						982	2820						2820	287%	0	0	---
SOB	1015						1015	3000			250			3250	320%	0		
GG	559	4133	7767			484	12942									7189		
GF	3857	5576	3233			3	12669									3191		
GK	1443	665	3326				5434									2737		
OB	2222	15081	1108				18411									60296		
RE	3111	7247					10358									169601		
BE	2493	5777	570				8840									94951		
NE	867		314				1181									0		
NM							0									0		
BB							0									0		
BR							0									0		
GD0801							0									0		
GD0805							0							0	---	0	0	---
ZW0801	46						46									0		
ZW0805	46						46									0		
KWS08	46						46									0		
KWS04	185						185									0		
KWI	231						231							0	0%	0	0	---
KWE09	185						185									0		
KWE03							0									0		
NWI	116						116									0	0	---
NWM							0							0	---	0	0	---
NWW							0									0	0	---
NWE							0									0	0	---
WEI	116						116									0	0	---
WEM							0									0	0	---
WEW							0		168/187					0	---	0	0	---

Tabelle 48: Wirkstoffmengen je Kultur

Kultur	IP											Bio		
	Vergleich: SR58											SR58		
	Herbizide	Fungizide; Kupfer	Insektizide	Molluskizide	Wachstumsregulatoren	Andere	Total	Herbizide	Fungizide; Kupfer	Insektizide	Molluskizide	Wachstumsregulat.	Andere	Total
WWN	1083	806			125		2014	1770	610		30	230		2640 131%
WWE	1083						1083	1270						0 0 ---
SWN	894	755			125		1774	650	750			380		1780 100%
SWE	894						894	890						0 0 ---
WRN	1090	261			125		1475	1760	720		40	320		2840 192%
WRE	1090						1090	1580			30			0 0 ---
DIN	1111				175		1286							
DIE	1111						1111							0
WGN	1110	772			225		2107	1760	720		40	320		2840 135%
WGE	1110						1110	1580			30			0 0 ---
SGN	868						868	480	550					1030 119%
SGE	868						868	1190						0 0 ---
HAN	887				125		1012							
HAE	887						887							0
TRN	1075	251			175		1502							
TRE	1075						1075							0
WRAN	867		314				1181	2140	60	30	260			2490 211%
WRAE	867						867	2580			210			0 0 ---
KM	1087				500		1587	1500				1000		500 1000 200%
SM	1087						1087	1000						0 0 ---
KA	1142	11216					12358	2560	7540	10				10110 82% 5608 1704 30%
ZR	1099		183				1282	2920	220		80			3220 251% 0
FR	1021						1021	2110		60				2170 213% 0
SAB	769						769	260						260 34% 0 0 ---
EE	901						901	2340		70				2410 267% 0 0 ---
SO	982						982	2820						2820 287% 0 0 ---
SOB	1015						1015	3000			250			3250 320% 0
GG	559	4133	7767			484	12942							7189
GF	3857	5576	3233			3	12669							3191
GK	1443	665	3326				5434							2737
OB	2222	15081	1108				18411							60296
RE	3111	7247					10358							169601
BE	2493	5777	570				8840							94951
NE	867		314				1181							0
NM							0							0
BB							0							0
BR							0							0
GD0801							0							0
GD0805							0							0 0 ---
ZW0801	46						46							0
ZW0805	46						46							0
KWS08	46						46							0
KWS04	185						185							0
KWI	231						231							0 0 0%
KWE09	185						185							0
KWE03							0							0
NWI	116						116							0 0 ---
NWM							0							0 0 ---
NWW							0							0 0 ---
NWE							0							0 0 ---
WEI	116						116							0 0 ---
WEM							0							0 0 ---
WEW							0	169/187						0 0 ---

Tabelle 49: Anteile der Mineraldünger an der erforderlichen Nährstoffzufuhr

Dünger	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Harnstoff	18% (von $N_{100\%} - N_{\text{AmmPhos}}$)		
Ammoniumnitrat	39% (von $N_{100\%} - N_{\text{AmmPhos}}$)		
Ammoniumsulfat	7% (von $N_{100\%} - N_{\text{AmmPhos}}$)		
Calciumammoniumnitrat	36% (von $N_{100\%} - N_{\text{AmmPhos}}$)		
Ammoniumphosphate	$N_{\text{AmmPhos}}: 18/46 * P_{\text{AmmPhos}}$		
Ammoniumphosphate		27% ($=P_{\text{AmmPhos}}$)	
Triple-Superphosphate		24%	
Singe-Superphosphate		14%	
Thomasmehl		13%	
Rohphosphate		21%	
Kaliumchlorid			60%
Kaliumsulfat			22%
Patentkali			18%

- Wenn die Nährstofflieferung aus der Tierhaltung den Bedarf an N oder P₂O₅ um mehr als 10 % übersteigt, muss die überschüssige Menge Hofdünger vom Betrieb weggeführt werden. Es wird angenommen, dass in diesen Fällen besonders diejenigen Hofdüngerarten weggeführt werden, die einen hohen Anteil des überschüssigen Nährstoffs enthalten. Wenn sich durch die erforderliche Wegfuhr von Hofdünger ein Defizit bei einem anderen Nährstoff ergibt, muss (bei IP-Betrieben) dieses Defizit durch Mineraldünger wieder ausgeglichen werden.

Die Zuweisung des Nährstoffanfalls der Tiere gemäss Suisse-Bilanz (unter Berücksichtigung aller Korrekturen wie zum Beispiel des Weideabzugs) auf die verschiedenen **Hofdüngerarten** bestimmt sich aus den unterstellten Stallsystemen (siehe Kapitel «Gebäude»). Die Gehalte der verschiedenen Hofdünger werden so kalibriert, dass sich in der Summe der Nährstoffanfall gemäss Suisse-Bilanz ergibt. Für die Gülledüngung wird eine Verdünnung von 1:1 angenommen.

Die Mineraldüngung der Nährstoffe N, P₂O₅ und K₂O erfolgt mittels einer Kombination der am häufigsten verwendeten **Mineraldünger** (Tabelle 49). Der mit der Suisse-Bilanz errechnete K₂O-Bedarf der Kulturen liegt allerdings in den meisten Fällen unter der Lieferung durch die Hofdünger (Eigenversorgung), so dass keine zusätzliche Zufuhr nötig ist.

Weil sich die N-Emissionsfaktoren mit der ausgebrachten Düngermenge je Flächeneinheiten ändern, kann eine bezüglich des Nährstoffbedarfs proportionale Zuteilung der Dünger auf die Flächen zu unrealistisch kleinen Einzelnaben führen. Die **Zuteilung der Hofdünger** zu den ver-

schiedenen Kulturen wird deshalb für jeden Modellbetrieb separat aufgrund eigener Annahmen wie folgt bestimmt (Tabelle 50): Der **Mist** wird nach einer vorgegebenen Reihenfolge auf die Kulturen verteilt. Sobald bei der ersten, auf dem Betrieb angebauten Kultur eine angenommene Maximalgabe pro Hektare erreicht ist, wird mit der gemäss Reihenfolge nächsten Kultur weitergefahren. Dies wiederholt sich, bis aller Mist ausgebracht ist. Mit dieser Zuteilung werden, im Gegensatz zu einer proportionalen Verteilung auf alle Kulturen, praxisnahe Mistgaben erreicht. Die **Gülle** wird bei den IP-Betrieben auf dieselbe Weise zugeteilt. Bei den Bio-Betrieben erfolgt, unter Berücksichtigung der bereits zugeteilten Mist-Gaben, eine ausgerichtet auf den N-Bedarf proportionale Zuteilung auf alle Kulturen. Der **Mineraldünger** der IP-Betriebe wird, unter Berücksichtigung der Mist- und Gülle-Gaben, ausgerichtet auf den verbleibenden Bedarf proportional auf alle Kulturen verteilt.

Die Aufteilung der je Kultur zugewiesenen Düngermenge auf einzelne **Gaben** wird in Anlehnung an die Düngungsrichtlinien festgelegt (Tabelle 51). Die Ausbringungszeitpunkte und die prozentuale Aufteilung des ausgebrachten N richten sich vorwiegend nach den Annahmen in der Schriftenreihe der FAL 58. Für Kategorien, die in der SR 58 nicht definiert sind (z.B. bestimmte Kulturen der Bergregion), werden plausible Annahmen getroffen. Einige Daten stammen aus zusätzlichen Quellen (z.B. ART-Arbeitsvoranschlag, Fiches techniques viticultures AGRI-DEA). Von der vorgegebenen N-Aufteilung wird abgewichen, wenn der Kultur des jeweiligen Modellbetriebs Mist zugeteilt wird (Ausbringung immer als Grunddüngung) oder wenn der Kultur Gülle zugeteilt wird (Zuteilung zur ersten Kopfdüngung, wenn die Kultur auch mit N-Mineraldünger gedüngt wird; die restliche N-Düngung wird

Tabelle 50: Zuteilung der auszubringenden Dünger auf die verschiedenen Kulturen

Zuteilung Mist (IP, Bio)		Nr.	Max. Gabe (t/ha)	Zuteilung Gülle (IP)		Nr.	Max. Gabe (m3/ha)
NWW	Naturwiesen Wenig intensiv	1	ca. 9-14	KWI	Kunstwiesen Zwischenjahr	1	ca. 80-100*
WEW	Weiden Wenig intensiv	2	ca. 9-14	NWI	Naturwiesen Intensiv	2	ca. 70-80*
ZW	Zw.futter total	3	10	WEI	Weiden Intensiv	3	ca. 70-80*
GD	Gründdüngung total	4	10	KWS04	Kunstwiesen Saatjahr (04)	4	ca. 60-80*
SM	Silomais	5	30	KWS08	Kunstwiesen Saatjahr (08)	5	ca. 30-40*
KA	Kartoffeln	6	20	KWE09	Kunstwiesen Endjahr (09)	6	ca. 60-80*
FR	Futtermüben	7	20	KWE03	Kunstwiese vor Sommer-Ackerkulturen	7	0
ZR	Zuckerrüben	8	20	NWM	Naturwiesen Mittelintensiv	8	ca. 50-60*
KM	Körnermais	9	30	WEM	Weiden Mittelintensiv	9	ca. 50-60*
WRA	Raps	10	15	ZW	Zw.futter total	10	20
NE	Einjährige NWR	11	15	GD	Gründdüngung total	11	20
WG	Wintergerste	12	15	SM	Silomais	12	20
WW	Winterweizen	13	15	KA	Kartoffeln	13	20
SG	Sommergerste	14	15	FR	Futtermüben	14	20
SW	Sommerweizen	15	15	ZR	Zuckerrüben	15	20
TR	Triticale	16	15	KM	Körnermais	16	20
WR	Roggen	17	15	WRA	Raps	17	20
HA	Hafer	18	15	NE	Einjährige NWR	18	20
DI	Dinkel	19	15	NM	Mehrfährige NWR	19	20
SOB	Sonnenblumen	20	15	WG	Wintergerste	20	20
NM	Mehrfährige NWR	21	15	WW	Winterweizen	21	20
NWE	Naturwiesen Extensiv	22	0	SG	Sommergerste	22	20
OB	Obstanlagen	23	10	SW	Sommerweizen	23	20
BE	Beeren	24	10	TR	Triticale	24	20
RE	Reben	25	10	WR	Roggen	25	20
GF	Freilandgemüse	26	20	HA	Hafer	26	20
GK	Konservengemüse	27	20	DI	Dinkel	27	20
NWM	Naturwiesen Mittelintensiv	28	10	SOB	Sonnenblumen	28	20
WEM	Weiden Mittelintensiv	29	10	OB	Obstanlagen	29	20
KWS08	Kunstwiesen Saatjahr (08)	30	10	BE	Beeren	30	20
KWS04	Kunstwiesen Saatjahr (04)	31	10	RE	Reben	31	20
NWI	Naturwiesen Intensiv	32	10	GF	Freilandgemüse	32	20
WEI	Weiden Intensiv	33	10	GK	Konservengemüse	33	20
KWI	Kunstwiesen Zwischenjahr	34	10	SAB	Ackerbohnen	34	20
KWE09	Kunstwiesen Endjahr (09)	35	10	EE	Eiweisserbsen	35	20
KWE03	Kunstwiese vor Sommer-Ackerkulturen	36	0	SO	Soja	36	20
SAB	Ackerbohnen	37	0	GG	Gewächshausgemüse	37	20
EE	Eiweisserbsen	38	0	NWW	Naturwiesen Wenig intensiv	38	0
SO	Soja	39	0	WEW	Weiden Wenig intensiv	39	0
GG	Gewächshausgemüse	40	20	NWE	Naturwiesen Extensiv	40	0
WEE	Weiden Extensiv	41	0	WEE	Weiden Extensiv	41	0

* Je nach Region (Ertragshöhe) und Hofdüngerart (N-Gehalt). Diese Werte sind so festgelegt, dass der N-Bedarf gedeckt wird.
Die IP-Betriebe bringen die Gülle somit prioritär auf den Wiesen aus

gemäss den Vorgaben prozentual auf die Gaben aufgeteilt). Bezüglich Ausbringungstechnik werden für alle Modellbetriebe dieselben Durchschnittswerte angenommen.

5.8.2.6 Vor- und Zwischenkulturen

Für die Abschätzung bestimmter Emissionen müssen die Vor- und Zwischenkulturen bekannt sein, jeder Kultur darf nur eine Vor- und Zwischenkultur zugeteilt werden. Weil die Kulturflächen der Modellbetriebe Durchschnittswerte darstellen, ist es nicht möglich, eindeutige, flächengenaue

Zuteilungen vorzunehmen. Es erfolgt deshalb eine näherungsweise Zuteilung geeigneter Vor- und Zwischenkulturen anhand des jeweiligen Flächenbestandes.

Die Zuteilung der **Vorkulturen** erfolgt in mehreren Schritten. Basis ist die RAC-Fruchtfolgegetabelle (Voullioud, 2005). Nach jedem Schritt werden die verbleibenden Zuteilungsmöglichkeiten aktualisiert:

1. Damit die im Frühjahr endende Kunstwiese (KWE03) sicher als Vorkultur zugeteilt wird, wird diese zuerst

Tabelle 51: Aufteilung der Düngung auf einzelne Gaben (Talregion)

Kultur	Grund- und Kopfdüngung (Datum)					Aufteilung auf Gaben (N-Anteil)				
	GD	K1	K2	K3	K4	GD	K1	K2	K3	K4
WWN	15.10	15.03	15.04	15.05		0%	33%	42%	25%	
WWE	15.10	15.03	15.04	15.05		1%	33%	41%	25%	
SWN	05.03	05.04	05.05	05.06			25%	46%	29%	
SWE	05.03	05.04	05.05	05.06		1%	25%	46%	28%	
WRN	25.09	15.03	15.04			3%	43%	54%		
WRE	25.09	15.03	15.04			0%	44%	55%		
DIN	25.09	15.03	15.04			3%	43%	54%		
DIE	25.09	15.03	15.04			0%	44%	55%		
WGN	15.09	15.03	15.04	15.05		3%	32%	41%	24%	
WGE	15.09	15.03	15.04	15.05		0%	33%	41%	25%	
SGN	15.03	15.04	15.05				35%	65%		
SGE	15.03	15.04	15.05			5%	33%	62%		
HAN	15.03	15.04	15.05				35%	65%		
HAE	15.03	15.04	15.05			5%	33%	62%		
TRN	25.09	15.03	15.04			3%	43%	54%		
TRE	25.09	15.03	15.04			0%	44%	55%		
WRAN	15.08	15.03	15.04			22%	44%	33%		
WRAE	15.08	15.03	15.04			22%	44%	33%		
KM	25.04	05.06	25.06			38%	38%	25%		
SM	15.05	25.06	05.07			38%	38%	25%		
KA	05.04	20.05	30.05			38%	50%	13%		
ZR	05.03	25.03	05.05			38%	44%	19%		
FR	05.03	25.03	05.05			38%	44%	19%		
SAB	01.02					100%				
EE	01.02					100%				
SO	01.04					100%				
SOB	25.04	25.05				75%	25%			
GG	05.04	20.05	30.05			38%	50%	13%		
GF	05.04	20.05	30.05			38%	50%	13%		
GK	05.04	20.05	30.05			38%	50%	13%		
OB	15.05					100%				
RE	15.05					100%				
BE	15.05					100%				
NE	15.08	15.03	15.04			22%	44%	33%		
NM	15.05					100%				
BB	15.05					100%				
BR	15.05					100%				
GD0801		15.08					100%			
GD0805		15.08					100%			
ZW0801		15.08					100%			
ZW0805		15.08					100%			
KWS08	05.08	15.09				50%	50%			
KWS04	05.04	15.06	25.07	05.09		30%	25%	25%	20%	
KWI	05.04	15.05	15.06	25.07	05.09	25%	20%	20%	20%	15%
KWE09	05.04	15.05	15.06	25.07		30%	25%	25%	20%	
KWE03										
NWI	05.04	15.05	15.06	25.07	05.09	25%	20%	20%	20%	15%
NWM	05.04	15.05	25.06	15.08		25%	25%	25%	25%	
NWW	05.05	15.06				50%	50%			
NWE	05.05					100%				
WEI	05.04	15.05	15.06	25.07	05.09	25%	20%	20%	20%	15%
WEM	05.04	15.05	25.06	15.08		25%	25%	25%	25%	
WEW	05.05	15.06				50%	50%			

zugeteilt. Nachkultur wird diejenige Kultur, die nach Fruchtfolgetabelle sehr gut oder gut geeignet ist und am genauesten mit der Fläche KWE03 übereinstimmt. Beträgt die Abweichung aller möglichen Nachkulturen mehr als 50 %, so werden der Fläche KWE03 mehrere, sehr gut oder gut geeignete kleinflächige Nachkulturen zugeteilt.

2. Im zweiten Schritt erfolgt für alle Kulturen eine Zuteilung, wenn eine sehr gut oder gut geeignete Vorkultur existiert, deren Fläche nicht mehr als 20 % abweicht.
3. Die Bedingung der maximalen Abweichung (Schritt 2) wird auf 50 % erhöht.
4. Hier erfolgt die Zuteilung kleinflächiger Nachkulturen zu sehr gut oder gut geeigneten Vorkulturen (mehrere Nachkulturen möglich, bis die Fläche der Vorkultur erreicht wird).
5. Im letzten Schritt wird den verbleibenden Nachkulturen je eine sehr gut oder gut geeignete Vorkultur zugeteilt, auch wenn die entsprechende Vorkultur bereits anderen Nachkulturen zugeteilt wurde. Noch nicht zugeteilte Vorkulturen werden dabei bevorzugt behandelt.

Durch diese schrittweise Zuteilung wird jeder Kultur eine eindeutige Vorkultur zugewiesen, so dass die Vorkultur-Flächen möglichst gut an den Flächenbestand des Modellbetriebs angepasst sind. Es ist aber möglich, dass einzelne Kulturen des Modellbetriebs nicht als Vorkulturen zugeteilt werden.

Zwischenkulturen werden denjenigen Kulturen zugeteilt, die im Frühjahr angesät werden. Zuerst wird die als Vorkultur zugewiesene Fläche KWE03 übernommen. Für die weiteren Zuteilungen werden die beim Modellbetrieb vorhandenen Zwischenkulturen nach Erntetermin und die vorhandenen Sommerkulturen nach Saattermin sortiert (spätester Termin zuerst). Anhand dieser Sortierung erfolgen die Zuteilungen, wobei jeweils die späteste Zwischenkultur zugeteilt wird, bis die kumulierte Fläche näher bei der nächstrangierten Zwischenkultur liegt. Wenn einer Sommerkultur auf diese Weise mehrere Zwischenkulturen zugeteilt werden, wird als eindeutige Zuweisung jene mit der grössten Fläche ausgewählt. Als letzte «Zwischenkultur» wird Brache zugeteilt. Brache wird somit jenen Sommerkulturen mit dem frühesten Saattermin zugewiesen. Den Zwischenkulturen wurde als Erntetermin der Bodenbearbeitungstermin der nachfolgenden Sommerkultur zugewiesen.

Im Gegensatz zu den Vor- und Zwischenkulturen besteht für die verschiedenen **Umbrucharten** von Vorkulturen im Produktionsinventar die Möglichkeit, eine durchschnittliche Situation anzugeben. Deshalb werden diese Umbruchanteile für alle betreffenden Kulturen eines Modellbetriebs identisch festgelegt.

5.8.2.7 Gebäude

Die Annahmen zur Art der Aufstallungssysteme werden den Abschätzungen in Reidy und Menzi (2005) entnommen, ebenso die Daten zu Laufhöfen und Weidehaltung (Tabelle 52 bis Tabelle 54).

Anhand dieser Gebäudeannahmen wird der **Tierplatzbedarf pro Jahr** berechnet. Dabei wird im Allgemeinen von einer Gebäude-Nutzungsdauer von 50 Jahren ausgegangen, für bestimmte Einrichtungen von einer tieferen Nutzungsdauer. Für Tierkategorien, bei denen der Stallflächenbedarf anzugeben ist, erfolgt eine Umrechnung unter der Annahme eines Flächenbedarfs von 34 m²/GVP (persönliche Mitteilung R. Hilty, ART: mittlerer Raumbedarf 120 m³/GVP, Gebäudehöhe 3,5 m). Für Laufhöfe wird von einer Nutzungsdauer von 25 Jahren und einem Flächenbedarf von 3 m²/GVP ausgegangen (ART-Bericht 493: minimale Fläche 2,5 m²/Kuh).

Anhand der Annahmen zu Laufhof und Weide wird die **prozentuale Aufenthaltsdauer im Laufhof und auf der Weide** berechnet. Bezüglich der Weidetage werden regionale Unterschiede unterstellt (eigene Abschätzung: Weidepotenzial Tal:Hügel:Berg = 8:7:6). Wenn die Weidetage unter 150 Tagen pro Jahr liegen, wird angenommen, dass die Weide vollständig im Zeitraum zwischen April und September erfolgt. Unter Berücksichtigung des Anteils derjenigen Tiere ohne Weide- bzw. Laufhofhaltung werden die durchschnittlichen Weide- und Laufhofstage je Tierkategorie berechnet. Diese Weideannahmen werden unter anderem auch für die Abschätzung des Anteils Weidefläche an der gesamten Dauergrünlandfläche verwendet (Weide ist in der ZA nicht separat ausgewiesen).

Die Gebäudeannahmen bestimmen unter Anwendung der GRUDAF-Zahlen (FAL und RAC, 2001) ebenfalls den Hofdüngeranfall und den Bedarf an **Gülle- und Mistlagern**. Dabei wird von einer Nutzungsdauer von 40 Jahren ausgegangen, der Lagerbedarf richtet sich nach einer Zeitdauer von 4 (Tal) bis 6 (Berg) Monaten.

Der Bedarf an **Futterlager** richtet sich nach dem Futterverzehr (siehe Kapitel «Futterbedarf»), wobei von einer Nutzungsdauer von 50 Jahren (Heulager), 25 Jahren (Silolager) bzw. 20 Jahren (Kraftfutterbehälter). Für das Silolager wird je 50 % Flach- bzw. Hochsilo unterstellt.

Für den Bedarf an **Remisen und Garagen** (für Maschinen und Traktoren) wird ebenfalls von einer Nutzungsdauer von 50 Jahren ausgegangen.

Die Gebäude sind während der Betriebsphase mit einem **Energiebedarf** verbunden. Der Bedarf an **Elektrizität** wird anhand der Gebäude-Grunddaten in Ecoinvent abgeschätzt (Daten D. Dux, teilweise in Nemecek et al., 2003). Der Bedarf an **Heizöl** und **Wasser** wird anhand der ZA-Kos-

Tabelle 52: Aufstallungssysteme je Tierkategorie

Tierkategorie	Vollgüllesysteme		Gülle-/Mistsysteme		Laufstallmistsysteme		Total % Laufställe
	% Tierbestand	% Laufställe	% Tierbestand	% Laufställe	% Tierbestand	% Laufställe	
Milchkühe	49	39	50	13	1	100	26
Aufzucht 1.Jahr	7	64	58	30	35	100	57
Aufzucht 2.Jahr	19	55	66	30	15	100	45
Aufzucht 3.Jahr	23	51	66	26	11	100	40
Masttiere	25	96	62	90	13	100	93
Mastkälber	1	25	27	25	72	100	79
Vormastkälber	1	87	36	87	63	100	95
Mutter- und Ammenkühe	20	92	67	85	13	100	89
Pferde und Esel					100		
Schafe und Ziegen					100		

	Vollgülle	Gülle/Mist	Mist-systeme	Freiland-haltung
Galtsauen	61	24	13	2
Säugende Sauen	75	18	7	0
Eber	48	38	12	2
Ferkel <25 kg	80	9	11	0
Mastschweine	72	17	10	1

	Kotgrube	Kotband	Tiefstreue	Aussen-klima-bereich	Auslauf	Tränke-nippel
Junghennen	6	37	57	83	6	43
Legehennen	14	65	21	69	36	61
Mastpoulets	-	-	100	74	30	65
Truten	-	-	100	100	100	81
Anderes Geflügel	-	-	100	-	100	-

Quelle: Annahmen in Reidy und Menzi (2005)

Tabelle 53: Laufhofbestände je Tierkategorie

	Kein Auslauf [%]	Laufhof [%]	Laufhof im Stall [%]	Stunden pro Tag	Tage pro Jahr
Milchkühe	7	86	6	2.3	165
Aufzucht 1.Jahr	19	69	12	2.8	175
Aufzucht 2.Jahr	12	78	10	2.7	171
Aufzucht 3.Jahr	10	80	10	2.3	172
Masttiere	2	82	16	4	240
Mastkälber	69	14	17	4.6	224
Vormastkälber	57	26	17	6.5	268
Mutterkühe	1	86	13	5.5	202
Pferde >3 Jahre				4.2	264
Pferde <3 Jahre				3.6	241
Esel und Ponies				5.2	279

Quelle: Annahmen in Reidy und Menzi (2005)

Tabelle 54: Weidehaltung je Tierkategorie

Tierkategorie	1990 ¹			2000		
	Stunden pro Tag	Tage pro Jahr	Anteil Tiere (%)	Stunden pro Tag	Tage pro Jahr	Anteil Tiere (%)
Milchkühe	8	120	67	8	158	99
Aufzucht 1.Jahr	24	150	100	13	174	98
Aufzucht 2.Jahr	24	150	100	17	164	100
Aufzucht 3.Jahr	24	150	100	16	154	100
Masttiere	24	150	5	3	27	27
Mastkälber	24	150	5	1	7	9
Vormastkälber	24	150	5	1	3	7
Mutterkühe	–	–	–	17	169	100
Pferde >3 Jahre	4	150	100	9	184	100
Pferde <3 Jahre	4	150	100	12	150	100
Esel und Ponies	4	150	100	6	113	100
Milchschafe	24	250	100	8	91	100
Mastschafe	162	1702	1002	16	170	100
Ziegen	82	1502	1002	8	150	100

¹ Die Daten von 1990 werden nicht verwendet. Quelle: Annahmen in Reidy und Menzi (2005)

ten berechnet. Für Gewächshausgemüse wird ein zusätzlicher Energiebedarf berücksichtigt (abgeschätzt nach Produktionskosten SZG).

5.8.2.8 Futterbedarf

Für die Ermittlung des durchschnittlichen **Kraftfutterbedarfs** wird als Basis von den Annahmen des DBK ausgegangen, wobei der unrealistisch tiefe Bedarf der Milch- und Mutterkühe durch eine eigene Abschätzung anhand von ZA-Daten ersetzt wurde (Milchleistung 5000 kg/Kuh/J.: 300 kg Kraftfutter; 6000 kg: 500 kg; 7000 kg: 750 kg; davon 60 % Energieausgleichsfutter, 20 % Proteinausgleichsfutter und 20 % Milchviehfutter; Mutterkühe IP: 170 kg Energieausgleichsfutter, Bio: 120 kg). Selbst mit dieser Korrektur sind die berechneten Kraftfutterkosten der Gesamtbetriebe im Allgemeinen immer noch etwas tiefer als die Kraftfutterkosten der ZA-Modellbetriebe. In der ZA sind die Kraftfutterkosten jedoch nur aggregiert für die Gruppen Rindvieh, Schweine und andere Tiere ausgewiesen. Der **Kraftfutterzukauf** je Tierkategorie wird deshalb ermittelt, indem der gesamte Kraftfutterbedarf nach DBK auf die Kraftfutterkosten nach ZA kalibriert wird. Der Kraftfutterzukauf pro Tier unterscheidet sich somit zwischen den verschiedenen Modellbetrieben (entsprechend den ZA-Kraftfutterkosten). Zum Kraftfutterzukauf addiert wird die **Eigenproduktion** an Futtergetreide, Körnermais und Proteinfutter (siehe Kapitel «Futterbilanz»), wobei der prozentuale Anteil der Eigenproduktion bei allen Tierkategorien als gleich angenommen wird.

Wie der Kraftfutterbedarf stellt auch der im DBK enthaltene **Grundfutterbedarf** eine ungefähre Abschätzung dar. Der gesamtbetriebliche Grundfutterbedarf wird deshalb aus der Berechnung im **Suisse-Bilanz**-Formular übernommen und anhand der DBK-Bedarfsdaten auf die **Tierkategorien** aufgeteilt. Der Grundfutterbedarf wird zusätzlich nach **Grundfutterarten** differenziert. Der Anteil Weidegras ergibt sich aus der Aufenthaltsdauer auf der Weide, wobei angenommen wird, dass der Prozentanteil der Futteraufnahme bei kurzer Weidezeit über dem Prozentanteil des zeitlichen Weideaufenthalts liegt (persönliche Mitteilung H. Menzi, ART, eigene Abschätzung der Korrekturfaktoren). Die Anteile Maissilage und Futterrüben ergeben sich aus den Anbauflächen, diese Anteile am Grundfutter werden für alle Tierkategorien übernommen. Die Differenzierung des restlichen Grundfutterbedarf (Frischgras, Bodenheu, Belüftungsheu, Grassilage) erfolgt unter Berücksichtigung unterschiedlicher regionaler Vegetationsdauern (Anteil Frischgras) und Konservierungsarten (Tal: mehr Silage, Berg: mehr Heu). Die Grundfutterarten bestimmen den Bedarf an Futterlagerraum.

Ermittelt wird zusätzlich eine **Strohbilanz** (Verkauf oder Zukauf von Stroh).

5.8.2.9 Futterbilanz

Derjenige Anteil des produzierten **Ackerfutters** (unterteilt nach den Gruppen Futtergetreide, Körnermais und anderes Ackerfutter), der im eigenen Betrieb eingesetzt wird,

wird mittels einer Gegenüberstellung der Ackerfutterfläche mit dem entsprechenden Rohertrag des jeweiligen ZA-Modellbetriebs abgeschätzt. Diese Abschätzung ist nötig, weil in den ZA-Daten nur der Erlös des verkauften Ackerfutters ausgewiesen ist, nicht aber ein Erlös von intern verwendetem Futter. Das produzierte Ackerfutter wird anhand des ermittelten Faktors aufgeteilt in einen Anteil, der verkauft wird, und einen Anteil, der zum zugekauften, verfütterten Kraftfutter addiert wird. Für die Gruppe «anderes Ackerfutter» (Proteinfutter: Ackerbohnen, Eiweisserbsen, Soja, Sonnenblumen) wird angesichts der durchwegs geringen Mengen eine vollständige Eigenverfütterung angenommen.

Die Bilanz des **Grundfutters** wird in der Suisse-Bilanz berechnet, könnte aber auch anhand der Differenz zwischen dem Grundfutterzukauf und dem -verkauf nach ZA abgeschätzt werden. Weil diese beiden Quellen zu unterschiedlichen Resultaten führen können (Annahmen Wiesenerträge für die Berechnung der Suisse-Bilanz, Preise von zugekauftem bzw. verkauftem Grundfutter), wird grundsätzlich von der Grundfutterbilanz nach Suisse-Bilanz ausgegangen, wobei für die Abweichung der nach ZA geschätzten Bilanz eine Korrektur eingefügt wird (die als unterschiedliche Verwertung des Grundfutters interpretiert werden könnte. Die Abweichung der nach ZA geschätzten Bilanz wurde zu 25 % übernommen). Es wird unterstellt, dass ein Zukauf oder Verkauf von Grundfutter immer in Form von Belüftungsheu erfolgt.

5.8.2.10 Bilanz Tiere und Milch

Der Anfall und der Bedarf an trächtigen Rindern, Tränkekälbern, Ferkeln und Milch werden pro Modellbetrieb bilanziert. Die verbleibende Differenz wird zugekauft bzw. verkauft. Die übrige Remontierung (ohne Eigenproduktion der Modellbetriebe) wird vollständig zugekauft.

5.8.3 Literatur

ACW, 2007. Pflanzenschutzmittel für den Gemüsebau 2007. Eidg. Forschungsanstalt Changins-Wädenswil ACW (Publikationen differenziert nach jeweiligen Gemüsekulturen).

AGRIDEA, 2006. Deckungsbeiträge, Ausgabe 2006. AGRIDEA (Lindau/Lausanne) und FiBL (Frick).

Amman, H. 2006. Maschinenkosten 2007. ART-Bericht 664. Forschungsanstalt Reckenholz—Tänikon ART, 2006.

BLW, 2007. Pflanzenschutzmittelverzeichnis. www.psa.blw.admin.ch

Eggimann H., 2007. Ergebnisse der Zentralen Auswertung von Buchhaltungsdaten: Auswertung der Jahre 2003/05 differenziert nach Betriebstyp, Region und Landbauform. Sonderauswertung, interner Tabellenbericht.

FAL & RAC, 2001. Grundlagen für die Düngung im Acker- und Futterbau 2001 (GRUDAF01). Agrarforschung 8 (6): 2001.

FAL58, 2005. Schriftenreihe der FAL 58, Agroscope FAL, Reckenholz, Zürich.

FAT, 1997. Beurteilung nachwachsender Rohstoffe in der Schweiz in den Jahren 1993–1996. Agroscope FAT Tänikon und Carbotech Basel.

Hausheer Schnider J. (Redaktion), 2007. Zentrale Auswertung von Buchhaltungsdaten: Grundlagenbericht 2006.

Hausherr, J. & Rogger, C. (Redaktion), 1998. Ökologische und produktionstechnische Entwicklung landwirtschaftlicher Pilotbetriebe 1991 bis 1996. Schlussbericht der Nationalen Projektgruppe Öko-Pilotbetriebe. Agroscope FAT, Tänikon.

LBL/SRVA, 2002. Suisse-Bilanz, Auflage 1.0, März 2002. LBL und SRVA.

Näf E., 1996. Arbeitsvoranschlag, Agroscope FAT, Tänikon.

Nemecek T., Heil A., Huguenin O., Meier S., Erzinger S., Blaser S., Dux D. & Zimmermann A., 2003. Life Cycle Inventories of Agricultural Production Systems. Data v1.01 (2003). Ecoinvent report No. 15. FAL Reckenholz und Agroscope FAT, Tänikon.

Nemecek T., Huguenin-Elie O., Dubois D. & Gaillard G., 2005. Ökobilanzierung von Anbausystemen im schweizerischen Acker- und Futterbau. Schriftenreihe der FAL 58, Agroscope FAL Reckenholz, Zürich.

Reidy B. & Menzi H., 2005. Ammoniakemissionen in der Schweiz: Neues Emissionsinventar 1990 bis 2000 mit Hochrechnungen bis 2003. Technischer Schlussbericht. SHL Zollikofen (Entwurfsfassung).

Richner W., Oberholzer H.R., Freiermuth R., Huguenin O. & Walther U., 2006. Modell zur Beurteilung des Nitratauswaschungspotenzials in Ökobilanzen – SALCA-Nitrat. Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART.

SBV, 2006. Statistische Erhebungen und Schätzungen über Landwirtschaft und Ernährung 2005. Schweizerischer Bauernverband, Brugg.

SZG, 2006. Produktionskosten Gemüsebau. Schweizerische Zentralstelle für Gemüsebau.

Vouilloud P., 2005. Optimale Fruchtfolgen im Feldbau. In: Agrarforschung 12 (7).

ZA, 2006. Ergebnisse der Zentralen Auswertung 2000 bis 2005. Interner Tabellenbericht, Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART.

5.9 Statistische Methoden

5.9.1 Boxplot

Ein Boxplot zeigt folgende Merkmale einer Verteilung (siehe Abbildung 63):

- Median
- Quartile
- Oberer und unterer Whisker (grösster bzw. kleinster nicht extremer Wert): höchster bzw. niedrigster Wert der maximal um das 1,5-fache des Innerquartilsabstandes vom oberen bzw. unteren Quartil abweicht.
- Ausreisser: Werte die ausserhalb der Whisker liegen. (Stahel, 2002 und www.r-project.org)

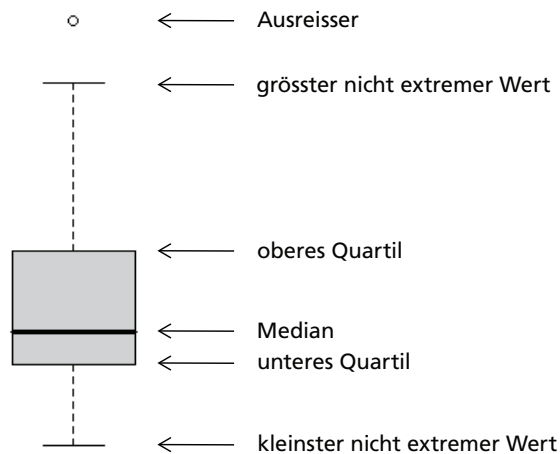


Abbildung 63: Boxplot

5.9.2 Statistische Tests

Mann-Whitney Rangsummentest (Wilcoxon Rangsummentest):

- Vergleich der Lage zweier unabhängiger Stichproben.
- Die Stichproben müssen nicht normalverteilt sein. (Stahel, 2002)

Paarweiser Vergleich mehrerer Stichproben:

- Problem des Multiplen Testens: bei mehreren Tests ergeben sich signifikante Resultate aufgrund eines Irrtums 1. Art (Stahel, 2002).
- Regel von Bonferroni: Bei der Durchführung von m Tests wird das Signifikanzniveau α auf α/m gesenkt (Stahel, 2002).

Kruskal Wallis Test (H-Test):

- Vergleich von mehr als zwei unabhängigen Stichproben.
- Die Stichproben müssen nicht normalverteilt sein.
- Prüft ob mindestens 2 Stichproben ungleich sind (Sachs, 2009).

5.9.3 Literatur

Stahel W., 2002. Statistische Datenanalyse, 4. Auflage, Vieweg, Wiesbaden

Sachs L. & Hedderich J., 2009, Angewandte Statistik, Methodensammlung mit R, 13. Auflage, Springer, Heidelberg

www.r-project.org

5.10 Ökonomisch-ökologische Analysen

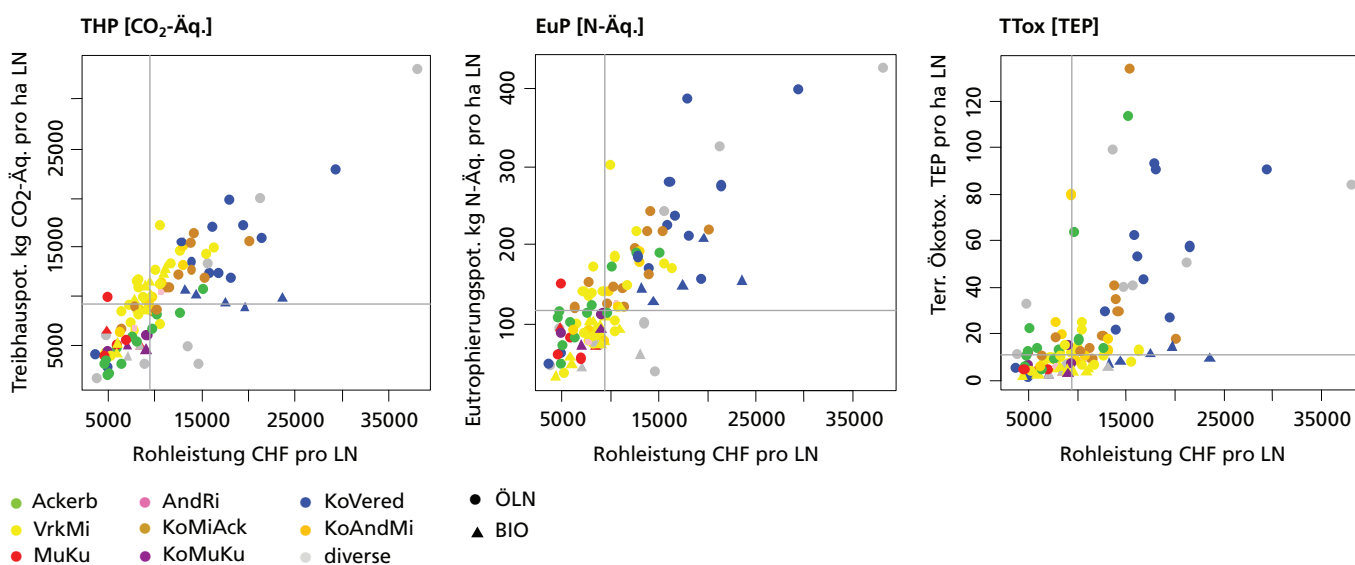


Abbildung 64: Zusammenhang Umweltwirkungen pro LN und Rohleistung pro LN. Aufteilung der Quadranten durch die Mediane der entsprechenden Parameter. Die Betriebe werden unterschieden nach Betriebstypen (Farben) und Landbauform (Symbole). Betriebstypen: Ackerb = «Ackerbau» Typ 11; VrkMi = «Verkehrsmilch» Typ 21; MuKu = «Mutterkühe» Typ 22; AndRi = «Anderes Rindvieh» Typ 23; KoMiAck = «Kombiniert Verkehrsmilch/Ackerbau» Typ 51; KoMuKu = «Kombiniert Mutterkühe» Typ 52; KoVered = «Kombiniert Veredelung» Typ 53; KoAndMi = «Kombiniert Andere/Verkehrsmilch» Typ 55; diverse = übrige Betriebstypen, Typ 99. Landbauform: ÖLN: ökologischer Leistungsnachweis, BIO = Biologischer Landbau.

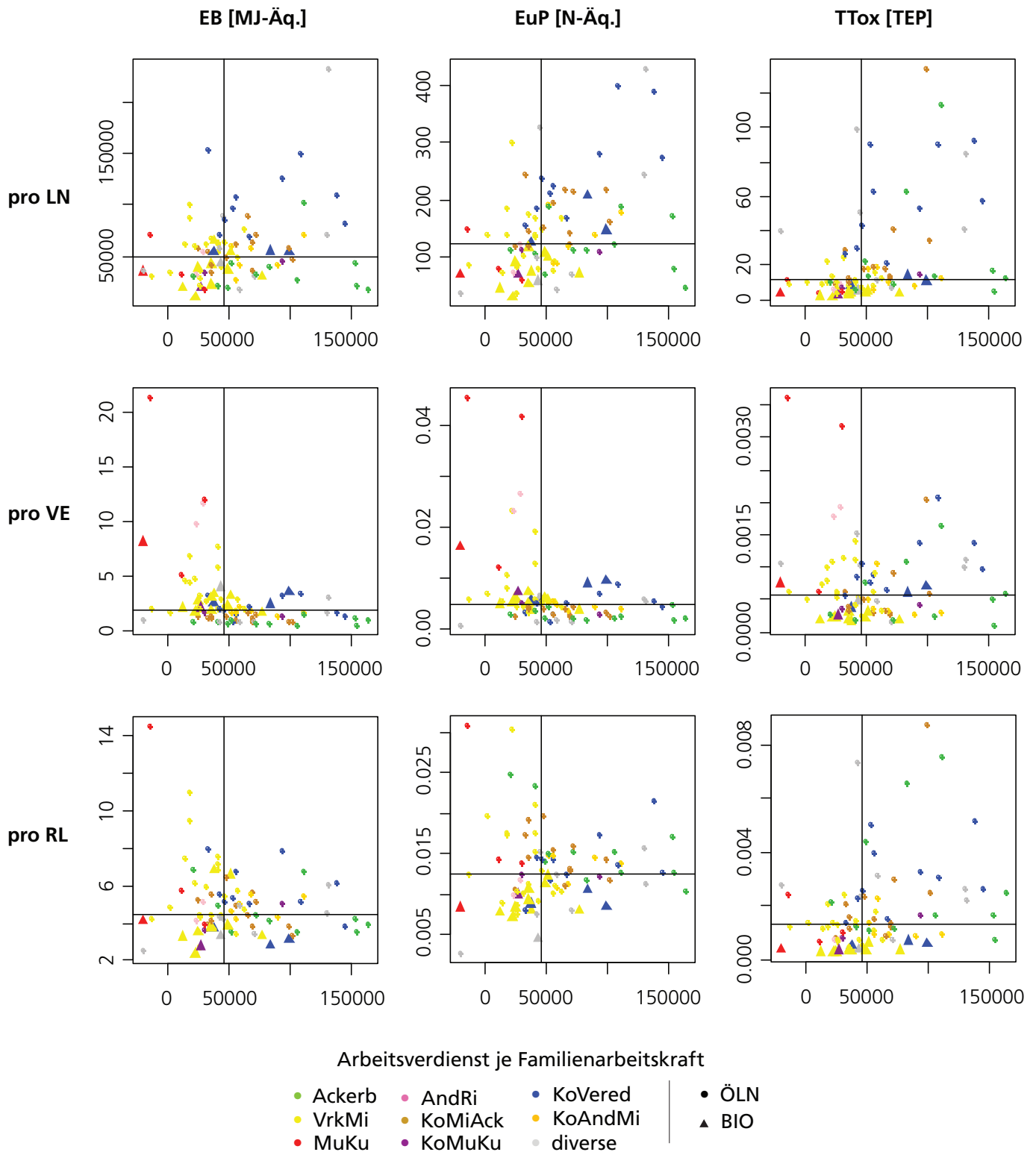


Abbildung 65: Zusammenhang Umweltwirkungen und Arbeitsverdienst je Familienarbeitskraft. Die Umweltwirkungen sind bezogen auf die funktionellen Einheiten LN, VE und RL. Aufteilung der Quadranten durch die Mediane der entsprechenden Parameter. Die Betriebe werden unterschieden nach Betriebstypen (Farben) und Landbauform (Symbole).

Betriebstypen: Ackerb = <Ackerbau> Typ 11; VrkMi = <Verkehrsmilch> Typ 21; MuKu = <Mutterkühe> Typ 22; AndRi = <Anderes Rindvieh> Typ 23; KoMiAck = <Kombiniert Verkehrsmilch/Ackerbau> Typ 51; KoMuKu = <Kombiniert Mutterkühe> Typ 52; KoVered = <Kombiniert Veredelung> Typ 53; KoAndMi = <Kombiniert Andere/Verkehrsmilch> Typ 55; diverse = übrige Betriebstypen, Typ 99. Landbauform: ÖLN: ökologischer Leistungsnachweis, BIO = Biologischer Landbau.

5.11 Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Abbildungen

Abbildung 1: Projektorganisation Zentrale Auswertung von Ökobilanzen landwirtschaftlicher Betriebe.	25
Abbildung 2: Die vier Phasen der Ökobilanzierung	30
Abbildung 3: Schematische Darstellung des Produktionssystems in ZA-ÖB	31
Abbildung 4: Daten- und Arbeitsfluss für die Zentrale Auswertung von Ökobilanzen und Buchhaltungsdaten.	36
Abbildung 5: Schematische Darstellung des Informatiksystems ZA-ÖB	37
Abbildung 6: Aufbau und Outputs von SALCAprep	38
Abbildung 7: Struktur von SALCAcalc	39
Abbildung 8: Berechnung der landwirtschaftlichen Emissionen in SALCAcalc.	39
Abbildung 9: Struktur und Outputs von SALCAcheck	40
Abbildung 10: Auswahl und Anzahl der Vergleichsbetriebe.	44
Abbildung 11: Die Umweltwirkungen Energiebedarf, Treibhauspotenzial, Eutrophierungspotenzial und Terrestrische Ökotoxizität aller Betriebe (Jahr 2008).....	51
Abbildung 12: Energiebedarf (in MJ-Äq.) pro ha LN für alle Betriebe im Jahr 2008	52
Abbildung 13: Energiebedarf (in MJ-Äq.) pro ha LN für Betriebstyp «Ackerbau» (Typ 11), ÖLN, Talregion.	52
Abbildung 14: Verteilung des Energiebedarfs (MJ-Äq.) pro ha LN aufgeteilt nach Betriebstyp.	52
Abbildung 15: Anteile der Inputgruppen an den Umweltwirkungen Energiebedarf, Treibhauspotenzial, Eutrophierungspotenzial und terrestrische Ökotoxizität für die Betriebstypen «Ackerbau», «Verkehrsmilch» und «Kombiniert Veredelung».	54
Abbildung 16: Umweltprofile für die Funktion der Landbewirtschaftung (pro ha LN).	54
Abbildung 17: Verdauliche Energie (in MJ VE) pro ha LN sowie Rohleistung (in CHF RL) pro ha LN aufgeteilt nach Betriebstypen.....	55
Abbildung 18: Energiebedarf (MJ-Äq.) pro MJ verdauliche Energie aufgeteilt nach Betriebstypen.....	56
Abbildung 19: Umweltprofile für die produktive Funktion (rot) ausgedrückt pro MJ verdaulicher Energie und (schwarz) ausgedrückt pro ha LN.	56
Abbildung 20: Umweltprofile für die finanzielle Funktion (blau gestrichelt) ausgedrückt pro CHF Rohleistung und (schwarz) ausgedrückt pro ha LN.	56
Abbildung 21: Umweltprofile für alle drei betrachteten Funktionen: Landbewirtschaftung (schwarz), produktive Funktion (rot) und finanzielle Funktion (blau gestrichelt).	57
Abbildung 22: Energiebedarf pro ha LN des Betriebstyps «Verkehrsmilch» (21) aufgeteilt nach Region und Landbauform (in MJ-Äq.)	60
Abbildung 23: Terrestrische Ökotoxizität (CML) pro ha LN des Betriebstyps «Verkehrsmilch» (21) aufgeteilt nach Region und Landbauform (in TEP)	60
Abbildung 24: Energiebedarf pro MJ verdauliche Energie des Betriebstyps «Verkehrsmilch» (21) aufgeteilt nach Region und Landbauform (in MJ-Äq.)	60
Abbildung 25: Terrestrische Ökotoxizität (CML) pro MJ verdauliche Energie des Betriebstyps «Verkehrsmilch» (21) aufgeteilt nach Region und Landbauform (in TEP)	61
Abbildung 26: Median und Verteilung von Energiebedarf, Treibhauspotenzial und Eutrophierungspotenzial pro kg Milch pro Erhebungsjahr.	65

Abbildung 27: Median und Verteilung von Terrestrischer und Aquatischer Ökotoxizität CML pro kg Milch pro Erhebungsjahr.	65
Abbildung 28: Treibhauspotenzial pro kg Milch der 68 Betriebe der reduzierten Stichprobe, aufgeteilt nach Inputgruppen.	66
Abbildung 29: Treibhauspotenzial von ÖLN- und Biomilch im Vergleich. Der Mann-Whitney-Test zeigt keinen signifikanten Unterschied zwischen Milch, welche nach dem ökologischen Leistungsnachweis produziert wurde, und Milch, welche nach Bio-Richtlinien produziert wurde.	66
Abbildung 30: Terr. und Aq. Ökotoxizität CML von ÖLN- und Bio-Milch im Vergleich. Der Mann-Whitney-Test zeigt einen signifikanten Unterschied zwischen Milch, welche nach dem ökologischen Leistungsnachweis produziert wurde, und Milch, welche nach Bio-Richtlinien produziert wurde.	67
Abbildung 31: Energiebedarf pro kg Milch in den verschiedenen Regionen (Tal, Hügel, Berg). Der Mann-Whitney-Test zeigt einzig zwischen Milch aus der Talregion und Milch aus der Bergregion einen signifikanten Unterschied.	67
Abbildung 32: Energiebedarf pro kg Milch aufgeschlüsselt nach Region und Betriebstyp. Der Kruskal-Wallis-Test zeigt keine signifikanten Unterschiede zwischen den Betriebstypen.	68
Abbildung 33: Verkaufte Milchmenge pro Betrieb und Jahr versus Energiebedarf pro kg Milch. Die logarithmische Regression zeigt einen sehr schwachen Zusammenhang zwischen den beiden Grössen.	69
Abbildung 34: Milchleistung pro Milchkuh versus Treibhauspotenzial pro kg Milch. Die logarithmische Regression zeigt einen leichten Zusammenhang ($R^2 = 0,32$) zwischen den beiden Grössen.	69
Abbildung 35: Anzahl Milchkühen pro Betrieb versus Energiebedarf pro kg Milch. Die logarithmische Regression zeigt einen leichten Zusammenhang ($R^2 = 0,23$) zwischen den beiden Grössen.	69
Abbildung 36: Anteil der Inputgruppen an der jeweiligen Umweltwirkung pro kg Milch.	70
Abbildung 37: Vergleich des Energiebedarfs pro kg Milch der Betriebe, welche in allen betrachteten Umweltwirkungen gut abschnitten, und der Betriebe, welche in allen betrachteten Umweltwirkungen hohe Resultate erzielten	73
Abbildung 38: Vergleich der terrestrischen Ökotoxizität pro kg Milch der Betriebe, welche in allen betrachteten Umweltwirkungen gut abschnitten, und der Betriebe, welche in allen betrachteten Umweltwirkungen hohe Resultate erzielten	73
Abbildung 39: Zusammenhang zwischen ökonomischen Kennzahlen und Umweltwirkungen, Aufteilung der Betriebe in vier Gruppen durch die Mediane der Kennzahlen.	76
Abbildung 40: Rohleistung ZA-BH, Arbeitsverdienst der Familienarbeitskräfte und Arbeitsverdienst je Familienarbeitskraft der ZA-ÖB Betriebe für das Jahr 2008.	77
Abbildung 41: Rohleistung ZA-BH, Mittelwerte der Betriebe aus ZA-ÖB für das Jahr 2008.	77
Abbildung 42: Rohleistung ZA-BH, Rohleistung ZA-ÖB und Arbeitsverdienst. Mittelwerte der Betriebe aus ZA-ÖB für das Jahr 2008.	77
Abbildung 43: Zusammenhang Energiebedarf pro LN und Rohleistung pro LN. Aufteilung der Quadranten durch die Mediane der entsprechenden Parameter. Die Betriebe sind unterschieden nach Betriebstypen (Farben) und Landbauform (Symbole).	78
Abbildung 44: Zusammenhang Treibhauspotenzial pro LN und Arbeitsverdienst je Familienarbeitskraft. Aufteilung der Quadranten durch die Mediane der entsprechenden Parameter.	79
Abbildung 45: Zusammenhang Treibhauspotenzial pro RL und Arbeitsverdienst je Familienarbeitskraft. Aufteilung der Quadranten durch die Mediane der entsprechenden Parameter.	80
Abbildung 46: Zusammenhang Treibhauspotenzial pro VE und Arbeitsverdienst je Familienarbeitskraft. Aufteilung der Quadranten durch die Mediane der entsprechenden Parameter.	80
Abbildung 47: Zusammenhang der Umweltwirkungen Treibhauspotenzial, Eutrophierungspotenzial und Terrestrische Ökotoxizität mit dem Arbeitsverdienst je Familienarbeitskraft für die Betriebe vom Typ «Verkehrsmilch».	82

Abbildung 48: Umweltwirkungen pro MJ verdauliche Energie: Vergleich des Betriebs, der in allen Kategorien «günstig» war, mit den Betrieben, die in allen Kategorien «ungünstig» waren.	85
Abbildung 49: Darstellung der Datenbanken ZA-ÖB und ZA-BH mit deren Gemeinsamkeiten und Unterschieden.	87
Abbildung 50: Anteil der Produktgruppen (PG) an der «Rohleistung Allokation ZA-ÖB».	90
Abbildung 51: Normalisierte Umweltwirkungen pro Rohleistung ZA-ÖB versus normalisierter Arbeitsverdienst je Familienarbeitskraft (gemessen in Familienjahresarbeitseinheiten, Ökonomische Effizienz).	90
Abbildung 52: Verteilung der Werte der Einzelbetriebe und Mittelwert für drei strukturelle Kennzahlen (Betriebsgrösse in Jahresarbeitseinheiten, Erwerbsform, Rohleistung von Paralandwirtschaft und Wald) der zwei zu vergleichenden Gruppen.	91
Abbildung 53: Verteilung der Werte der Einzelbetriebe und Mittelwert für drei Umweltwirkungen pro Rohleistung ZA-ÖB auf Ebene Gesamtbetrieb der zwei zu vergleichenden Gruppen.	92
Abbildung 54: Verteilung der Werte für drei Umweltwirkungen pro Rohleistung ZA-ÖB auf Ebene Inputgruppen für die zwei zu vergleichenden Gruppen. Es sind jeweils nur die Inputgruppen dargestellt, welche mehr als 10 % zur Gesamt-Umweltwirkung beitragen.	93
Abbildung 55: Verteilung der Werte der Einzelbetriebe für zwei Umweltwirkungen pro «Rohleistung Allokation ZA-ÖB» auf Ebene Produktgruppen (Kuhmilch, Rindviehmast, Rindviehzucht) für die zwei zu vergleichenden Gruppen.	94
Abbildung 56: Verteilung der Werte der Einzelbetriebe und Mittelwert für drei ökonomische Kennzahlen auf Ebene Gesamtbetrieb pro Jahresarbeitseinheit (JAE) der zwei zu vergleichenden Gruppen.	95
Abbildung 57: Beispiel eines Netzdiagramms aus der Betriebsübersicht.	102
Abbildung 58: Beispiel Energiebedarf der Produktionsmittel (absolut).	102
Abbildung 59: Beispiel Energiebedarf der Produktionsmittel (prozentual).	102
Abbildung 60: Beispiel Umweltwirkung einer Produktgruppe (hier Rüben, Kartoffeln).	102
Abbildung 61: Beispiel eines Betriebsvergleichs mit Darstellung des Energiebedarfs sowie der Rohleistung pro Hektar.	103
Abbildung 62: Zusammensetzung der Rohleistung aus der ZA-Buchhaltung (qualitative Darstellung).	112
Abbildung 63: Boxplot	141
Abbildung 64: Zusammenhang Umweltwirkungen pro LN und Rohleistung pro LN. Aufteilung der Quadranten durch die Mediane der entsprechenden Parameter.	142
Abbildung 65: Zusammenhang Umweltwirkungen und Arbeitsverdienst je Familienarbeitskraft. Die Umweltwirkungen sind bezogen auf die funktionellen Einheiten LN, VE und RL. Aufteilung der Quadranten durch die Mediane der entsprechenden Parameter.	143

Tabellen

Tabelle 1: Anzahl teilnehmender Betriebe im Erfassungsjahr 2006	27
Tabelle 2: Anzahl teilnehmender Betriebe im Erfassungsjahr 2007	28
Tabelle 3: Anzahl teilnehmender Betriebe im Erfassungsjahr 2008	28
Tabelle 4: Übersicht der in ZA-ÖB verwendeten Inputgruppen (IG)	31
Tabelle 5: Übersicht über die in ZA-ÖB verwendeten Produktgruppen (PG)	32
Tabelle 6: Die drei Phasen des Lebenszyklus eines Gebäudes	43
Tabelle 7: Flächen- und Tierkategorien der Vergleichsbetriebe	46
Tabelle 8: Hauptsächliche Quellen für die Definition der einzelnen Produktionsmittel	46
Tabelle 9: Übersicht über die teilnehmenden Betriebe aufgeteilt nach Betriebstyp (FAT99-Typologie; Meier, 2000), Region und Landbauform für das Jahr 2008	50
Tabelle 10: Identifizierter Handlungsbedarf pro Betriebstyp	58
Tabelle 11: Mittelwerte und Standardabweichung (Stabw) des Betriebstyp «Ackerbau» pro ha LN für die vier Umweltwirkungen «Energiebedarf» (in MJ-Äq.), «Treibhauspotenzial» (in kg CO ₂ -Äq.), «Eutrophierungspotenzial» (in kg N-Äq.) und «Terrestrische Ökotoxizität» (in TEP)	59
Tabelle 12: Mittelwerte und Standardabweichung (Stabw) des Betriebstyp «Kombiniert Veredelung» pro ha LN für die vier Umweltwirkungen «Energiebedarf» (in MJ-Äq.), «Treibhauspotenzial» (in kg CO ₂ -Äq.), «Eutrophierungspotenzial» (in kg N-Äq.) und «Terrestrische Ökotoxizität» (in TEP)	59
Tabelle 13: Übersicht über die milchproduzierenden Betriebe aus ZA-ÖB	64
Tabelle 14: Übersicht über Energiebedarf, Treibhauspotential und Eutrophierungspotential pro kg Milch in drei ausländischen Studien. Betrachtete Länder: Deutschland (Haas, 2001), Schweden (Cederberg, 1998 und 2004)	64
Tabelle 15: Variationskoeffizienten (= relative Standardabweichung; Standardabweichung dividiert durch den Mittelwert) der analysierten Umweltwirkungen pro Erhebungsjahr	65
Tabelle 16: Anteile der Inputgruppen an der jeweiligen Umweltwirkung, in der Reihenfolge ihrer Wichtigkeit	71
Tabelle 17: Übersicht über die Resultate pro kg Milch der einzelnen Betriebe in allen Umweltwirkungen	71
Tabelle 18: Zusammenstellung der Betriebe mit einer niedrigen (Gruppe 1) bzw. hohen Umweltwirkung (Gruppe 2) in allen betrachteten Umweltwirkungen	72
Tabelle 19: Betrachtete Ökonomische und ökologische Merkmale	75
Tabelle 20: Überblick über die vorhandenen Betriebe aus ZA-ÖB für die drei Erfassungsjahre (Mittelwerte)	76
Tabelle 21: Übersicht über die Datensätze pro Betriebstyp	76
Tabelle 22: Übersicht über die Verkehrsmilchbetriebe aus ZA-ÖB für das Jahr 2008 (Mittelwerte)	81
Tabelle 23: Zugehörigkeit der Verkehrsmilchbetriebe zu den vier Gruppen (Aufteilung durch die Mediane der entsprechenden Parameter) für alle untersuchten Umweltwirkungen und funktionellen Einheiten	81
Tabelle 24: Vergleich des Betriebs, der in allen Kategorien «günstig» war, mit den Betrieben, die in allen Kategorien «ungünstig» waren	84
Tabelle 25: Tätigkeitsbereiche, wo Unterschiede in den Systemgrenzen zwischen Ökobilanzen und Buchhaltungen bestehen	87
Tabelle 26: Für den Vergleich der Gruppen einbezogene Kennzahlen	89

Tabelle 27: Deskriptive Statistiken für den Vergleich der Umweltwirkung pro «Rohleistung Allokation ZA-ÖB» der Produktgruppe Kuhmilch der zwei Gruppen. Der Mann-Whitney-Test überprüft, ob es zwischen den beiden Gruppen statistisch signifikante Unterschiede gibt	94
Tabelle 28: Deskriptive Statistiken für den Vergleich der Umweltwirkungen pro «Rohleistung Allokation ZA-ÖB» der zwei Produktgruppen Kuhmilch und Rinderzucht innerhalb der Gruppe I bzw. II. Der Mann-Whitney-Test überprüft, ob es zwischen den beiden Gruppen statistisch signifikante Unterschiede gibt	94
Tabelle 29: Deskriptive Statistiken der zum Vergleich der Gruppen (Gr. I, Gr. II) angewendeten Kennzahlen. Der Mann-Whitney-Test überprüft, ob es zwischen den beiden Gruppen statistisch signifikante Unterschiede gibt	95
Tabelle 30: Zusammenfassung des Vergleichs der zwei Gruppen in den Strukturdaten, den ökologischen und ökonomischen Kennzahlen. Der statistische Mann-Whitney-Test gibt Auskunft über die Signifikanz	96
Tabelle 31: Definition der Betriebstypen gemäss Typologie FAT99 54. Quelle (Meier, 2000)	110
Tabelle 32: Vorgabe Auswahlplan ZA-ÖB für das Erfassungsjahr 2006	111
Tabelle 33: Vorgabe Auswahlplan ZA-ÖB für die Erfassungsjahre 2007/08	112
Tabelle 34: Zusammensetzung der Futtermischungen für die Berechnung der Ökoinventare	114
Tabelle 35: Getroffene Näherungen für die Berechnung der Ökoinventare Mischfutter	115
Tabelle 36: Annahmen für Distanzen und Transportmittel der importierten Futtermittel	116
Tabelle 37: Produktion, Import und Konsum von Futtermitteln in der Schweiz. Die Zahlen sind in t/Jahr ausgedrückt und beziehen sich auf das Jahr 2005	117
Tabelle 38: Erstellte Gebäudeinventare mit Bezeichnung der funktionellen Einheit und der angenommenen Lebensdauer	118
Tabelle 39: Erstellte Inventare und funktionelle Einheit Tierzukäufe	120
Tabelle 40: Erstellte Inventare und funktionelle Einheit Eigene Tiere abwesend	120
Tabelle 41: Annahmen zur weiteren Unterteilung der Flächenkategorien	121
Tabelle 42: Unterteilung der Gemüsekulturen	122
Tabelle 43: Naturalerträge des Pflanzenbaus	123
Tabelle 44: Naturalleistungen der Tierhaltung	128
Tabelle 45: Arbeitsverfahren mit bekanntem Treibstoffbedarf und zusätzlichen Abschätzungen	130
Tabelle 46: DBK-Arbeitsverfahren und Zuweisung eines Ecoinvent-Verfahrens	131
Tabelle 47: Anzahl Pflanzenschutzmittel-Anwendungen und -Durchgänge je Kultur	132
Tabelle 48: Wirkstoffmengen je Kultur	133
Tabelle 49: Anteile der Mineraldünger an der erforderlichen Nährstoffzufuhr	134
Tabelle 50: Zuteilung der auszubringenden Dünger auf die verschiedenen Kulturen	135
Tabelle 51: Aufteilung der Düngung auf einzelne Gaben (Talregion)	136
Tabelle 52: Aufstallungssysteme je Tierkategorie	138
Tabelle 53: Laufhofbestände je Tierkategorie	138
Tabelle 54: Weidehaltung je Tierkategorie	139