

■ Ökologische Beurteilung des Bedürfnisfeldes Ernährung
Arbeitsgruppen - Methoden - Stand der Forschung - Folgerungen

Niels Jungbluth
August 1998

UMS

Herausgeber:

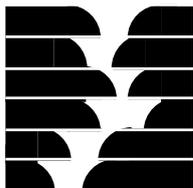
Prof. Dr. Roland W. Scholz

Umweltnatur- und
Umweltsozialwissenschaften (UNS)

Haldenbachstrasse 44
CH-8092 Zürich

Tel 01-632 5892
Fax 01-632 10 29

ETH Zentrum, HAD, 8092 Zürich



**Nachhaltige Schweiz im internationalen Kontext:
Visionen, Strategien und Instrumente,
entwickelt am Beispiel des Bedürfnisfeldes Ernährung**

Integriertes Projekt Gesellschaft I des Schwerpunktprogrammes Umwelt des Schweizerischen Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung

Teilprojekt Nr. 8:
Lebensstile, Konsummuster und ökologische Folgen

UNS Working Paper No. 18

Ökologische Beurteilung des Bedürfnisfeldes Ernährung

Arbeitsgruppen im Arbeitsfeld Ernährung und Umwelt - Methoden der
ökologischen Bilanzierung - Stand der Forschung - Folgerungen

Niels Jungbluth

August 1998

Überarbeitete Fassung der ESU-Reihe Nr. 1/97: Jungbluth, N., *Übersicht Ökologische Betrachtungen der Aktivität Ernährung - Zusammenstellung von Forschungsgruppen im Arbeitsfeld Ernährung und Umwelt - Auswertung der wichtigsten Arbeiten*. ESU-Arbeitspapier No. 1/97, Gruppe ESU, Institut für Energietechnik, Eidgenössische Technische Hochschule, Zürich, Februar 1997

Niels Jungbluth
ETH Zentrum/ HAD
Haldenbachstrasse 44
CH - 8092 Zürich

Telefon +41/ 1/ 63 24983
Telefax +41/ 1/ 63 21029
email jungbluth@uns.umnw.ethz.ch
<http://www.uns.umnw.ethz.ch/pers/jungbluth/>

Vorwort

Ziel des Forschungsprojektes¹ “Lebensstile, Konsummuster und ökologische Folgen” ist es, die ökologischen Folgen, die mit den Konsummustern verschiedener Lebensstile verknüpft sind, für Schweizer Haushalte zu untersuchen und zu quantifizieren. Zur Auswertung der ökologischen Folgen soll für eine Reihe von Produkten eine ökologische Bilanzierung durchgeführt werden und diese mit Angaben über das Konsumverhalten verknüpft werden. Besonderes Augenmerk gilt dabei dem Bedürfnisfeld Ernährung.

Das Forschungsprojekt “Lebensstile, Konsummuster und ökologische Folgen” wird in der Professur Umweltnatur- und Umweltsozialwissenschaften (UNS) an der ETH Zürich als Beitrag zum integrierten Projekt “Gesellschaftliche Transformationsprozesse für eine Nachhaltige Schweiz” (IP Gesellschaft) bearbeitet. In der Arbeitsgruppe “Methoden der Bewertung und Modellierung” an der Professur UNS werden parallel zu diesem Forschungsprojekt weitere Arbeiten zur Methodik von Ökobilanzen durchgeführt².

Das Projekt ist ein Bestandteil der Forschung im Schwerpunktprogramm Umwelt (SPPU), welche durch den Schweizerischen Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung finanziert wird. Das Ziel des SPPU ist es, wissenschaftliche Umweltforschung interdisziplinär zusammenzuführen, um im Bereich nachhaltige Entwicklung neue Erkenntnisse und Strategien für die Schweiz zu erarbeiten. Die Forschungsprojekte werden im Zeitraum Anfang 1996 bis Ende 1999 durchgeführt. Forschungsgruppen aus unterschiedlichen Disziplinen untersuchen im IP Gesellschaft die Struktur des Bedürfnisfeldes Ernährung, die Koppelung zwischen sozio-ökonomischem System und der natürlichen Umwelt und Möglichkeiten für Veränderungen dieses Systems im Hinblick auf eine nachhaltige Entwicklung. Eine Übersicht zu den neun Teilprojekten wird in Tab. 1 gegeben.

Tab. 1 Übersicht über die Teilprojekte im IP Gesellschaft I des SPPU

TP	Titel	Problemzugang	Projektleiter/Institutionen
1	Ökologische Wirtschaftspolitik zwischen Selbstorganisation und Fremdsteuerung	Volkswirtschaftslehre	Dr. Jürg Minsch/IWÖ-HSG, Universität St. Gallen
2	Organizational and inter-organizational learning towards sustainability	Politikwissenschaften	Prof. Dr. Matthias Finger/ IDHEAP, Lausanne
3	Bildung und Öffentlichkeitsarbeit für eine nachhaltige Schweiz im Bereich Ernährung	Bildung/Publizistik	Dr. Regula Kyburz-Graber, ETH und Uni Zürich
4	Plattformen für Verhandlungen über nachhaltige Nutzung von Kulturlandschaften	Kommunikations- und Beratungslehre	Michel Roux/Landwirtsch. Beratungszentrale Lindau
5	Strategien und Instrumente zur Förderung ökologischer Innovationen auf der regionalen Handlungsebene	Regionalwissenschaften	Prof. Dr. Paul Messerli/GIUB, Universität Bern
6	Von der Öko-Nische zum ökologischen Massenmarkt	Betriebswirtschaftslehre	Prof. Dr. Thomas Dyllick/ IWÖ-HSG, Univ. St. Gallen
7	Hemmende und fördernde Bedingungen der Umsetzung sozialer Repräsentationen in alltägliches Verhalten im Ernährungsbereich	Psychologie	Prof. Dr. Mario von Cranach/ Institut für Psychologie, Universität Bern
8	Lebensstile, Konsummuster und ökologische Folgen	Ökologische Bilanzierung	Prof. Dr. Roland Scholz/ UNS, ETH Zürich
9	Environmental Prioritizing. From Indicators for environmental impacts towards environmental indices	Ökologische Bilanzierung	Prof. Dr. Ruedi Müller-Wenk/ IWÖ-HSG, UNS, ETH Zürich

Dieses Working Paper stellt ein überarbeitete Fassung der Zusammenstellung von verschiedenen Ökobilanzarbeiten im Arbeitspapier “Übersicht Ökologische Betrachtungen der Aktivität Ernäh-

¹ SPPU Projekt Nr. 5001-044667/1, vgl. hierzu auch <http://www.uns.umnw.ethz.ch/pers/jungbluth/njpdescription.html>.

² Eine Übersicht zu weiteren durchgeführten Projekten und Publikationen befindet sich auf der Homepage der UNS <<http://www.uns.umnw.ethz.ch/mbm/mbm.html>>.

zung” (Jungbluth 1997a) dar. Dieses wurde hierfür ergänzt und teilweise überarbeitet. Im Hinblick auf eine geplante Untersuchung zu den Umweltfolgen des Fleisch und Gemüsekonsums werden insbesondere für diese beiden Bereiche Ökobilanzen ausgewertet (Jungbluth 1998a, Jungbluth 1998b). Ausserdem werden in diesem Bericht die wichtigsten Erkenntnisse zu einer ökologischen Gestaltung des Bedürfnisfeldes Ernährung deutlicher herausgearbeitet.³

Hier sei all jenen Institutionen und Personen gedankt, die mir für diesen Bericht Informationen zu ihren Publikationen und laufenden Projekten gegeben haben. Olaf Tietje, Thomas Köllner und Patrick Hofstetter haben den Entwurf des vorliegenden Arbeitspapiers kommentiert und wesentlich dazu beigetragen, seine Qualität zu verbessern. Vielen Dank!

³ Als interessante Ergänzung zu dieser Übersicht sei hier noch auf eine Übersicht zu “Unternehmen der Nahrungsmittelbranche mit Ökobilanzen aus verschiedenen Ländern” verwiesen, die von Th. Baumgartner, UNS-ETH erstellt wurde. Diese ist auf Wunsch beim Autor erhältlich.

Zusammenfassung

Am Anfang dieses Arbeitspapiers steht eine Übersicht zu Forschungsgruppen, die in einem Gebiet arbeiten, das eventuell für die weitere Arbeit im Projekt "Lebensstile, Konsummuster und ökologische Folgen" interessant sein könnte. Die Gruppen werden hinsichtlich ihrer Hauptarbeitsgebiete aufgeteilt. Arbeitsgruppen, die sich im weitesten Sinne mit der Thematik Ernährung befassen, wurden um nähere Angaben zu Publikationen und laufenden Projekten gebeten. Die so gewonnenen Informationen werden in der Aufstellung, getrennt für Schweizer und internationale Gruppen, wiedergegeben.

Im folgenden werden etwa 150 Publikationen ausgewertet, die im weitesten Sinne die ökologischen Folgen des Konsums von Nahrungsmitteln untersuchen. Die Arbeiten werden entsprechend der verwendeten Forschungsmethodik, verschiedenen Kategorien zugeteilt. Ein Teil der Publikationen untersucht vor allem methodische Probleme im Zusammenhang mit Ökobilanzen für landwirtschaftliche Produkte. Ökobilanzen die konkret für Produkte erstellt wurden, werden daraufhin eingeordnet, in wieweit die dort wiedergegebenen Daten auf die Schweiz übertragen werden können und so als Grundlage für weitere Untersuchungen dienen können. Es folgt eine kurze Zusammenfassung des Inhalts dieser Studien und eine Einordnung hinsichtlich der untersuchten Produkte.

Für die Themengebiete landwirtschaftliche Produktionsweise, ökologische Folgen von Transporten, Labeling auf Grundlage von Ökobilanzen und Untersuchung von Gemüse- und Fleischprodukten werden die Ergebnisse verschiedener Untersuchungen zusammengefasst. Im weiteren werden Studien ausgewertet, in denen andere Analysemethoden welche z.T. auf einem Lebenszyklusansatz beruhen, angewendet wurden, um die ökologische Relevanz der Aktivität Ernährung oder zugehöriger Teilgebiete zu analysieren. Dieses sind z.B. der ökologische Fussabdruck, das Öko-Audit, die Materialintensität pro Serviceeinheit oder Stoffflussanalysen.

In einer Untersuchung von Indikatoren zur ökologischen Bewertung wird aufgezeigt, dass der Energieverbrauch bzw. die Emission von Treibhausgasen alleine die ökologischen Folgen des Nahrungsmittelkonsums nur ungenügend beschreibt. Handlungshinweise für eine ökologische Gestaltung des Bedürfnisfeldes Ernährung sind: Saisongerechte Produkte bevorzugen und auf Produkte aus dem Gewächshaus verzichten, Auswahl von Produkten mit kurzen Transportwegen, geringe Verarbeitungstiefe der Lebensmittel, geringes Gewicht des Verpackungsmaterials, und umweltgerechte Haushaltsführung. Deutlich wird allerdings auch, dass es mehrere Einflussfaktoren für die Umweltbelastungen gibt, die im Einzelfall gegeneinander abgewogen werden müssen.

Summary

This Working Paper provides an overview of research groups and their work that is related to environmental assessments for the activity nourishing and the household consumption. The overview for working groups is split in a Swiss and an international section. For Switzerland, LCA-groups whose work is related to the activity nourishing, are listed. Groups working especially on parts of the activity nourishing were asked for further information on their work and publications. This information is quoted in the survey. International groups are listed as far as their work is closely related to the activity nourishing.

The second part of the study analyses about 150 publications dealing with environmental aspects of the activity nourishing. The publications are classified with regard to the methodological approach used and the special product investigated. The main target was to analyze how far the results of these publications can be used to assess the environmental impacts of the activity nourishing in Switzerland. Results of studies investigating special themes like ecological impacts of transportation, use of LCA for ecolabeling, type of production, vegetable, and meat production are summarized. All publications are summarized in a very short matter for this report. The listing covers not just life-cycle-assessment but also other approaches like material flow accounting, energy analysis, eco-audit or ecological footprint.

Finally it is investigated what could be could indicators to describe the environmental impacts of nourishing habits. It could be shown that energy use or greenhouse gas emissions do not indicate satisfying the environmental impacts of food production. The important findings of the different studies for an ecological development of the necessity field nourishing are: preference for seasonable products, avoidance of long transports, preference for fresh products, light packaging materials and an environmental friendly consumer behavior. The summary shows that different influence factors must be balanced out in an ecological assessment for different food products.

English Guide

The interest in the pre-version of this working paper has shown that this overview for research parties and research work related to environmental impacts of food consumption might be also interesting for researcher outside the German speaking countries. This chapter provides help to people being not familiar in reading German. It gives a short overview about the main issues tackled in this paper. Chapter 1 gives a short introduction to the whole text.

Chapter 2 gives an overview about research parties and persons dealing with life-cycle-assessment (LCA) and related methods with special attention to the food consumption chain. Main focus is laid on groups working in Switzerland.

Chapter 3 works out the main findings of a broad range of LCAs and other studies that deal with environmental impacts of food in the broadest sense. The studies are summarized in three tables. Tab. 7 gives some information about studies developing the methodology of LCA for agricultural products. Tab. 8 shows a range of examples for LCA's in this field. The publications are ordered regarding to the part of the life cycle that has been investigated. The letters in the abbreviations, WG, WH, WT, TT and TH in the last column can be translated as follows:

- W- Cradle
- G - Grave (incl. waste management)
- H - Household
- T - Gate

Thus WT means e.g. the investigation considers Cradle to Gate (of a factory), TT is just an LCA for a factory and so on. The plus- and minussymbols in the same column are an approximate assessment for the quality of inventory data given in the publications. It runs from (--) : There are no inventory data that could be used for further (e.g.) LCA's - in the stages --, -, +-, + to ++. While “++” means that all inventory data can be found in the publication and it is possible to use them for further own studies.

Tab. 10 shows examples for the use of other methods than LCA to assess the environmental impacts of food products. Chapter 3 investigates also the outcome of LCA studies related to certain themes as meat, vegetables, type of production (biological, integrated or conventional) and use of LCA in labeling.

The last chapter draws some conclusions based on the review of a range of studies. Special attention is paid to the possibilities and restrictions to use LCA for the assessment of agricultural products. Further on, indicators for the ecological assessment as energy or greenhouse gasses are questioned as overall indicators for the environmental impacts. The main findings of all studies reviewed are outlined.

Inhalt

VORWORT	I
ZUSAMMENFASSUNG	III
SUMMARY	IV
ENGLISH GUIDE	V
INHALT	VI
GLOSSAR	VII
ABKÜRZUNGEN	IX
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	X
TABELLENVERZEICHNIS	X
1 EINLEITUNG	1
2 ARBEITSGRUPPEN IM BEREICH LEBENSMITTELKONSUM & UMWELT	3
2.1 FORSCHUNGSGRUPPEN IN DER SCHWEIZ	3
2.2 INTERNATIONALE FORSCHUNGSARBEITEN	4
2.2.1 <i>Concerted Action "Harmonisation of environmental life-cycle-assessment for agriculture"</i>	4
2.2.2 <i>Concerted Action "LCA Network FOOD"</i>	4
2.2.3 <i>Projekte in den Niederlanden</i>	5
2.2.3.1 Reduction of CO2 emissions by life-style changes, Entwicklung der Hybrid Methode (1991-1995)...	5
2.2.3.2 HOMES (Household Metabolism Effectively Sustainable) (1994-1998).....	6
2.2.3.3 Green House Project (1996-1999).....	6
2.3 TABELLARISCHES VERZEICHNIS DER FORSCHUNGSGRUPPEN	7
3 ÖKOLOGISCHE BEURTEILUNG VON NAHRUNGSMITTELN: STAND DER FORSCHUNG	13
3.1 DAS BEDÜRFNISFELD ERNÄHRUNG IN EINER GESAMTBETRACHTUNG.....	14
3.2 ÖKOBILANZIERUNG.....	17
3.2.1 <i>Arbeiten zur Ökobilanzmethodik</i>	17
3.2.2 <i>Ökobilanzen für landwirtschaftliche Produkte</i>	18
3.2.2.1 Ergebnisse der Ökobilanzierung von Nahrungsmitteln.....	21
3.2.2.2 Ökobilanzierung von Gemüseprodukten.....	22
3.2.2.3 Ökobilanzierung von Fleischprodukten.....	24
3.2.2.4 Ökobilanzen für verschiedene landwirtschaftliche Produktionsweisen.....	25
3.2.2.5 Transporte von Nahrungsmitteln in der ökologischen Beurteilung.....	26
3.2.3 <i>Ökobilanzen als Beurteilungskriterium bei der Vergabe von Produktlabels</i>	27
3.2.4 <i>Literaturübersicht Ökobilanzmethodik und Anwendungsbeispiele</i>	29
3.3 WEITERE METHODEN DER ÖKOLOGISCHEN BEURTEILUNG.....	38
3.3.1 <i>Energiebilanzen für Nahrungsmittel</i>	38
3.3.2 <i>Öko-Audit</i>	40
3.3.3 <i>Ecological Footprint</i>	41
3.3.4 <i>Stoff- und Materialflussanalysen</i>	41
3.3.5 <i>Materialintensität pro Serviceeinheit</i>	42
3.3.6 <i>Literaturübersicht weiterer methodischer Ansätze</i>	43
4 ERGEBNISSE UND SCHLUSSFOLGERUNGEN	48
4.1 ENERGY, GREENHOUSE GASES AND WAY OF LIVING	48
4.2 MÖGLICHKEITEN UND GRENZEN DER ÖKOBILANZIERUNG.....	51
4.3 HANDLUNGSHINWEISE ALS ERGEBNIS DER AUSWERTUNG.....	52
LITERATUR	54
ANHANG	62
A.1 ADRESSEN LCA NETWORK FOOD.....	62
A.2 LITERATURÜBERSICHT ENERGIEBILANZIERUNG	63
A.3 ZUSAMMENSTELLUNG ÖKO-AUDIT IN DEUTSCHLAND.....	64

Glossar

In diesem Arbeitspapier werden einige Begriffe in einer bestimmten Art und Weise benutzt. Die zugrundeliegende Definition wird im folgenden erläutert. Zur Unterscheidung verschiedener Methoden des Gemüseanbaus wurde die Systematik von Anwender Phan-Huy (1993) bzw. K&U (1995) angepasst

Begriffe	Bedeutung in diesem Arbeitspapier
Aktivität - activity	Mit dem Begriff <i>Aktivität</i> wird ein Bereich des Haushaltsverhaltens mit allen zugehörigen Tätigkeiten für die Untersuchung der Umweltfolgen abgegrenzt (vgl. hierzu z.B. (Baccini <i>et al.</i> 1993). So beinhaltet zum Beispiel die Aktivität Ernähren sowohl die Produktion und den Kauf von Essen und Getränken, als auch alle Handlungen die mit der Zubereitung und dem Verzehr der Nahrungsmittel verbunden sind. Eingeschlossen werden auch die hierdurch verursachten Entsorgungsschritte. Auf diese Weise können alle umweltrelevanten Handlungen der Haushalte verschiedenen Aktivitäten zugeordnet werden.
Bedürfnisfeld - necessity field	Der Begriff <i>Bedürfnisfeld</i> bezeichnet das verbindende Element der unterschiedlichen Projekte im Rahmen der Arbeit im IP Gesellschaft. Im Bedürfnisfeld Ernährung wird das komplexe Geflecht der Akteure, ihrer Handlungen und der zwischen ihnen bestehenden kollektiven Strukturen, das die Ernährungsbedürfnisse prägt und befriedigt, beschrieben. Die Aktivität Ernährung stellt einen Untersuchungsgegenstand bei der Betrachtung des Bedürfnisfeldes dar. Aus Sicht der Bilanzierung von Umweltauswirkungen, sind Akteure und Strukturen von besonderer Bedeutung, die Umweltbelastungen im System der Bereitstellung von Nahrungsmitteln verursachen.
Bereich	Mit dem Begriff <i>Bereich</i> wird in diesem Arbeitspapier eine Einordnung der Untersuchung von unterschiedlichen Produkten unter einem Oberbegriff vorgenommen. Die Bedeutung dieses Begriffs hängt dann vor allem von der zugehörigen Produktbezeichnung ab. Ökobilanzen für den Bereich Landwirtschaft erfassen z.B. die Umweltfolgen der Landwirtschaft von der Saat bis zum Werktor Bauernhof. Ökobilanzen für den Bereich Nahrungsmittel erfassen auch die zusätzlichen Verarbeitungs-, Handels- und Transportprozesse. Im Bereich Nahrungsmittelkonsum werden entsprechend die mit dem Konsum verbundenen Folgen integriert.
Biologischer Landbau	Vollständiger Verzicht auf Kunstdünger und chemisch-synthetische Pflanzenschutzmittel in der Landwirtschaft. Anbau im Freiland und ungeheizten Glashaus.
Branche - branch	Unter dem Begriff <i>Branche</i> werden verschiedene Wirtschaftsbetriebe zusammengefasst, die in einem ähnlichen Gebiet arbeiten. Dieser Begriff ist unabhängig von den Sektoren definiert und richtet sich mehr nach der umgangssprachlichen Einordnung verschiedener Wirtschaftsbetriebe (z.B. Lebensmittelbranche, Handelsbranche). Nicht eingeschlossen in diesen Begriff sind die Verknüpfungen einer Branche mit anderen aufgrund von Stoff und Energieflüssen.

Begriffe	Bedeutung in diesem Arbeitspapier
Energieintensität	Die <i>Energieintensität</i> gibt den über den gesamten Lebenslauf eines Produktes verursachten Verbrauch von Primärenergie im Verhältnis zum Konsumentenpreis in MJ/Geldeinheit an. Berücksichtigt werden hierfür nur kommerziell genutzte Energieträger aber nicht die Nutzung von Sonnenenergie für das Wachstum von Pflanzen. Die Energieintensität wird dazu genutzt den durch Einkäufe indirekt verursachten Energieverbrauch zu ermitteln wenn die Ausgaben für den Einkauf bekannt sind. Das Konzept zur Berechnung von Energieintensitäten darf nicht mit Konzepten zur Berechnung externer Kosten verwechselt werden. Letztere verfolgen einen grundsätzlich anderen Ansatz in dem versucht wird Umweltauswirkungen in Form der indirekt verursachten Kosten zu quantifizieren.
Freilandanbau	Anbau auf freiem Feld, ungedeckt oder mit Folien abgedeckt bzw. in ungeheizten Niedrigtunnels.
Gewächshausanbau	Anbau in Gewächshäusern oder Plastiktunnels (> 1m Höhe), geheizt oder ungeheizt.
Hors-Sol-Produktion	Gemüseanbau in Gewächshäusern mit kontrolliertem Klima. Anbau auf künstlichem Substrat (Steinwolle o.ä.) oder in Nährlösung.
Integrierten Produktion (IP)	Zurückhaltender Umgang mit chemischen Dünge- und Pflanzenschutzmitteln. Einsatz nur der Situation angepasst mit einem eingeschränkten Spritzmittelsortiment. Düngung entsprechend des auf Grundlage von Bodenuntersuchungen ermittelten Bedarfs. Teilweise Übernahme von Pflanzensorten und Anbautechniken aus dem biologischen Landbau. Anbau nur im Freiland oder im ungeheizten Glashaus.
Konventioneller Anbau	Anbau in Freiland oder in geheizten und ungeheizten Gewächshäusern oder Folientunnels. Allgemeiner Begriff zur Beschreibung landwirtschaftlicher Anbauformen die in Bezug auf Umweltschutz keine speziellen Vorschriften befolgen. Er dient zur Abgrenzung gegenüber Hors-sol, IP und Bioproduktion.
Nahrungsenergie	Als <i>Nahrungsenergie</i> wird die Energie bezeichnet, die mit der Nahrung durch den menschlichen Körper aufgenommen wird.
Sektor - sector	Unter dem Begriff <i>Sektor</i> werden verschiedene Wirtschaftsbetriebe in der Input-Output-Tabelle zusammengefasst. Der Grad der Aufteilung dieser Sektoren ist von Land zu Land sehr unterschiedlich. Die Schweizer Input Output Tabelle erfasst ca. 40 Sektoren. In anderen Ländern werden bis zu 500 Wirtschaftssektoren unterschieden.

Abkürzungen

BfS	Bundesamt für Statistik
BLW	Bundesamt für Landwirtschaft
E	Ernährung
EAP	Energie Analyse Programma
ECN	Energieonderzoek Centrum Nederland
EF	Ecological Footprint
EI	Eco-indicator 95+
FAL	Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau
FAT	Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik
FAU	Fachverein Arbeit und Umwelt
FE	funktionellen Einheit
FiBL	Forschungsinstitut für biologischen Landbau
GAP	Global Action Plan
GE	Getreideeinheiten
GHG	Green House Gasses (Treibhausgase)
GV	Grossvieheinheiten
H	Haushalte
HCS-WAU	Wageningen Agricultural University, Dept. of Household and Consumer Studies
HOMES	Household Metabolism Effectively Sustainable
Hors Sol	Ohne Boden - Gewächshauskulturen auf definiertem Nährsubstrat ohne natürliche Erde
ISO	International Organization for Standardization
IVEM-RUG	Centre of Energy and Environmental Studies, University of Groningen
k.A.	keine Angabe
Kz	Kennzeichnung für die Arbeitsbereiche (vgl. Tab. 3)
L	Landwirtschaft
LCA	Life-Cycle-Assessment (Ökobilanz)
LCI	Life-Cycle-Inventory (Sachbilanz)
MFA	Materialflussanalyse
MIPS	Materialintensität pro Serviceeinheit
n.d.	no date (Kein Erscheinungsdatum)
n.n.	no name (Kein Autorenname angegeben)
PSM	Pflanzenschutzmittel
SFA	Stoffflussanalyse
SM	Schwermetalle
STS-UU	Universität Utrecht, Department of Science, Technology and Society
TT	Tor zu Tor (Gate to Gate)
UNS	Umweltnatur- und Umweltsozialwissenschaften
V	Verpackungen
WG	Wiege bis zum Grab (Cradle to Grave)
WH	Wiege bis zum Haushalt (Cradle to Household)
WT	Wiege bis zum Tor (Cradle to Gate)

Abbildungsverzeichnis

Fig. 1 Lebenszyklus für die Bilanzierung einer Mahlzeit.....	13
Fig. 2 Ökologische Auswirkungen ausgewählter Umweltindikatoren aufgrund der Emissionen in der Landwirtschaft und in der Gesamtschweiz (CH) bewertet mit dem Eco-indicator 95+.....	15
Fig. 3 Lebensweg eines Nahrungsmittels am Beispiel Nudeln.....	19
Fig. 4 Anteile des Energieverbrauchs verschiedener Abschnitte des Lebenszyklus am Gesamtverbrauch verschiedener Nahrungsmittel.....	22
Fig. 5 Anteile des pro-Kopf Verbrauchs, der Ausgaben, des Energieverbrauchs und der Energieaufnahme durch verschiedene Nahrungsmittelgruppen am Gesamtverbrauch für Nahrungsmittel.....	39
Fig. 6 Anteil der EI-Wirkungskategorien am Gesamtergebnis für Produkte bzw. Dienstleistungen unterschiedlicher Art.....	50

Tabellenverzeichnis

Tab. 1 Übersicht über die Teilprojekte im IP Gesellschaft I des SPPU.....	i
Tab. 2 Aufstellung einiger Ökobilanz Gruppen in der Schweiz mit den Untersuchungsfeldern (Kz.): E-Ernährung, H-Haushalte, L-Landwirtschaft, V-Verpackungen.....	7
Tab. 3 Übersicht einiger Forschungsgruppen ausserhalb der Schweiz (Kz.: E-Ernährung, H-Haushalte, L-Landwirtschaft, V-Verpackungen).....	10
Tab. 4 Emissionen von Treibhausgasen und Nährstoffen sowie Anwendung von Pestiziden in der Schweizer Landwirtschaft und der Lebensmittelindustrie.....	15
Tab. 5 Applications of LCA in the food chain.....	20
Tab. 6 Gegenüberstellung von Ergebnissen zur ökologischen Bewertung verschiedener Anbaumethoden.....	26
Tab. 7 Liste von Studien zur Methodik von Ökobilanzen für landwirtschaftliche Produkte und Nahrungsmittel.....	29
Tab. 8 Ökobilanzen für landwirtschaftliche Produktion und Nahrungsmittel (Erklärung siehe Tab. 7).....	32
Tab. 9 Verbrauch von Nahrungsmitteln, Energieaufnahme aufgrund des Konsums und Energieverbrauch aufgrund der Herstellung für verschiedene Produktgruppen.....	40
Tab. 10 Anwendungsbeispiele von Energiebilanzen, Stoffflussanalysen, Öko-Audits und anderer methodischer Ansätze für landwirtschaftliche Produktion, Nahrungsmittel und die Aktivität Ernährung (Erklärung siehe Tab. 7).....	43
Tab. 11 Prioritäten bei der Gewichtung von Umweltproblemen in der Landwirtschaft durch verschiedene Akteure...	52
Tab. 12 Handlungshinweise für ein ökologisches KonsumentInnenverhalten.....	53
Tab. 13 Deutscher Industrie- und Handelstag: Liste der Standorte, die nach Art. 8 der Verordnung 1836/93 im Standortregister eingetragen sind.....	65

1 Einleitung

Im ausgehenden 20. Jahrhundert orientieren sich Konzepte für die gesellschaftliche Entwicklung am Leitbild der Nachhaltigkeit. Die Erhaltung der natürlichen Lebensgrundlagen ist ein wichtiges gesellschaftliches Ziel im Rahmen dieses Konzeptes. KonsumentInnen beeinflussen durch ihr Verhalten massgeblich die Art und Höhe des Konsums und somit auch die hierdurch verursachten Umwelteinwirkungen. Im individuellen Verhalten ist die Erhaltung der natürlichen Lebensgrundlagen allerdings nur eins unter verschiedenen Zielen. Trotz eines hohen individuellen und gesellschaftlichen Umweltbewusstseins verhalten KonsumentInnen sich nicht immer konsequent umweltfreundlich. Für unser Forschungsprojekt gehen wir deshalb von folgender Annahme aus:

KonsumentInnen bilden einen Knotenpunkt der verursachten ökologische Rucksäcke. Die gesamthaften Umweltbelastungen können wirkungsvoll dann minimiert werden, wenn sie vom Standpunkt der KonsumentInnen analysiert werden und darauf aufbauend Handlungsstrategien erarbeitet werden.

Das Working Paper wurde im Rahmen des Projektes “Lebensstile, Konsummuster und ökologische Folgen” erarbeitet. Schwerpunkt der Forschungsarbeit ist zur Zeit die Auswertung einer Tagebuchstudie die als Kooperation verschiedener Teilprojekte durchgeführt wird. In dieser Studie werden die von den Teilnehmenden protokollierten Einkäufe von Gemüse und Fleisch hinsichtlich ihrer ökologischen Folgen detailliert ausgewertet.

Die Forschung zu den ökologischen Folgen der Schweizer Lebensstile begann im Jahr 1992 mit der Erstellung und Verteilung eines Fragebogens zum direkten und indirekten Energieverbrauch der Haushalte (Hofstetter 1992). In einer Diplomarbeit wurde die Input-Output Analyse der Schweiz mit Daten zum Energieverbrauch verknüpft und ausgewertet (Ospelt 1995). Die Ergebnisse von Studien zur Energieintensität von Konsumgütern aus den Niederlanden wurden mit den Daten der Schweizer Verbrauchserhebung verknüpft und ausgewertet (Knoepfel 1995, Moll *et al.* 1995). In einer Diplomarbeit wurde die Grunddaten zur Anwendung der Hybrid-Analyse in der Schweiz gesammelt und auf einige Nahrungsmittel angewendet (Zaccheddu 1997).

Ziel dieses Working Papers ist es, sowohl für die Weiterarbeit in unserem Projekt als auch für die Arbeit in anderen Teilprojekten des Integrierten Projekts Gesellschaft eine Grundlage für die ökologische Beurteilung von unterschiedlichen Nahrungsmitteln zu erarbeiten und einen schnellen Zugriff auf vorhandene Literaturarbeiten zu gewährleisten. Das grosse Interesse am Arbeitspapier “Übersicht Ökologische Betrachtungen der Aktivität Ernährung” (Jungbluth 1997a), das die Grundlage für diese Arbeit bildete, zeigt aber, dass der Kreis der potentiell an einer solchen Übersicht interessierten Personen aus ganz unterschiedlichen Forschungsgebieten stammt. Bisher existiert eine aktuelle Übersicht zu Forschungsgruppen und Forschungsarbeiten die mit einer Lebenszyklusperspektive den Nahrungsmittelkonsum untersuchen, unseres Wissens nach nicht.

Zur Vorbereitung des Überblicks wurden Informationen zu Institutionen eingeholt, die im Bereich der ökologischen Bewertung von Nahrungsmittelprodukten im weitesten Sinne tätig sind. Im Kapitel 2 wird eine Auflistung für Personen und Institutionen gegeben, die sich mit der ökologischen Bilanzierung des Haushaltskonsums und insbesondere mit Ökobilanzen (Life-Cycle-Assessment - LCA) für die Bereiche Landwirtschaft, Nahrungsmittelherstellung, Haushaltskonsum sowie die Aktivität Ernährung befassen. Die Auflistung umfasst sowohl Schweizer als auch ausländische Gruppen. Deutlich wird in dieser Übersicht die grosse Bandbreite unterschiedlicher Untersuchungsansätze zum Nahrungsmittelkonsum.

Im Kapitel 3 werden Untersuchungen über den Lebenszyklus von Produkten ausgewertet, die ökologische Aspekte der Aktivität Ernährung betrachten. Untersucht werden diese hinsichtlich erfasster Produkte, methodischem Vorgehen, Anwendbarkeit und Übertragbarkeit für Untersuchungen in der Schweiz. Berücksichtigung fanden auch einige Arbeiten, die andere Methoden als die der

Ökobilanz nutzen. Ausserdem werden die Möglichkeiten und Grenzen der in diesem Zusammenhang wichtigen Methoden angesprochen.

Ausserdem werden im Kapitel 3 Arbeiten zu unterschiedlichen Themengebieten zusammengefasst. Aufgrund der geplanter Untersuchungen im Projekt wurden Arbeiten zu Gemüse- und Fleischprodukten detaillierter ausgewertet. Die Zunahme globaler Transporte von Nahrungsmitteln, Unterschiedliche Produktionsweisen (Bio, IP und konventionell) sowie die Möglichkeiten zu einer Ökologisierung auf Grundlage von Produktlabels bieten innerhalb des IP Gesellschaft immer wieder Stoff für Diskussionen. Hierzu werden Aussagen basierend auf Ökobilanzen zusammengefasst. Ergänzt wird diese Betrachtung mit Ansätzen einer top-down orientierten Sichtweise, die durch das Aufzeigen der generellen ökologischen Probleme der Landwirtschaft hilft die Ergebnisse von Ökobilanzen kritisch zu hinterfragen.

Im Kapitel 4 werden schliesslich die wichtigsten Ergebnisse aus der Auswertung einer Reihe von Forschungsarbeiten, ergänzt mit eigenen Untersuchungen dazu genutzt Handlungshinweise für einer ökologischen Gestaltung des Bedürfnisfeldes Ernährung zu entwickeln.

Zu einigen Begriffen, die in diesem Papier verwendet werden, wird auf die Erklärungen im Glossar verwiesen. Der Hauptteil der zitierten Literatur kann auf Anfrage in der Handbibliothek der UNS eingesehen werden. Dieses Papier soll im weiteren Verlauf der Projektdurchführung vervollständigt werden. Hinweise auf weitere Arbeiten und Arbeitsgruppen werden gerne entgegen genommen.

2 Arbeitsgruppen im Bereich Lebensmittelkonsum & Umwelt

In diesem Abschnitt werden Forschungsgruppen aus dem In- und Ausland vorgestellt die zu Fragen der ökologischen Bilanzierung von Produkten aus dem Bedürfnisfeld Ernährung arbeiten. Unterteilt ist dieses Kapitel nach Einrichtungen in der Schweiz und Gruppen aus dem Ausland. In der Zusammenstellung werden die Arbeitsschwerpunkte und aktuelle Forschungsprojekte berücksichtigt.

2.1 Forschungsgruppen in der Schweiz

Die wichtigsten Gruppen in der Schweiz sind vor allem an den landwirtschaftlichen Forschungseinrichtungen⁴ angesiedelt. Ihre Forschungsprojekte werden in BfL (1996) beschrieben. Folgende Einrichtungen arbeiten zu Ökobilanzen:

- Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik (FAT).
- Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau (FAL).
- Eidgenössische Forschungsanstalt Wädenswil (FAW).
- Forschungsinstitut für Biologischen Landbau (FiBL).

Auch an weiteren wissenschaftlichen Einrichtungen wird zur Methodik der Ökobilanzierung für Landwirtschaftliche Produkte geforscht:

- Institut d'Aménagement des Terres et des Eaux, Hydrologie et Aménagement, Département de Génie Rural (EPFL).
- EMPA St. Gallen.
- ETH Zürich, Umweltnatur- und Umweltsozialwissenschaften.

Daneben arbeiten auch einige privatwirtschaftliche Beratungsbüros in Projekten zur ökologischen Bilanzierung landwirtschaftlicher Produkte:

- Carbotech, Basel.
- Fachverein Arbeit und Umwelt (FAU).

Tab. 2 auf Seite 7 gibt eine Übersicht zu Ökobilanz - Gruppen⁵, die in der Schweiz zu verschiedenen Aspekten des Haushaltskonsums arbeiten. Erfasst wurden Gruppen, die zu den ökologischen Folgen von Landwirtschaft, Nahrungsmittelherstellung und allen Bereichen des Haushaltskonsum arbeiten. In der ersten Spalte wird eine Einordnung vorgenommen hinsichtlich der wichtigsten Arbeitsgebiete. Die Bedeutung der verschiedenen Kennzeichnungen wird in der Überschrift der Tabelle erläutert. Detaillierte Angaben wurden vor allem für die Gruppen und Institutionen gesammelt, die sich mit der Methodik und Anwendung von LCA für den Landwirtschafts- und Nahrungsmittelbereich beschäftigen.

⁴ Adressen und Forschungsschwerpunkte werden auf <http://www.admin.ch/sar/> beschrieben.

⁵ Ein Teil der Informationen berücksichtigt die Ergebnisse einer Umfrage zur Anwendung von Ökobilanzen in der Schweiz. An dieser Stelle sei Martin Elsner und Rolf Frischknecht für die Unterstützung bei der Erstellung der Zusammenstellung gedankt.

2.2 Internationale Forschungsarbeiten

In Tab. 3 auf Seite 10 wird ein Überblick zu den ausserhalb der Schweiz tätigen Gruppen gegeben. Hier beschränkt sich das Verzeichnis auf Gruppen die konkret zu den Umweltfolgen des Bereichs Haushalte bzw. Ernährung arbeiten. Im internationalen Zusammenhang, sind vor allem die TeilnehmerInnen des LCA network FOOD (vgl. 2.2) und die an der, von der EU geförderten, konzertierten Aktion "Harmonisation of environmental life-cycle-assessment for agriculture"⁶ beteiligten Institutionen zu nennen.

2.2.1 Concerted Action "Harmonisation of environmental life-cycle-assessment for agriculture"

Die konzertierte Aktion "Harmonisation of environmental life-cycle-assessment for agriculture" wurde von der EU gefördert. In einem gemeinsamen Projekt wurde eine Untersuchung zum Weizenanbau (konventionell, integriert und biologisch) parallel in mehreren Ländern durchgeführt um methodische Probleme zu identifizieren und zu bearbeiten (Cowell *et al.* 1996b). An der konzertierte Aktion waren das Silsoe Research Institute (UK), die University of Surrey (UK), EPFL (CH), die University of Leiden (NL), die Technical University of Denmark (DK), die Technische Universität Wien (A) und Ecobilan, Paris (F) beteiligt.

2.2.2 Concerted Action "LCA Network FOOD"

Im Anschluss an die oben beschriebene Concerted Action "Harmonisation of environmental life-cycle-assessment for agriculture" wurde im Herbst 1997 von der EU das LCA Network FOOD (Europäisches Netzwerk für Ökobilanzierungen der Nahrungsmittelkette) genehmigt. Bei der Erstellung von Ökobilanzen gibt es für die Nahrungsmittelkette viele offene methodische Fragen, die infolge ihrer Besonderheiten nicht in den üblichen europäischen Forschungsgremien (SETAC und LCANET) beantwortet werden können. Aus diesem Grund wurde ein Netzwerk von 32 europäischen Forschungszentren, darunter die UNS an der ETH, etabliert, die sich mit Ökobilanzen über die Nahrungsmittelkette befassen.⁷ Dieses Netz wird von der Europäischen Kommission im Rahmen einer konzertierte Aktion finanziell unterstützt. Koordiniert wird dieses Netzwerk von Pär Olsson vom SIK in Schweden.⁸

Ein erstes Treffen in Brüssel fand Ende 1997 statt. Vierzehn Personen aus den beteiligten Forschungsgruppen waren anwesend. Das Treffen diente zur Vorbereitung der Festlegung der nächsten Arbeitsschritte. Es wurden vier Untergruppen gebildet und ein Brainstorming zu folgenden Themen durchgeführt:

- Landwirtschaft: Schwerpunkte der weiteren methodischen Entwicklung, Austausch der Ergebnisse.
- Lebensmittelindustrie: Methodik der Bilanzierung, Umgang mit Background-Daten.

⁶ The project on harmonisation of life cycle methodology for agriculture, is involving thirteen researchers from six European countries (funded as a European Union Concerted Action Programme). In that project, LCAs of wheat production from intensive, integrated, and organic farming systems are being undertaken by each research group, and the methodologies and results will be compared in order to identify inconsistencies in data sources and to improve LCA methodology for agricultural systems (Cowell *et al.* 1996b).

⁷ Auf Seite 62 werden die beteiligten Personen aufgeführt.

⁸ Informationen werden über die *Newsletter - Information from the LCA network on Foods* (No. 1 March 1998) verbreitet. Zu beziehen über Pär Olsson, SIK, Box 5401, SE-402 29 Göteborg, <po@sik.se>, Tel. +46 31 3355600, Fax. +46 31 833782.

- Handel und Konsum: Methodik für die Ökobilanzierung, Berücksichtigung des Konsumentenverhaltens, Einbezug der Entsorgung.
- Datenbank: Anforderungen an eine gemeinsame Datenbank, Zielvorstellungen, Vorüberlegungen zum möglichen Aufbau, Gestaltung der Qualitätskontrolle, Fragen des Zugangs.

Zur Vorbereitung der Arbeit wurde ein definition document erstellt (LCANET Food 1998). In einem zweiten Treffen am 26.5.98 wurde dieses Dokument diskutiert und die Arbeitsschwerpunkte weiter vertieft.

2.2.3 Projekte in den Niederlanden

In den Niederlanden wurden und werden verschiedene Projekte durchgeführt, in denen die ökologische Relevanz des Haushaltskonsums untersucht wird. Diese werden im folgenden kurz erläutert. Nähere Angaben zu den beteiligten Forschungsinstituten finden sich in Tab. 3.

2.2.3.1 Reduction of CO₂ emissions by life-style changes, Entwicklung der Hybrid Methode (1991-1995)

Beteiligt sind: Centre of Energy and Environmental Studies, University of Groningen (IVEM-RUG); Universität Utrecht, Department of Science, Technology and Society (STS-UU); Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN).

In den Referenzen zu diesem Projekt werden eine Reihe von AutorInnen genannt die in den letzten Jahren zum Thema gearbeitet haben: Aarts, Bais, Biesiot, Blok, Brouwer, de Hoog, De Leeuw, Groot-Marcus, Kaan, Kleynen, Kok, Moll, Noorman, Oosterheert, Paauw, Pennartz, Perrels, Potting, Rijnsburger, Rond, Scherhorn, Schmidt, Schneider, Schoot Uiterkamp, Uitdenbogerd, van Beck, van Dam, Van Engelenburg, van Golen, van Ophem, Van Rossum, van Veenendaal, Vringer, Wilting.

Im Projekt wurden die Möglichkeiten zur Senkung der CO₂ Emissionen durch Lebensstil-Veränderungen analysiert. Ziel der Untersuchung war es zunächst den Energieaufwand und die hiermit verbundenen CO₂ Emissionen für eine Reihe von Konsumgütern zu bestimmen. Für diese Aufgabe wurden zunächst die Hybrid-Methode entwickelt und für ca. 350 Konsumgüter angewendet (van Engelenburg et al. 1994). Zur Berechnung wurde das Computerprogramm EAP entworfen (Wilting et al. 1995). Die ermittelten Daten wurden mit der niederländischen Verbrauchserhebung verknüpft. Ein Verminderungspotential des Energieverbrauchs und der CO₂ Emissionen von 10-30% Prozent scheint durch Veränderungen des Lebensstiles möglich. Wenn zusätzlich technische Verbesserungen im Produktionsprozess realisiert werden, steigt dieser Wert auf 40-55%.

Eine Auswertung erfolgte hinsichtlich der zeitlichen Entwicklung (1969-1988), Rangfolge der Energieintensitäten, Totalverbrauch und Zusammenfassung verschiedener Produktgruppen. Der Anteil des indirekten Energieverbrauchs beträgt etwa 54% am gesamten Verbrauchs. Es wurde auch versucht eine Verknüpfung mit Lebensstil-Konzepten durchzuführen. Hierzu wurden die detaillierten Ausgaben von 3000 Haushalten getrennt nach unterschiedlichen sozio-demographischen Merkmalen analysiert. Dieser Ansatz erwies sich jedoch als wenig erfolgreich. Mit den dort zu Verfügung stehenden Daten, konnten aber keine sozio-demographischen Gruppen herauskristallisiert werden, die sich hinsichtlich ihres Energieverbrauchs signifikant vom Bevölkerungsdurchschnitt unterschieden. Da dies aber zum Teil auch daran lag, dass die zur Verfügung stehenden Daten nicht spezifisch genug waren, erscheint ein weiterer Versuch in diese Richtung für die Situation in der Schweiz durchaus interessant. Eine Zusammenfassung des Projektes geben Moll et al. (1995), weitere Quellen sind z.B. (Blok et al. 1995, Schneider 1994, Vringer et al. 1993a, Vringer et al. 1993b, Vringer et al. 1995, Wilting et al. 1995).

2.2.3.2 HOMES (Household Metabolism Effectively Sustainable) (1994-1998)

Beteiligt sind: Centre of Energy and Environmental Studies, University of Groningen (IVEM-RUG), (am Anfang Kooperation mit IIASA in Österreich), Twente Universität; Noorman (Koordination), Biesiot, 5 Ph.D. Studenten (Umweltwissenschaften, Psychologie, Mikro-Ökonomie, Raumplanung, Politologie). Insgesamt sind etwa 15 Personen am Projekt beteiligt.

Im HOMES Programm werden die Stoffflüsse in und durch niederländischer Haushalte aus verschiedenen Perspektiven beleuchtet. Die Untersuchung gliedert sich in drei Abschnitte und reicht von 1950 - 2050. Zunächst erfolgt eine Analyse der bisherigen Entwicklung und des Ist Zustandes und eine Bewertung der selben. Dann wird eine kurz- (-2015) und langfristige (-2050) Prognose der Entwicklung vorgenommen. Im Projekt werden Input-, Verbrauchs- und Entsorgungs-, Stoff- und Materialflüsse natürlicher Ressourcen durch die Niederländischen Haushalte untersucht. Zielrichtung der Entwicklung sollten dabei eine nachhaltige Lebensweise und Umweltqualität sein (Noorman *et al.* 1995). Die Ergebnisse des Projektes werden von Noorman *et al.* (1998) zusammengefasst.

2.2.3.3 Green House Project (1996-1999)

Beteiligt sind: University of Groningen (IVEM-RUG); Universität Utrecht, Department of Science, Technology and Society (STS-UU); Wageningen Agricultural University, Dept. of Household and Consumer Studies (HCS-WAU). Es arbeiten u.a. folgende Personen mit: Kees Vringer (verschiedene Fallstudien), Klaas Jan Kramer (Lebensmittel, Landwirtschaft), Nienke Brouwer, Diana Uitdenbogerd (Soziologische Untersuchungen, Fragebogen). Insgesamt sind etwa 10 Personen am Projekt beteiligt.

Das Green House Projekt ist eines der Nachfolgeprojekte von Phase 1 des Niederländischen Forschungsprogramms für nachhaltige Entwicklung (s.u.a. Moll *et al.* 1995). In diesem Projekt sollen Möglichkeiten evaluiert werden, die Treibhausgasemissionen durch Veränderungen im Konsumverhalten zu minimieren. Auch die Abhängigkeiten zwischen der Verwendung einzelner Produkte und dem direkten Energieverbrauch bzw. anderen Produkten werden betrachtet. Beschränkungen durch die zur Verfügung stehenden Ressourcen z.B. Geld und Zeit sollen berücksichtigt werden. Die Forschung erfolgt bezogen auf Aktivitäten also z.B. für Ernährung unter Einbezug der Lebensmittel, Transport zum Haushalt, Zubereitung, etc. In einer internationalen Kooperation sollen Werte für verschiedene Länder verglichen werden. Die Möglichkeiten der KonsumentInnen werden anhand verschiedener Fallstudien untersucht. Hindernisse für Veränderungen sollen in diesem Projekt deutlich gemacht werden.

Wichtige Ziele sind die Betrachtung zukünftige Entwicklungen, der Einbezug weiterer Treibhausgase und die Durchführung von Feldstudien. Auch nicht energiebedingte Emissionen sollen berücksichtigt werden. Die methodischen Überlegungen hierzu befinden sich in der Entwicklungsphase. Im- und Exporte wurden bisher nur grob betrachtet. Es besteht grosses Interesse hier Daten mit anderen Ländern auszutauschen. Die Modellierung zukünftiger Entwicklungen erfolgt vor allem basierend auf Input-Output-Modellen (Groot-Marcus *et al.* 1996).

Geplant sind auch Feldstudien im Rahmen des Projektes "Perspectives". Anhand einer Feldstudie mit 15 Haushalten wird untersucht, inwieweit es für diese Haushalte möglich ist, ihren Energieverbrauch einzuschränken, auch wenn sie über ein steigendes Einkommen verfügen können. Den Haushalten werden hierzu im Rahmen der Untersuchung eine Reihe von Informationen zu Energieeinsparungen zur Verfügung gestellt.

2.3 Tabellarisches Verzeichnis der Forschungsgruppen

Tab. 2 Aufstellung einiger Ökobilanz Gruppen in der Schweiz mit den Untersuchungsfeldern (Kz.): E-Ernährung, H-Haushalte, L-Landwirtschaft, V-Verpackungen

Kz	Institut	Kontaktpersonen	Untersuchungsfelder und laufende Projekte	Art der Tätigkeit
E	Fachverein Arbeit und Umwelt FAU	Roland Rammelt, Tel. 031 3238331 Christoph Leumann, T. 01 2421406 Christian Pohl	Verpackung, Transport und Herstellung von Nahrungsmitteln. Beim Fachverein Arbeit und Umwelt (FAU) wird z.Zt. an dem Einbezug der Wirkungskategorie "Überfischung" in die Ökobilanzierung gearbeitet. Ausserdem arbeiten zwei Personen in Bern zu den Umweltfolgen der Kühlung verschiedener Frischprodukte.	Anwendung, Weiterbildung.
E	Umweltnatur- und Umweltsozialwissenschaften, ETH Zürich	Patrick Hofstetter Niels Jungbluth Thomas Köllner Thomas Mettier Olaf Tietje	Methoden der Bewertung und Modellierung von Umweltsystemen. Ökologische Folgen verschiedener Konsumgewohnheiten von Nahrungsmitteln. Bewertung der Landnutzung in der LCA. Gewichtung unterschiedlicher Wirkungskategorien in der LCA und weitere Projekte zur Anwendung und Methodikentwicklung.	Methodikentwicklung und Ökobilanzierung.
H	Global Action Plan	Thomas Imboden, T. 055 2833033	Lebensstile, Haushalte. Neuer Fragebogen Umweltbelastung durch die am Projekt beteiligten Haushalte.	Umweltbildung.
H	Professur für Stoffhaushalt und Entsorgungstechnik der ETH Zürich-Hönggerberg HIF E21, CH-8093 Zürich *8235122	Prof. P. Baccini, Mirielle Faist H.-P. Bader, S. Kytzia	Erfassen, Beschreiben und Bewerten von dynamischen Stoffhaushaltssystemen. In einer Stoffflussanalyse werden Flüsse in Bezug auf den Nahrungsmittelkonsum für die Mittellandregion ermittelt.	Stoffflussanalyse.
L, E	Eidgenössische Forschungsanstalt FAW 8820 Wädenswil T. 01 7836111	Dr. Christian Gysi Daniel Baumann	LCA für landwirtschaftliche Methoden, Landwirtschaft, Anwendung Gemüsebau, Agrarökologie, Integrierte Produktion, Biologischer Landbau. Vergleich Integrierte Produktion versus Bioproduktion (ca. 1999), Untersuchung zu 16 Betrieben Hors-sol versus Bodenkultur im Gartenbau (Tomaten). Ziel des Projektes ist es, nachhaltige Systeme für die biologische und Integrierte Produktion durch einen ganzheitlichen, systemumfassenden Ansatz zu vergleichen. Im Gegensatz zu Parzellenversuchen soll der gesamte Betrieb in die Untersuchung einbezogen werden. Objektive Grundlagen für die Höhe der Direktzahlungen sollen dabei erarbeitet werden. Das Projekt ist langfristig angelegt und muss damit der Entwicklung der beiden Systeme Rechnung tragen. Zusammenarbeit für die Bilanzierung mit der FAT.	Anwendung, Methodikentwicklung für den landwirtschaftlichen Bereich.
L	Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau, FAL, Gruppe Anbausysteme Reckenholzstr. 191 8046 Zürich, 01 3777111	Dr. Schamper Dir. Dr. A. Brönnimann Dr. P.M. Fried Dr. D. Dubois Fr. Lips	Auswirkungen des Anbaus nachwachsender Rohstoffe auf Flora und Fauna Vergleich verschiedener landwirtschaftlicher Anbautechniken, Vergleich verschiedener Anbausysteme (IP, Bio, low-input), Entwicklung einer Methode zur Erfassung der Auswirkungen auf die Biodiversität im Agrarraum. Anwendung von LCA für landwirtschaftliche Produktion.	Methodik und Anwendung.

Kz	Institut	Kontaktpersonen	Untersuchungsfelder und laufende Projekte	Art der Tätigkeit
L	Carbotech Basel T. 061 2717344	Fredy Dinkel, Beate Waldeck	LCA von nachwachsenden Rohstoffen, Energieaufwand für ausgewählte Nahrungsmittel. LCA Vergleich von Energiesystemen.	Anwendung, Software, Methodik zur Unsicherheit, Wirkungsbilanz.
L	Institut d'Aménagement des Terres et des Eaux, Hydrologie et Aménagement, Département de Génie Rural, EPFL - IATE -HYDRAM, 1015 Lausanne, T. 021 6937011	Prof. A. Musy Dr. Olivier Jolliet Valerie Bronchi	LCA Landwirtschaft (Gesamte Schweiz, Weizen, Kartoffeln), Regenwassernutzung, Kunststoffrecycling unter Einbeziehung ökonomischer, politischer und technischer Gesichtspunkte.	LCA-Methodikentwicklung, speziell Wirkungsbilanz, jährliche Organisation eines LCA-Kurses.
L	Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik (FAT) Projekt Ökobilanzen in der Landwirtschaft Sektion Energie- und Umwelttechnik 8356 Tänikon Tel. 052/3683131	U. Wolfensberger Dr. Gérard Gaillard Albert Zimmermann, Urs Meier, Thomas Anken, Klaus Büchel	Landwirtschaftliche Produktion, incl. non-food Sektor Techniken, Ökobilanz, Stoffbilanz, Bodenbelastung, Flora, Fauna, Fruchtfolge, Anbauzeit, Ammoniak, Bio-Landbau, Integrierte Produktion, Kosten, Biogene Abfälle, Abfallbehandlung, Technikfolgenabschätzung, Bodenbearbeitung, Direktsaat 1996-1999 Entwickeln von Methoden zur Erfassung und Bewertung der gesamten Umweltwirkungen der landwirtschaftlichen Produktion, und Anwendung bei aktuellen Themen. Erarbeiten und Integration von erweiterten Methoden, besonders für bodenrelevante Umweltwirkungen, für Belastungen der Flora und Fauna, sowie für den Einbezug zeitlicher und räumlicher Aspekte wie Fruchtfolge, unterschiedliche Anbauzeiten und Erweiterung der parzellenbezogenen Betrachtung auf die Betriebsebene und die Region. Bedeutung der Behandlung und Verwertung organischer Abfälle unter Berücksichtigung ökologischer und energetischer Aspekte sowie mit Einbezug landwirtschaftlicher Zuerwerbsmöglichkeiten. Behandlung problematischer Abfallstoffe. Ökonomische Bewertung von unterschiedlichen Landbauformen und umweltpolitischen Massnahmen in bezug auf die Verminderung der Energiezufuhr und die Vermeidung von Stoffverlusten. Einfluss verschiedener Bodenbearbeitungs- und Bestellverfahren auf den Energieaufwand und die Ertragsfähigkeit des Bodens Förderung nachhaltiger und wirtschaftlicher Verfahren der Bodenbearbeitung. Systemvergleich Integrierte Produktion - Biologischer Landbau im Feldgemüsebau.	LCA-Methodenentwicklung (Festsetzung des Untersuchungsziels und Sachbilanz), Inventar und Wirkungsbilanz, Anwendung.
L	Nestec, Lausanne	Andre Mandanis	Teilnahme LCA network Food.	?
L	Forschungsinstitut für biologischen Landbau FiBL Ackerstrasse , 5070 Frick AG Postfach Tel. (*062) 865 72 72 Fax (*062) 865 72 73	Dr. Fliessbach, Otto Schmied, Siegrid Hardnagel, Martin Lichtenhahn	Energiebilanzierung zum Vergleich Ökologischer Landbau - Konventionell, Weitere Untersuchungen geplant. Zusammenarbeit für EU-Projekt Proposal mit Uni Groningen. Optimierung des Landbaus auch unter allg. ökologischen Kriterien.	Methodik und Anwendung.

Übersicht Forschungsgruppen

Kz	Institut	Kontaktpersonen	Untersuchungsfelder und laufende Projekte	Art der Tätigkeit
L	SRVA, service romand de vulgarisation agricole 1000 Lausanne 6	Dominique Rossier rossier@srva.agri.ch	Ökobilanzen für landwirtschaftliche Betriebe.	Methodenentwicklung, Beratung.
N, V	Abteilung Oekologie/ Kreislaufwirtschaft EMPA St. Gallen Lerchenfeldstrasse 5 9014 St. Gallen Tel 071 2747441	Paul W. Gilgen C. Allenspach, M. Fawer, I. Fecker, R. Förster, Ch. Maillefer, L. Reusser, C. Som, U. Stahel	Schwachstellenanalysen, Produktvergleiche, LCA-Basisdaten für Konsumgüter wie: Verpackungen, Baumaterialien, Nahrungsmittel, Lebensmittelverarbeitung, Waschmittel. Systematische Problemlösungsansätze im Bereich Ressourcennutzung, Abfallverwertung: Verpackungsmaterialien, Kunststoffe, Umweltmanagement, Ganzheitliche Bilanzierung Ökologie, Ökonomie, Soziologie.	Datenbank, Software Methodik, LCA in Umweltmanagement-Systemen, Interpretation, Massnahmenplanung, Beratung, Ausbildung, Peer Reviews.
V	Coop	Schmid Kathrin Rapp	Verpackungen, Logistik, Coop Natura Plan.	Anwendung LCA.
V	INFRAS	Dr. Othmar Schwank, Daniel Peter, Markus Maibach	Energie, Papiere, Transport, Verpackungen, Bau etc.	Anwendung LCA.
V	Migros	Peter Bär	Verpackungen, Logistik.	Anwendung LCA.
V	Ökoscience	Albert von Däniken, Mike Chudacoff	Anstrichstoffe, Chemikalien, Verpackungen, Briefkasten. Teilnahme LCA network Food.	Anwendung LCA.

Tab. 3 Übersicht einiger Forschungsgruppen ausserhalb der Schweiz (Kz.: E-Ernährung, H-Haushalte, L-Landwirtschaft, V-Verpackungen)

Kz	Institut	MitarbeiterInnen	Untersuchungsfelder und laufende Projekte	Art d. Tätigkeit
E	Environmental and Energy System Studies, Lund University, S	A. Carlsson	Verschiedene Untersuchungen zu Ökobilanzen für Nahrungsmittel und Fortentwicklung der Methodik. Projekte: "Developing a Methodology to Assess Environmental Effects of Consumption Patterns." " Swedish Food Consumption and the Environment - a trend analysis during the period of consumerism." " Environmental Impacts of Quantifiable Consumption Patterns."	Methodik und Anwendung.
E	SIK, The Swedish Institute for Food Research, P.O. Box 5401, S-40229 Gothenburg	Pär Olsson Karin Andersson, BeritMattson	Ökobilanzen für verschiedene Nahrungsmittel z.B. Äpfel, Brot, Tomatenketchup, Frischmilch, Baby-nahrung, LCA network food.	Anwendung.
E	Institut für Sozial-Ökologische Forschung Hamburger Allee 45 D-60486 Frankfurt am Main Tel.: XX49.69.70.00.12 Fax: XX49.69.77.73.41	Claudia Empacher	Einkauf und Verzehr von Joghurt und Geflügel. Interviews zum KonsumentInnenverhalten und den ökologischen Folgen. Zusammenstellung von Materialien zu ökologischen Aspekten im Lebenszyklus von Joghurt und Geflügel.	Interviews und ökologischen Bewertung.
E	Institut Ernährungswissenschaft. Wilhelmstrasse 20 D-35392 Giessen +49 641 99-39040(Secr.)	Corinna S Taylor	Es werden verschiedene Kostformen auf ihre "Umweltbeeinflussung" untersucht. Dabei wird von der VERA Standard-Durchschnittskost und von einer ernährungsphysiologisch ausgewogenen Kostform ausgegangen. Das Hauptinteresse gilt einer gesunderhaltenden Kostform und nicht wie üblicherweise lediglich dem Ist-Zustand dessen was gegessen wird. Diese Daten werden dann auf eine (noch zu erstellende) Datenbasis mit Umweltindikatoren bezogen. Letztere speist sich aus diversen LCA.	Ernährungswissenschaftliche Untersuchung.
H	Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN) (Netherlands Energy Research Foundation), P.O. Box 1, 1755 ZG Petten T. 31 2246 4949 Fax : +31(0)224 563338	A.H. Perrels, W.G. van Arkel, K.F.B. de Paauw, W.O. Pellekaan	Das ELSA Modell wurde entwickelt um wirtschaftliche, soziale und kulturelle Informationen für Prognosen zu verwenden. Das Konsumentenverhalten wird als veränderliches Paket von Alternativen angenommen. Das Modell verwendet einen bottom-up Ansatz mit dem Startpunkt verschiedener Haushaltstypen und simuliert direkten und indirekten Energieverbrauch. Die Unterscheidung von 10-20 unterschiedlicher Kategorien des Haushaltskonsums war möglich nachdem in einer Analyse etwa 600 Kategorien unterschieden wurden. Die Entwicklung des Programms erfolgte innerhalb des EU Projektes. Für die Berücksichtigung der Transporte wurde der Transportsektor in der IO Tabelle für 5 Transportarten desaggregiert. Die Berechnung der Energieintensitäten basiert auf Abschätzung mit der IO Methode da diese für Prognosen besser zu nutzen ist. Dies macht eine Verknüpfung mit der Verbrauchsstatistik schwierig. Zehn Typisierungen für Haushalten nach sozio-ökonomisch-demographischen Merkmalen wurden für die Auswertung genutzt. Der Bereich Freizeit findet in neuen Projekten verstärkt Beachtung. In einem Projekt wird der Einfluss von Transporten. Ein weiteres Projekt untersucht den nationalen Verbrauch und CO ₂ Emissionen (Bonenkamp). In einem neuen Projekt ist die Verknüpfung von ELSA mit dem SAVE Modell, einer Datenbasis für den Haushaltsenergieverbrauch geplant (Arkel). Weiterhin sollen die Auswirkungen auf den Arbeitsmarkt durch strukturellen Veränderungen modelliert werden. Untersucht wird auch die fortschreitende Automatisierung in Haushalten. Durchführung des abgeschlossenen EU-Projektes 'Pollutant Emissions and Consumers Lifestyle' zusammen mit IER.	Das ECN arbeitet vor allem im Bereich Modellierung und führt(e) verschiedene Projekte im Bereich Lifestyles aus. Das ECN koordiniert das Network on Energy and Behaviour Patterns (NOVEM).

Kz	Institut	MitarbeiterInnen	Untersuchungsfelder und laufende Projekte	Art d. Tätigkeit
H	Universität Utrecht Department of Science, Technology and Society (STS-UU), Padualaan 14 NL-3584 CH T.: +31-30-2537599 / 7600 fax: +31-30-2537601	Kornelis Blok, Kees Vringer, Kok, Jöse Potting	Umweltbelastung durch Aktivitäten der Haushalte. Dieses sind z.B. Essen, Kleiden (Kees, Potting), Freizeit (Kees), Geschenke (Kees). Case study zu Blumen da diese eine sehr hohe Energieintensität aufweisen. Green House Projekt.	Datensammlung für verschiedene Aktivitäten.
H	Wageningen Agricultural University Dept. of Household and Consumer Studies (HCS- WAU)	Groot-Marcus, Nienke Brouwer (T. +31 317 48 2573), Diana Uitdenbogerd	Haushaltskonsumverhalten. Fragebogen für Haushalte im Bereich Kleidung (D.U.) und Nahrung (N.B.), Untersuchung zu Zeiteinteilung und Geldausgaben. Green House Project.	Fragebogenstudie.
H, L	Centre of Energy and Envi- ronmental Studies University of Groningen (IVEM-RUG), 9747 AG Groningen, T. 31 50 3634605 fax: 31 50 3637168	Prof. Schoot- Uiterkamp, Klaas Jan Kramer, Dr. Klaas Jan Noorman, Biesiot, Dr. Harry Wiling, Sanderine Nonhebel, Jack van der Wal, Blok, Kok, Moll, Van Engelenburg, Van Rossum	Umweltbelastung (CO2 und Energieverbrauch) durch Haushalte in den Niederlanden, Green House Project, HOMES (Household Metabolism Effectively Sustainable). Weiterentwicklung des EAP Programms und der Hybrid Methode um Treibhausgase zu berücksichtigen.	Hybridmethode.
L	Centre of Environmental Science (CML) - Section Substances & Products Leiden University Einsteinweg 2 P.O. Box 9518 NL-2300 RA Leiden fax +31 71 5277434	R. Kleijn, A. Wegener Sleeswijk, Jeroen Guinee	Ökobilanzen im Bereich Landwirtschaft und Veröffentlichung eines Handbuchs zur Methodik für dieses Anwendungsgebiet. Concerted Action. Dutch "LCA of agricultural products" project.	LCA Methodik und Anwendung.
L	Forschungs- und Studien- zentrum Landwirtschaft und Umwelt UNIVERSITY OF GOETTINGEN, Am Vogel- sang 6, D - 37075 Göttingen	Johannes Moerschner jmoersc@gwdg.de T.+49-551-39 93 41 F. +49-551-39 22 95	Erstellung und Auswertung von Energiebilanzen für Landwirtschaftliche Produktion. Projektbeschreibung: http://gwdg.de/~uaat/energ.htm .	Methodenent- wicklung, For- schung und Bera- tung.
L	Silsoe Research Institute, UK	Eric Audsley	Betriebswirtschaft in der Landwirtschaft.	LCA Methodik.

Kz	Institut	MitarbeiterInnen	Untersuchungsfelder und laufende Projekte	Art d. Tätigkeit
L	Technical University of Denmark	Bo Weidema	Landwirtschaft.	LCA Methodik, Datenbank für LCI.
L	Technische Universität Wien, Austria	Prof. Sebastian Alber	Landwirtschaft.	LCA Methodik.
L	Institut für Ökologischen Landbau, Universität für Bodenkultur Gregor Mendelstr. 33 1180 Wien, Austria, Fax: +43 (1) 47654-3792	Elisabeth Fromm, Ruth Kratochvil	Ökobilanzierung landwirtschaftlicher Produktionsweisen und Betriebe, Vergleich Biologisch-konventionell, Milchproduktion.	LCA Methodik.
L	Projektgemeinschaft Bioenergeträger, Inst. f. Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung, Uni Stuttgart, D	M. Kaltschmitt, G. Reinhard, C. Weisser, U. Schultheiss	Ganzheitliche Bilanzierung von nachwachsenden Energieträgern und ihre Gegenüberstellung mit konventionellen Energieträgern.	Anwendung.
L	ECOBILAN SA 13-15 rue Buffon F-75005 PARIS Tél. +33 01 43 31 41 41 Fax. +33 01 43 31 44 00	Patricia Cortijo	Verschiedene Arbeiten für die Lebensmittelindustrie die in der Regel allerdings vertraulich sind: ECOBILAN has carried out a project for the French environmental agency (ADEME) concerning the prefiguration of the LCA in agriculture, on the basis of the examples of maize silage and beef meat. ECOBILAN has worked in the field of beer and mineral water; however the problematics here is more packaging oriented.	LCA Methodik, Anwendung in der Industrie.
L	University of Surrey, UK	Prof. Roland Clift Sarah Cowell	Food production systems. The methodology involves construction of a database describing the interactions and environmental impacts occurring as a result of the agricultural and food production system. Using linear programming, it should be possible to select relevant activities from the database, form an appropriate model, and allocate environmental impacts to the different outputs from the production system using marginal values calculated during the linear programming analysis. A two-year project aims to develop LCA techniques for Life cycle assessment of food production systems, using linear programming and a whole system modelling approach. The project, "A Life Cycle and Linear Programming Analysis of Food Production and Distribution" is being undertaken jointly with Silsoe Research Institute.	LCA Methodik.
V	National Centre for Design at Royal Melbourne Institute of Technology, GPO Box 2476V, Melbourne Victoria 3001, AUSTRALIA T +61 (0)3 9925 3485 F +61 (0)3 9639 3412	John Gertsakis Program Director - Industry and Environment jgertsakis@rmit.edu.au www.cfd.rmit.edu.au	Untersuchung von Lebensmittelverpackungen. The aim of our study is to develop new packaging design directions for environmentally improved bottled wine products in Australia.	LCA Anwendung.

3 Ökologische Beurteilung von Nahrungsmitteln: Stand der Forschung

Ziel der Arbeit im Projekt “Lebensstile, Konsummuster und ökologische Folgen” ist es, alle relevanten Umweltfolgen, die im Zusammenhang mit der Ernährung stehen zu bilanzieren. Als Ernährung wird hierbei die Summe aller aufgenommenen Nahrungsmittel und Getränke einschliesslich der notwendigen Beschaffung, Zubereitung und Entsorgung verstanden. Die möglichen Einflussfaktoren für eine solche Bilanz sind in Fig. 1 für eine Mahlzeit wiedergegeben. Das eigentliche Nahrungsmittel ist hierbei nur einer der zu bilanzierenden Inputs.

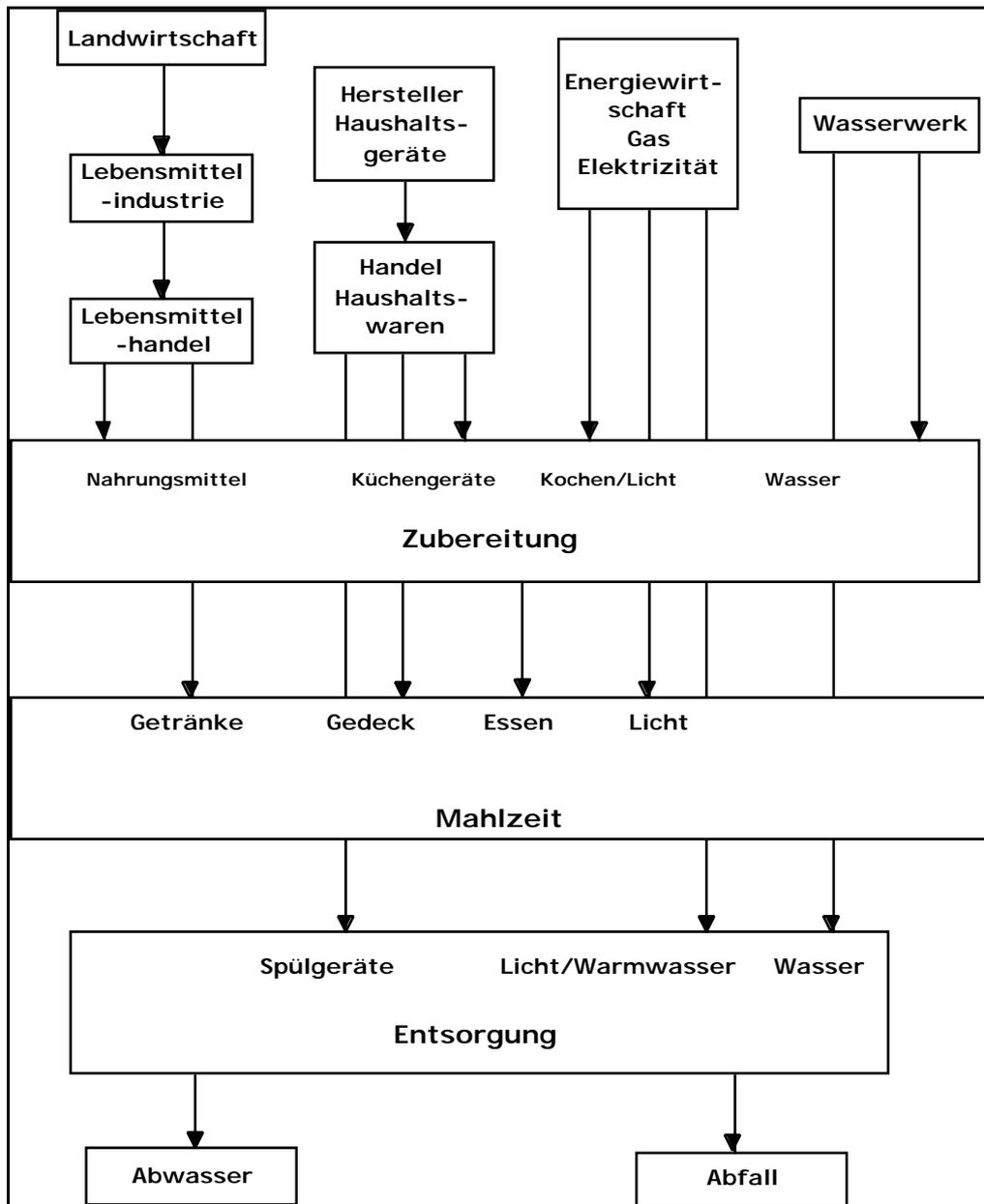


Fig. 1 Lebenszyklus für die Bilanzierung einer Mahlzeit.

Für die im weiteren durchzuführenden Bilanzen ist das Nahrungsmittel ein wichtiger Teil der Bilanzierung. Die Nahrungsmittel sollen hierbei in der Regel bis zum Zeitpunkt der Verwendung im Haushalt bilanziert werden. Hinzu kommt die Entsorgung des beim Verbrauch entstehenden Abwassers und der Abfälle.

Im diesem Kapitel werden ökologische Untersuchungen von Produkten aus dem Bereich Landwirtschaft und Ernährung unter der Fragestellung ausgewertet, inwieweit sie in einer solchen Betrachtung verwendet werden können. Hierzu werden die verschiedene Ansätze kurz erläutert. Schwerpunkt der Auswertung bilden Arbeiten in denen Ökobilanzen durchgeführt wurden.

Zunächst erfolgt in Kapitel 3.1 eine generelle Betrachtung der Umweltbelastungen aufgrund der Produktion von Nahrungsmitteln. Auf Grundlage von Energiebilanzen erfolgt dort eine Abschätzung der Relevanz des Bedürfnisfeldes Ernährung in Relation zu weiteren Feldern des Haushaltskonsums. Ausserdem werden Anforderungen an die Entwicklung der Landwirtschaft aus Sicht der Politik und der KonsumentInnen dargestellt.

Die wichtigste Methode zur Beurteilung ökologischer Aspekte eines Produktes die über den Lebensweg relevant sind, ist die Ökobilanz. Diese Methode wird in Kapitel 3.2 vorgestellt. Kapitel 3.2.1 stellt den Stand der Methodikentwicklung für Ökobilanzen vor. In Kapitel 3.2.2 stellt die Probleme bei der Anwendung dieser Methode für Landwirtschaftliche Produkte vor. In weiteren Unterabschnitten werden die Ergebnisse durchgeführter Untersuchungen dargestellt. Hierbei wird die Untersuchung von Fleisch- und Gemüseprodukten, von Transportvorgängen, von landwirtschaftlichen Produktionsweisen und die Anwendung von Ökobilanzen als Kriterium für die Vergabe von Produktelabels beleuchtet. Ergänzt wird dies in Kapitel 3.2.4 mit einer tabellarischen Literaturübersicht aller zur Auswertung herangezogenen Studien.

Weitere Methoden der ökologischen Beurteilung die im betrachteten Bereich der Ernährung angewendet wurden sind die Energiebilanz, das Öko-Audit, der Ecological Footprint und die Material- oder Stoffflussanalyse. Arbeiten hierzu werden im Kapitel 3.3 ausgewertet und am Schluss des Kapitels tabellarisch zusammengefasst.

3.1 Das Bedürfnisfeld Ernährung in einer Gesamtbetrachtung

Einen umfangreichen Einblick zu den ökologischen, sozialen und wirtschaftlichen Entwicklungen im Bedürfnisfeld Ernährung gibt Rigendinger (1997) in ihrem Diskussionspapier. In diesem Kapitel werden die Umweltbelastungen der Landwirtschaft und des Bedürfnisfeldes Ernährung aufgezeigt sowie Vorschläge für eine nachhaltige Entwicklung wiedergegeben.

Neitzel (1997) zeigt in einem Artikel die prioritär durch die Landwirtschaft verursachte Umweltbelastungen (in Deutschland) auf. Um eine Optimierungsfunktion durch Ökobilanzen zu erreichen, sollten diese Umweltbelastungen in der Bilanzierung adäquat abgebildet werden:

- Über die Hälfte des stickstoffbedingten Versauerungspotential werden in der Landwirtschaft verursacht. Dies entspricht 25% des gesamten Versauerungspotentials.
- 40% bis 45% aller Phosphateinträge der Oberflächengewässer in Deutschland stammen aus der Landwirtschaft.
- Bedeutsame Anteile hat die Landwirtschaft auch an den Treibhausgasfreisetzungen (Lachgas (N_2O) 35,4%, Methan (CH_4) 31,7%, Kohlendioxid (CO_2) 2,5%).
- Die Grundwasserverunreinigungen durch Pflanzenschutzmittel (6,6% von 28000 Untersuchungen und durch Nitrat werden wesentlich durch die Landwirtschaft verursacht.
- Intensive landwirtschaftliche Nutzungen sind grösster Verursacher des Artenrückgangs (extensive Bewirtschaftungsformen schaffen neue Nischen).
- Flächenunabhängige Massentierhaltung mit Problemen der Gülleentsorgung einerseits und ökologisch aufwendiger Futtermittelproduktion und -Importe andererseits.
- Immenser Flächenverbrauch und Nutzungskonkurrenz zu zusätzlich benötigten Flächen für Natur-, Arten- und Landschaftsschutz sowie zur Aufforstung.
- Bodenerosion und Bodengefügeschäden aufgrund der Landbewirtschaftung.

Auch in der Schweiz verursacht die Landwirtschaft für einige Umweltbelastungen einen entscheidenden Beitrag. Tab. 4 zeigt die Gesamtemissionen in der Schweiz für das Jahr 1994. Insbesondere Methan, Lachgas und Ammoniak stammen zum grössten Teil aus der Landwirtschaft. Auch die Lebensmittelindustrie trägt einen Teil zur Emission verschiedener Treibhausgase bei wobei der genaue Anteil aufgrund der Zusammenfassung mit anderen Industriesektoren nicht herauszulesen ist. Weiterhin kommen noch Emissionen aus dem Verbrauch von Treibstoffen für die Landwirtschaft und den Transport von Nahrungsmitteln hinzu. Gezeigt werden in der Tab. 4 auch die Anwendungsmenge von Pestiziden und die Emissionen aufgrund der Düngieranwendung in der Landwirtschaft. Vergleichszahlen zu den Gesamten Emissionen in der Schweiz für die Nährstoffe waren nicht verfügbar.

Tab. 4 Emissionen von Treibhausgasen und Nährstoffen sowie Anwendung von Pestiziden in der Schweizer Landwirtschaft und der Lebensmittelindustrie.

(Tonnen/Jahr)	SO ₂	NOx	NM VOC	CH ₄	CO	CO ₂ (1000)	N ₂ O	NH ₃	Pestizide	NO ₃	Phosphat	Kalium (K)	Stickstoff (N)
Düngeranwendung ohne Hofdünger	0	2384	7280	15941	0	0	13753	1836	1827	260269	43455	36720	69760
Landbau ohne Dünger	0	158	1129	4743	0	0	886	136		0			
Tierische Verdauung	0	0	0	130034	0	0	0	0		0			
Hofdünger	0	0	0	72319	0	0	0	50844		384083	77226	187200	128600
Total Landwirtschaft 1994	0	2542	8409	223037	0	0	14639	52816	1827	644353	120681	223920	198360
Verbrennung landwirtschaftlicher Abfälle	17	34	252	277	5880	0	0	0					
Holz, Papier, Nahrungsmittel Industrie	2988	146	10283	38	7953	2598	0	218					
Total Schweiz	30780	1E+05	323194	374000	551076	43113	21632	60563	1827				
Anteil Landwirtschaft	0%	2%	3%	60%	0%	0%	68%	87%	100%				
Anteil Verbrennung und Industrie	10%	0%	3%	0%	3%	6%	0%	0%	0%				

Quelle: Übersicht des National Environmental Technology Centre vom 19. Mai 1997. Autorin: Helen Clark, auf <http://www.aeat.co.uk/netcen/corinair/94/summtab.html> für 1994.

Pestizide: (SBV 1997b), Düngeremissionen: Konrad Schleiss, UNS.

Für die Emissionen von Nährstoffen waren keine Gesamtschweizer Daten verfügbar.

Die in Tab. 4 gezeigten Emissionen wurden mit der Methode Eco-indicator 95+ bewertet. Fig. 2 zeigt das Ergebnis dieser Auswertung. Jeder Balken zeigt links des kleinen Strichs die bewerteten Emissionen der Landwirtschaft und rechts die übrigen Emissionen in der Schweiz (CH) für die verschiedenen Wirkungskategorien. Für die Überdüngung und Versauerung kommt den Emissionen aus den der Landwirtschaft eine bedeutende Rolle zu. Für den Photosmog hat die Landwirtschaft einen geringen Anteil. Auch beim Treibhauseffekt sind die direkten Effekte klein. Nicht bewertet wurden hier der Treibstoffverbrauch bei der landwirtschaftlichen Produktion.

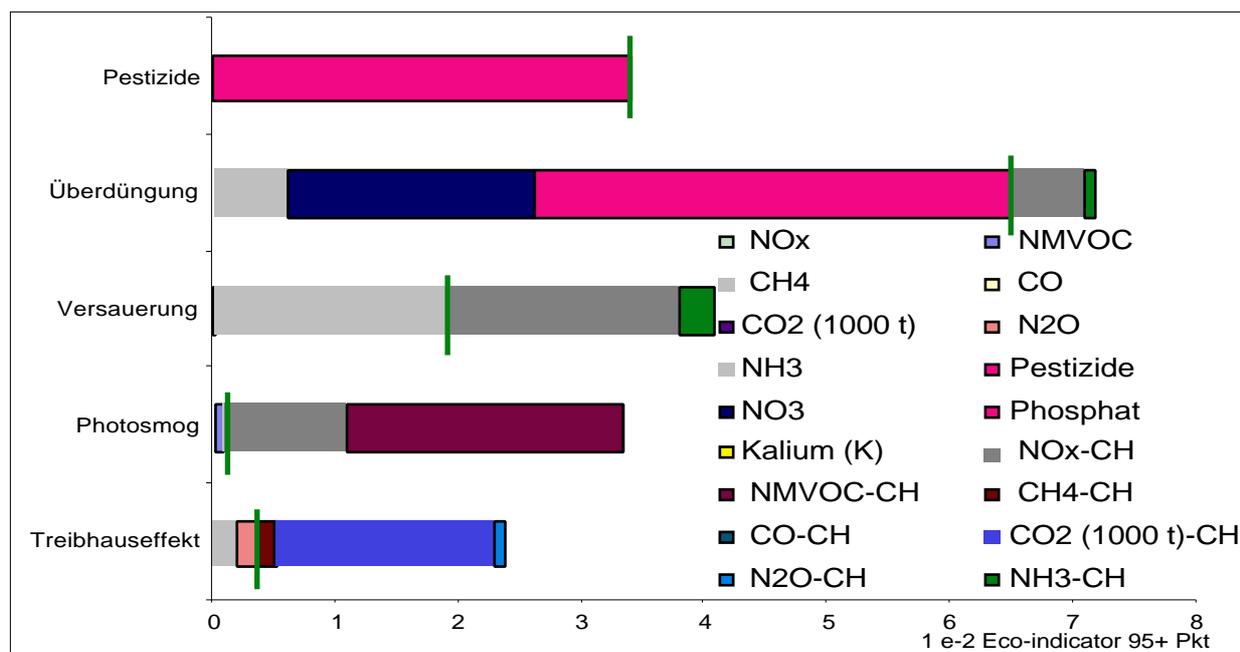


Fig. 2 Ökologische Auswirkungen ausgewählter Umweltindikatoren aufgrund der Emissionen in der Landwirtschaft und in der Gesamtschweiz (CH) bewertet mit dem Eco-indicator 95+.

Für die Emissionen von Nährstoffen waren keine Gesamtschweizer Daten verfügbar.

Mit Hilfe von Bilanzen für Graue Energie lässt sich die Relevanz der Ernährung für den gesamten Energieverbrauch (einschliesslich der Grauen Energie) abschätzen. Knoepfel (1995) errechnete den Anteil der Nahrung (inkl. Zubereitung) mit mehreren Methoden und kam hierbei auf 12 - 15%. Für Deutschland wurden für die Ernährung ein Anteil von 20% errechnet. Die Summe von direktem und indirektem Primärenergieverbrauch für Nahrungsmittel beträgt in der Schweiz etwa 2500 MJ pro Person und Monat.

Moll *et al.* (1995) haben den Anteil des Nahrungsmittleinkaufs in den Niederlanden am Gesamtenergieverbrauch mit 15% berechnet. Bei der Betrachtung des Bedürfnisfeldes Ernährung kommen direkte Energieverbräuche für Lagerung und Zubereitung der Nahrungsmittel im Haushalt hinzu. Von 1948 bis 1988 stieg der indirekte Energieaufwand für die Nahrungsmittleinkäufe eines Haushalts von etwa 42 GJ auf 50 GJ. Die Zunahme des Gesamtenergieverbrauchs einzelner Haushalte korreliert dabei relativ gut mit der Zunahme des Haushaltseinkommens (Vringer *et al.* 1995).

Weber *et al.* (1996a) untersuchen den Energieverbrauch und die Emissionen verschiedener Schadgase aufgrund des Haushaltskonsums in Deutschland. Der Einkauf von Nahrungsmitteln hat einen Anteil von 12% am Energieverbrauch. Überproportional hoch sind die Emissionen von NO_x, SO₂, und VOC durch den Einkauf von Nahrungsmitteln. Auch hier müssen bei einer Betrachtung des Bedürfnisfeldes Ernährung noch die direkten Energieaufwendungen hinzugezählt werden.

Zusammenfassend kann also gesagt werden, dass der Ernährung ein relevanter Anteil an den gesamten in der Schweiz verursachten Umweltbelastungen zukommt. In der Schweiz wurde eine Strategie für eine nachhaltige Landwirtschaft im Aktionsplan "Umwelt und Gesundheit" BAG/BUWAL festgeschrieben. Folgende Ziele sollten dabei erreicht werden (Umweltschutzamt 1998):

- Bis 2002 wissen 80% der Bevölkerung, wie sie sich gesund und saisongerecht ernähren. Sie wissen, dass sie mit ihrem Ernährungsverhalten Art und Weise der landwirtschaftlichen Produktion und die Landschaft beeinflussen.
- Bis 2007 werden nahezu 100% der in der Landwirtschaft genutzten Flächen nach den Prinzipien der integrierten Produktion (IP) oder dem biologischen Anbau genutzt. Der Anteil der biologischen Produktion soll dabei mehr als 30% betragen.
- Bis 2007 stammen 70% des angebotenen Fleisches aus artgerechter und tierfreundlicher Haltung.
- Bis 2007 haben 90% der Landwirtschaftsbetriebe und der nachgelagerten Betriebe standardisierte Qualitätssicherungssysteme, die positive Deklaration mit Rückverfolgbarkeit ist die Regel.

Diese Ziele werden auch von KonsumentInnen, allerdings mit unterschiedlicher Gewichtung, genannt. An erster Stelle steht für sie eine artgerechte Tierhaltung. In einer Umfrage ergaben sich folgende Prioritäten zu den Aufgaben der Schweizer Landwirtschaft.

Auszüge aus einem Artikel von Christian Kaiser im Tages-Anzeiger, Zürich vom 30.7.1998: "Mehrheit möchte, dass Biobetriebe unterstützt werden" veröffentlicht auf <http://www.tages-anzeiger.ch>.

Landschaftspflege ist nach Ansicht von 87 Prozent der Befragten eine wichtige oder sehr wichtige Aufgabe der Schweizer Bauern. Trotzdem möchten sie die Schweizer Landwirte nicht etwa zu blossen Landschaftsgärtnern degradieren. Sie wollen auch künftig Fleisch, Gemüse und Milchprodukte vom Schweizer Hof einkaufen. Denn gemäss der Umfrage messen die Schweizer auch 1998 der Ernährungssicherung und der Produktion von Lebensmitteln mehr Bedeutung zu als der Pflege der Felder und Wiesen.

Der Anteil derer, die es wichtig oder sehr wichtig finden, dass die Schweizer Bauern Lebensmittel produzieren, ist seit 1996 noch leicht angestiegen und liegt heute bei 95 Prozent - trotz der Möglichkeit, Lebensmittel zu Tiefpreisen aus dem Ausland zu importieren. Landwirtschaftsbetriebe müssten erhalten werden, "um die Selbstversorgung mit Nahrungsmitteln zu sichern", das finden (...) 84 Prozent der Schweizerinnen und Schweizer.

Das Erzeugen von Lebensmitteln rangiert bei den Funktionen der Schweizer Landwirtschaft allerdings nur auf dem dritten Platz und darf kein Selbstzweck sein. Denn **vor allem** wollen die Schweizer eine tierfreundliche und umweltgerechte Landwirtschaft. 97 respektive 95 Prozent sind der Ansicht, es handle sich bei tierfreundlicher Haltung und umweltgerechter Bewirtschaftung um bedeutende Aufgaben, 66 (55 Prozent) halten sie sogar für "sehr wichtig".

Dass naturnahes Bauern den Schweizern besonders am Herzen liegt, zeigt sich auch bei den Fragen zu den verschiedenen Betriebstypen: 84 Prozent halten Biobetriebe für förderungswürdig, und 53 Prozent möchten Mastbetriebe eher hemmen. Die Westschweizer sind gegenüber der biologischen Produktion weniger positiv eingestellt. Während in der Deutschschweiz 47 Prozent Bio "speziell fördern" wollen, sind nur 22 Prozent der Romands dafür. Bei den Kleinbetrieben mit hohen Produktionskosten sind tendenziell 66 Prozent für Zuschüsse.

3.2 Ökobilanzierung

Die wichtigste Methode zur Beurteilung ökologischer Aspekte eines Produktes die über den Lebensweg relevant sind, ist die Ökobilanz. Wichtige Erkenntnisse für eine ökologische Gestaltung des Bedürfnisfeldes Ernährung können aus der Auswertung bereits durchgeführter Arbeiten gewonnen werden.

In Ökobilanzen (im englischen Sprachraum als Life Cycle Assessment (LCA) bezeichnet) werden die Umweltfolgen eines Produktes von der Rohstoffgewinnung bis zur endgültigen Entsorgung, oder anders ausgedrückt von der Wiege bis zur Bahre erfasst.

Die Ökobilanzmethodik hat sich in den letzten Jahren rasch weiterentwickelt. Durch die dabei verwendeten, oft etwas unterschiedlichen Ansätze haben sich bis heute noch unterschiedliche Verständnisse dieser Methode erhalten. Durch die Erarbeitung einer Norm soll eine Vereinheitlichung erreicht werden. Ökobilanzen bestehen nach den ISO-Normen 14040 bis 14043 aus vier Arbeitsschritten. Diese werden unter Umständen iterativ durchgeführt (ISO 14040ff 1998):

1. Definition des Ziels und der Systemgrenzen
2. Sachbilanz (Inventar): Es werden die Input-Output-Flüsse entlang des Lebenszyklus der untersuchten Produkte bzw. Dienstleistungen werden ermittelt und zusammengestellt. Hierzu wird zunächst ein Flussdiagramm für den Lebensweg erarbeitet. Im weiteren wird eine Input-Output Tabelle für die betrachteten Prozesse erstellt. In diesem Arbeitsabschnitt erfolgt die Erhebung aller umweltrelevanten Daten und die Umrechnung der Belastungen auf das zu untersuchende Endprodukt.
3. Wirkungsabschätzung: Abschätzung der potentiellen Umweltauswirkungen in verschiedenen Schadenskategorien (z.B. Treibhausgase, Überdüngung, etc.) durch die Charakterisierung der berechneten Input-Output-Flüsse im Anschluss der Inventarisierung vgl. z.B. Heijungs *et al.* (1992a, 1992b).
4. Auswertung: Vergleich von Produkte bzw. Dienstleistungen, Interpretation und Aufzeigen von Optimierungsmöglichkeiten (Verbesserung der Prozesse, Veränderung der Produktion, Kauf/Nichtkauf von Produkten). Zur Zusammenfassung der verschiedenen Umwelteinwirkungen gibt es unterschiedliche Methoden die zu einer Teil- oder Vollaggregation führen vgl. z.B. Braunschweig *et al.* 1997, BUWAL 1998, Goedkoop 1995

Hauptfragestellung für die folgenden Kapitel zur Ökobilanzierung ist, inwieweit die Ergebnisse der Sachbilanz (Life Cycle Inventory - LCI) in verschiedenen Studien wiedergegeben wurden und ob sich diese Angaben in Untersuchungen auf die Schweiz übertragen lassen. Ausserdem werden wichtige Erkenntnisse aus durchgeführten Arbeiten zusammengefasst.

3.2.1 Arbeiten zur Ökobilanzmethodik

Bei einer Vielzahl von Arbeiten zum Thema Ökobilanzen für landwirtschaftliche Produkte fällt zunächst auf, dass diese sich vor allem mit methodischen Fragestellungen befassen. Ziel der Arbeiten war es zumeist, die Unterschiede aufzuzeigen, die sich bei einer Anwendung des für industrielle

Prozesse entwickelten Instruments Ökobilanz für landwirtschaftliche Produktion ergeben. In der Tab. 7 (auf Seite 29) wird eine Übersicht über diese Arbeiten gegeben. Soweit konkrete Produkte Gegenstand der Untersuchungen waren, werden diese in der Tabelle aufgeführt.

Ein Ansatz zur differenzierteren Betrachtung von Pestiziden wurde von Jolliet *et al.* (1997) vorgeschlagen. Im Rahmen der Entwicklungen zum Eco-indicator 98 sollen Pestizide ebenfalls detaillierter bewertet werden.

Bilanzen werden in diesen Arbeiten zumeist nur durchgeführt, um beispielhaft methodische Probleme deutlich zu machen. Immer wieder werden folgende Themen für eine vertiefende methodische Betrachtung genannt (Cowell *et al.* 1995):

- Wahl der funktionellen Einheit. Diese kann z.B. durch Gewicht, finanzieller Wert, Wert für die Ernährung, Wert für die Weiterverarbeitung (Protein, Fettgehalt) bestimmt werden.
- Wahl der Bilanz- und Systemgrenzen (z.B. wie weit gehört der Boden zum landwirtschaftlichen System).
- Zeitliche Allokation (Berücksichtigung der Fruchtfolge).
- Allokation der Umweltfolgen auf unterschiedliche Produkte (z.B. Milch - Fleisch, Weizen - Stroh).
- Allokation der Umweltfolgen bei Nebenprodukten, z.B. Berücksichtigung der Gülle als Abfall oder als Wertprodukt.
- Auswahl der Indikatoren für Umweltbelastungen die vor allem für die Beurteilung landwirtschaftlicher Prozesse eine Rolle spielen (Biodiversität, Landverbrauch, artgerechte Tierhaltung, Einsatz von Pestiziden).

3.2.2 Ökobilanzen für landwirtschaftliche Produkte

Die folgende Fig. 3 gibt einen Überblick für den typischen Lebensweg eines Nahrungsmittels am Beispiel von Nudeln. Agrarprodukte werden unter Einsatz von Dünger, Saatgut und Pestiziden in der Landwirtschaft hergestellt. Nach dem Transport zu lebensmittelverarbeitenden Betrieben werden diese Produkte weiter veredelt und für den Verkauf vorbereitet und verpackt. Über den Gross- und Detailhandel werden die Produkte dann an die EndkonsumentInnen weitergegeben. Im Haushalt werden sie zubereitet und gegessen. Verbleibende Reststoffe und Abwässer gelangen zur Entsorgung. Transporte machen einen wichtigen Teil der gesamten Umweltbelastungen aus. Sie finden zwischen fast allen Produktionsschritten statt.

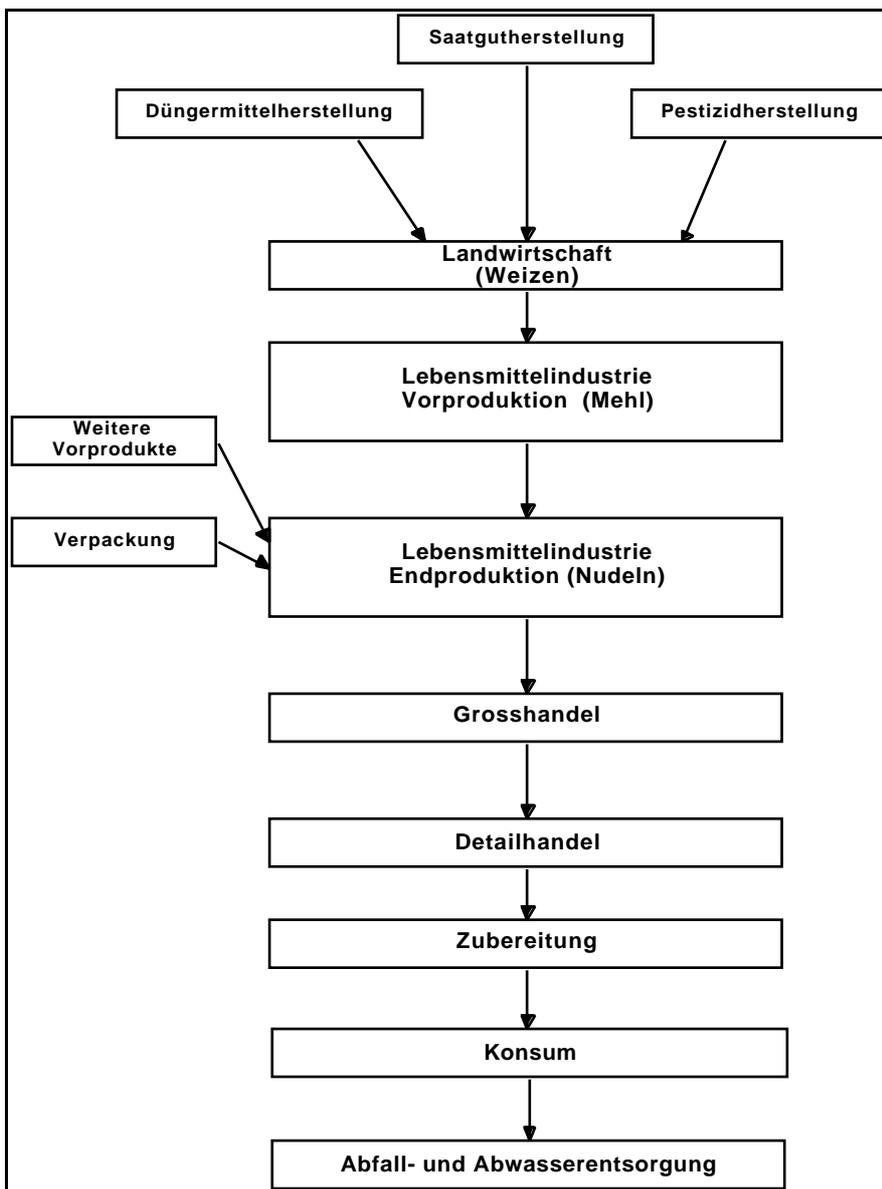


Fig. 3 Lebensweg eines Nahrungsmittels am Beispiel Nudeln.

Ceuterick⁹ gibt im Internet eine Liste von Anwendungsbeispielen und Zielen für im Nahrungsmittelbereich durchgeführte Ökobilanzen an. Diese Aufstellung wird in Tab. 5 wiedergegeben.

⁹ Informationen auf <http://www.jrc.es/iptsreport/vol20/english/FOO4E206.htm>.

Tab. 5 Applications of LCA in the food chain

Application Area	Application
Agriculture and food industry	<ul style="list-style-type: none"> • Environmental improvement of production systems. • Identification of 'hot spots' in the chain Assessment of environmental impacts of agrification (biomaterial versus traditional materials). • Comparison of different production methods. • Support and implementation of eco-audit procedures (e.g. EMAS). • Guide purchasing decisions on ancillaries (agrochemicals, fertilizers, etc.). • Development of environmental performance indicators. • Communicate environmental performance.
Wholesale and retail	<ul style="list-style-type: none"> • Guide purchasing decisions (choice of suppliers). • Comparison of own products with products of other wholesale companies and retailers (benchmarking). • Communicate environmental performance of products.
Consumers and consumer organizations	<ul style="list-style-type: none"> • Guide purchasing decisions (e.g. via ecolabels). • Benchmarking between suppliers and brands.
Policy makers	<ul style="list-style-type: none"> • Developing longer term food strategies. • Development of environmental performance indicators. • Development of cleaner technology/production programs. • Definition of Best Available Technologies (BAT). • Development of production and product standards. • Development of ecological criteria for the award of an ecolabel for agricultural products. • Support of financial measures (e.g. taxes on environmentally less friendly products). • Screening of alternative (European) agricultural policies.

Die Anwendungen von Ökobilanzen für Nahrungsmittel lassen sich in drei grosse Gruppen von Arbeiten unterscheiden. Die Tab. 8 (auf Seite 32) gibt einen Überblick zu verschiedenen Anwendungsbeispielen.

Eine Gruppe bilden die Arbeiten, deren Hauptziel die methodische Fortentwicklung des Instruments ist (vgl. hierzu auch Kapitel 3.2.1). Eine zweite grosse Gruppe befasst sich mit nachwachsenden Rohstoffen. Dies sind zum einen Treibstoffe (Raps Methyl Ester) und zum anderen Grundstoffe für chemisch - industrielle Produktionsverfahren (z.B. Öle, Verpackungsmaterialien).

Die dritte Gruppe untersucht Nahrungsmittel und ihrem landwirtschaftlichen Anbau. Hierbei geht es zum Teil um schon heute produzierte Nahrungsmittel, zum Teil aber auch um Optionen für eine zukünftige Versorgung mit Nahrungsmitteln und die sich hieraus ergebenden Konsequenzen für die Umwelt (z.B. Proteinversorgung mit biotechnologisch hergestelltem Eiweiss).

Die für dieses Working Paper ausgewerteten Arbeiten zu Ökobilanzen untersuchen oft nur einen Teil des gesamten Lebenszyklus. Arbeiten die den Lebenszyklus bis zum Tor des Bauernhofs oder der Lebensmittelverarbeitung betrachten werden in Tab. 8 unter "Wiege zum (Betriebs-) Tor" = WT eingeordnet. Reicht die Untersuchung von der Wiege bis zum Haushalt so wird dies als WH abgekürzt.

Arbeiten die nur einen Abschnitt aus dem Lebenszyklus, z.B. die Lebensmittelindustrie, herausgreifen werden als Tor zu Tor bezeichnet (TT). Arbeiten die den gesamten Lebenszyklus abdecken werden in der Tabelle unter WG (Wiege - Grab) eingeordnet. Für weitergehende Untersuchungen müssten die fehlenden Abschnitte evtl. noch ergänzt werden.

Ökobilanzen, die auch den Konsum mit berücksichtigen, gibt es bisher kaum. Ein Ansatz ist die Untersuchung für Bier von Peter (1996). Aus anderen Untersuchungen ist aber bekannt, dass dann

auch die Emission von Stickstoff und Phosphor in die häuslichen Abwässer durch die menschlichen Ausscheidungen eine wichtige Rolle spielt (Baccini *et al.* 1993).

Die Arbeiten wurden in Tab. 8 hinsichtlich ihrer Übertragbarkeit für die eigene Untersuchung von Nahrungsmitteln in einer Ökobilanz eingestuft. Voraussetzung für eine Weiterverwendung von Literaturdaten ist, dass die Sachbilanz (life-cycle-inventory oder LCI) in der Veröffentlichung nachvollziehbar dokumentiert wurde. Es sollte vor allem für ausländische Untersuchungen möglich sein, diese um Schweiz-spezifische Daten zu ergänzen und die Daten eigenständig weiterzuverarbeiten und neu zu berechnen.

Die Einschätzung der in der Literatur wiedergegebenen Daten des LCI erfolgt dabei mit einer Klassifizierung die von (++) sehr gute Verwendbarkeit für die Schweiz, (+) gute bzw. teilweise Verwendbarkeit, (+-) eingeschränkt, auschnittsweise verwendbar, (-) kaum bzw. (--) gar nicht verwendbar, reicht. Literatur, die noch nicht gesichtet wurde oder deren endgültige Veröffentlichung noch aussteht, wurde mit einem (?) markiert.

Leider werden vor allem in Journals und Kongressberichten oft nur die zusammengefassten Daten nach dem Bewertungsschritt wiedergegeben. Es ist nur schwer möglich diese Ergebnisse für weitere Untersuchungen zu verwenden. Untersuchungen in der Lebensmittelindustrie sind oft vertraulich und die Daten werden deshalb nicht weitergeben. Die aufgewendete Arbeit kann somit zu weitergehender Forschung nicht beitragen. In Zukunft sollte es verstärkte Anstrengungen zum Austausch des Inventars von Ökobilanzen geben. Ziel sollte dabei eine öffentlich zugängliche Datenbank sein.

3.2.2.1 Ergebnisse der Ökobilanzierung von Nahrungsmitteln

Um die Relevanz verschiedener Produktionsstufen im Lebenszyklus zu bestimmen wird in Fig. 4 der Anteil des Energieverbrauch in unterschiedlichen Abschnitten des Lebenszyklus für verschiedene Nahrungsmittel verglichen. Der Energieverbrauch wird in vielen Ökobilanzarbeiten ausgewiesen und es war somit hier einfach auf diesen Indikator zurückzugreifen. Hierzu wurden Daten aus den Untersuchungen von (Andersson *et al.* 1996a, Bernhard *et al.* 1998, Geier *et al.* 1997, Maillefer *et al.* 1996, Møller *et al.* 1996, Patyk *et al.* 1997, Simon *et al.* 1994) zusammengefasst.

Wie die Grafik zeigt, ist eine generelle Aussage darüber, welcher Abschnitt im Lebenszyklus besonders wichtig ist, kaum möglich. Die Auswertung anderer Umweltbelastungen kann unter Umständen ein völlig anderes Bild ergeben. Ausserdem untersuchen nicht alle Studien alle Verarbeitungsstufen im gleichem Detail bzw. mit den gleichen Systemgrenzen. Hierdurch können sich gewisse Verschiebungen ergeben.

Herauslesen lässt sich aber die generelle Tendenz, dass mit höherem Verarbeitungsgrad der Lebensmittel auch die Verarbeitung einen relevanten Beitrag zu den Umweltbelastungen darstellt. Erfolgt der Transport durch die Käufer mit einem PKW kann dies zu wesentlich höheren Umweltbelastungen beitragen. Auch die Phase des Konsums ist bei Nahrungsmitteln, die gekocht bzw. gekühlt werden müssen, für die Umweltauswirkungen relevant.

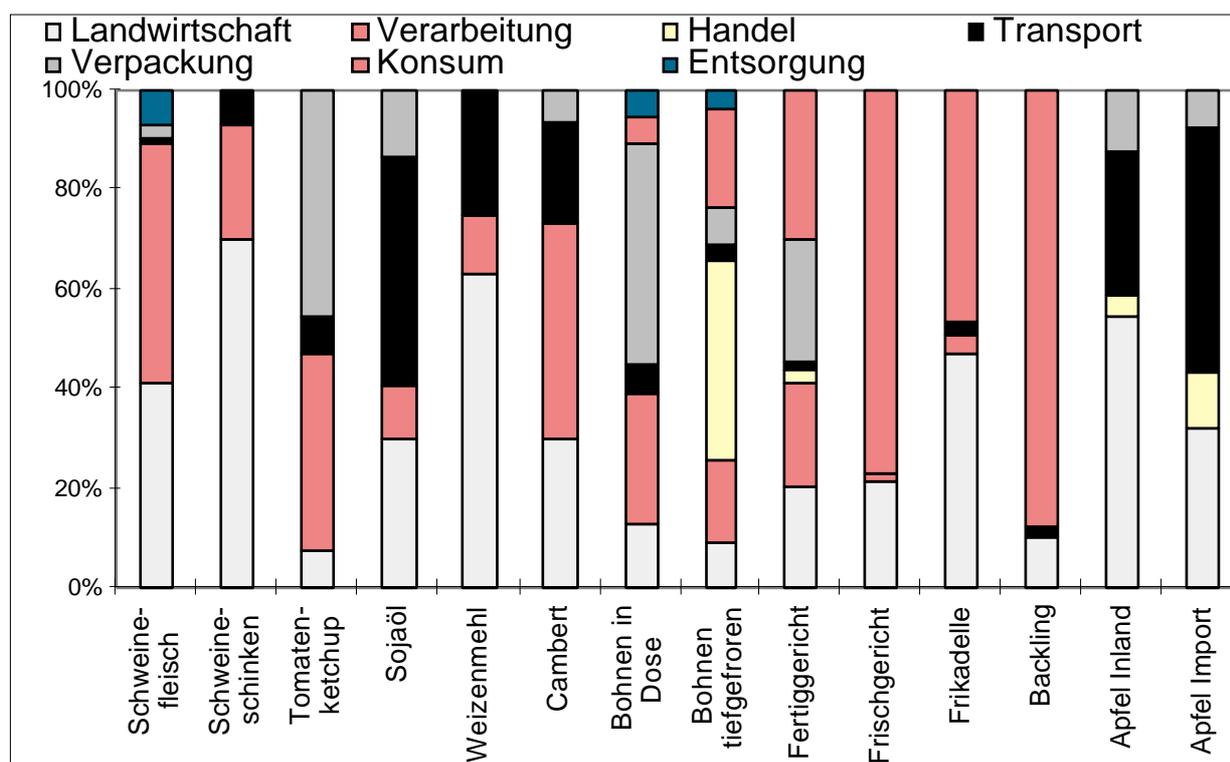


Fig. 4 Anteile des Energieverbrauchs verschiedener Abschnitte des Lebenszyklus am Gesamtverbrauch verschiedener Nahrungsmittel.

Quellen: Andersson *et al.* 1996a, Bernhard *et al.* 1998, Geier *et al.* 1997, Maillefer *et al.* 1996, Møller *et al.* 1996, Patyk *et al.* 1997, Simon *et al.* 1994

Blonk *et al.* (1997) haben verschiedene Nahrungsmittel in Ökobilanzen untersucht. Für tierische Produkte wurden die Umweltfolgen vor allem in der Landwirtschaft verursacht. Nur bei relativ hoch verarbeiteten Produkten spielen nachgelagerte Verarbeitungsschritte eine wichtige Rolle. In den Schadenskategorien Verbrauch abiotischer Ressourcen, Humantoxizität und Smog stehen die Umweltfolgen in direkter Korrelation mit dem Energieverbrauch. Umweltwirkungen in den Kategorien Eutrophierung, Ozonabbau, aquatische und terrestrische Ökotoxizität werden durch die landwirtschaftliche Praxis bestimmt.

Als Hauptumweltbelastungen werden in vielen Untersuchungen der Energieverbrauch aufgrund der Kunstdüngerherstellung und durch die Landbearbeitung, die Umweltbelastungen durch Dünger- und Pestizideinsatz und der Einfluss auf die Biodiversität genannt. In Untersuchungen zu Nahrungsmitteln, die den Lebensweg bis zum Verkauf betrachten, wird ausserdem auf die im Zusammenhang mit Transporten und Verpackung stehende Umweltbelastung verwiesen.

Zur Bewertung unterschiedlicher Umweltwirkungskategorien untereinander mit einer voll aggregierenden Bewertungsmethode wurden keine Anwendungsbeispiele gefunden. Rechnungen für Gemüse und eine Bewertung mit dem Eco-indicator 95+ ergaben einen dominierenden Einfluss der Pestizidanwendung neben der Überdüngung. Weitere Verbesserungen der Bewertungsmethode in Abstimmung mit praktikablen Lösungen für die Inventarisierung sind bei diesem Punkt notwendig (Jungbluth 1998b).

3.2.2.2 Ökobilanzierung von Gemüseprodukten

Andersson *et al.* (1996a) haben in einer Ökobilanz Tomatenketchup untersucht. Ziel war die Identifizierung der für verschiedene Umweltfolgen bestimmenden Abschnitte im Lebenszyklus. Unterschieden wurden die Landwirtschaft, die Lebensmittelverarbeitung, der Transport, Verpackung, Handel und Konsum.

Es zeigte sich, dass der Energieverbrauch beim Konsum (Kühlschrank) einen wesentlichen Anteil am Gesamtverbrauch hat. Dies gilt insbesondere für das Szenario mit einer angenommenen Lagerung von einem Jahr. Die Landwirtschaft verursacht die grössten Umweltfolgen in der Kategorie Überdüngung. Für ökotoxikologische Folgen ist sie ebenso bedeutend wie Verarbeitung und Verpackung. Für viele andere Umweltschäden sind die Verpackung und die Lebensmittelindustrie die Abschnitte mit den höchsten Belastungen. Transporte verursachen relativ gesehen hohe NO_x Emissionen. Dieses Beispiel zeigt, dass eine Bewertung, die alleine auf den Indikator Energie beruht, kein umfassendes Bild der Umweltschäden und ihrer Herkunft erlaubt. Wenn nur Energie als Indikator benutzt wird, wäre aufgrund dieses Beispiels zu vermuten, dass dies zu Verschiebungen im Vergleich von wenig gegenüber hoch verarbeiteten Produkten führt.

Kramer *et al.* (1995) untersuchten den Energieverbrauch verschiedener Gemüsesorten mit Hilfe der Hybrid-Methode. Dabei trafen sie eine Reihe von Annahmen. Bei der Berechnung des Energieverbrauchs durch den Anbau ist es wichtig, ob es sich um Freiland-, Treibhaus- oder importierte Produkte handelt. Es zeigte sich, dass die Energieintensität für im Treibhaus angebaute Produkte bis zu 6 mal höher ist als für die Freilandprodukte. Zur Berechnung werden dementsprechend zwei Arten von Basisgütern mit den Energieintensitäten 2 MJ/kg bzw. 35.6 MJ/kg definiert. Allerdings können sich auch verschiedene Gemüsesorten aus dem Treibhaus beträchtlich hinsichtlich ihrer Energieintensität unterscheiden. Mit steigendem Grad der (Vor-)verarbeitung steigt die Energieintensität der Produkte, wenngleich der zusätzliche Aufwand hierfür geringer ist, als der Unterschied zwischen Freiland- und Treibhausanbau. Der Energieverbrauch im Handel wird für jedes Produkt gleich hoch angenommen und basierend auf dem gemittelten Verkaufspreis berechnet. Für den Transport werden verschiedene Szenarien entsprechend der Herkunftsregion ausgewählt. Biologisch angebaute Produkte haben in der Regel einen höheren Preis. Dies führt in der Hybrid-Methode dann zu einem höheren Energieverbrauch. In der Berechnung wurden deshalb für diese Art des Anbaus eine andere Wertschöpfungsquote berücksichtigt. Die Differenzierung verschiedener Gemüsesorten erfolgt somit aufgrund der Verteilung bzgl. Anbauart und Herkunft sowie dem Preis pro kg. In der Studie werden für eine Reihe von Gemüsesorten sowohl die durchschnittlichen als auch spezifische Energieintensitäten (z.B. Treibhaus, konventionell, biologisch) angegeben.

Die Auswertung der Ergebnisse zeigte, dass die Art der Verpackung einen relativ geringen Einfluss auf die Ergebnisse hat, hingegen das Gewicht entscheidender ist. Für alle Gemüsesorten wurde ein durchschnittlicher Verpackungsmix pro verpackter Einheit angenommen, die Verpackung also relativ zum Gewicht des verpackten Produktes berücksichtigt.

In der vorangegangenen Untersuchung von Kok *et al.* (1993) wurde die Verursachung von Abfall durch Lebensmittelreste mit berücksichtigt. Für verschiedene Produkte wurden dabei unterschiedliche Abfallanteile angenommen und die Energieintensität für deren Entsorgung berechnet. Für Spinat, Rosenkohl, Bohnen, Wurzeln, Knollengewächse und Tomaten wurde ein Anteil von 5% angenommen. Für Endivien, Salat, andere Blattgemüse, Blumenkohl, andere Kohlsorten und andere Gemüse 10% und 50% für Hülsenfrüchte.

Gysi *et al.* (1990) und Jolliet (1993a) haben die Umweltfolgen verschiedener Verfahren zum Tomatenanbau verglichen. Der Energiebedarf für die Heizung von Gewächshäusern zur Tomatenproduktion übersteigt den Bedarf für Transporte auch aus grosser Distanz bei weitem (ausser bei Transport per Flugzeug). Verursacht wird der hohe Energiebedarf vor allem durch die Beheizung der Gewächshäuser. Einsparungen sind hier vor allem durch Isolationsmassnahmen zu erreichen. Künstliche Beleuchtung führt dagegen trotz höherer Produktivität zu einem erhöhten Energiebedarf. Die Hors-sol (ohne Erde) Produktion bei der Gemüse unter genau definierter Nährstoffversorgung auf einem künstlichen Substrat angebaut wird schneidet etwas besser als der normale Gewächshausanbau ab. Aus energetischer Sicht ergibt sich folgende Reihenfolge für Tomatenprodukte (Jolliet 1993a):

1. Inland/Freiland.

2. Import/Freiland.
3. Inland/ungeheizte Tunnel.
4. Import/ungeheizte Tunnel.
5. Inland/Hors-sol.
6. Import/Hors-sol.
7. Inland/Gewächshaus.

Positiv beim Hors-sol Anbau ist ausserdem der deutlich geringere Pestizideinsatz und die geringere Wasserbelastung bei geschlossenen Kreisläufen.

3.2.2.3 Ökobilanzierung von Fleischprodukten

Die Bewertung der Umweltbelastungen durch die Fleischproduktion hängt wesentlich von den betrachteten Umwelteinwirkungen ab. Eine Energiebilanzierung führt zu deutlich anderen Ergebnissen als eine wirkungsorientierte Bewertung.

Die Untersuchung von Kramer *et al.* (1995) zeigt, dass die Energieintensität verschiedener Fleischprodukte vor allem von der Tierart abhängt. Dabei fanden sie folgende Reihenfolge abnehmender Energieintensitäten: Geflügel, Schwein, Rind und andere Tiere. Fleisch aus biologischer Produktion verbraucht etwa 15% weniger Energie als konventionell produziertes Fleisch. Ein weiteres Unterscheidungsmerkmal ist die Verpackungsart und Gewicht.

Werner *et al.* (1994) haben die gesamten Umweltbelastungen durch Viehzucht in der Schweiz abgeschätzt. Wiedergegeben werden allerdings nur weiter aggregierte Daten für die gesamte Landwirtschaft und hierzu errechnete Szenarien.

In der Arbeit von Blonk *et al.* (1997) wird die Produktion von Schweinefleisch untersucht. Die Umweltbelastungen werden fast ausschliesslich durch die Landwirtschaft verursacht. Die Weiterverarbeitung ist hingegen fast vernachlässigbar.

Vold *et al.* (1995) haben die Umweltbelastungen durch die Produktion von Schweine- und Lammfleisch in einer Ökobilanz verglichen. Sie geben in der Arbeit detaillierte Angaben zum Produktionssystem und Allokationsregeln. Die Futterherstellung und Zucht war in der Untersuchung am umweltbelastendsten bei einer Bewertung mit der Methode Eco-scarcity (Baumann 1992). Die Hauptemissionen von N und P stammen aus der Anwendung des Hofdüngers und machen über 90% bei der Bewertung aus. Die Bewertung mit der Methode EPS (Steen 1996) weist hingegen CO₂ Emissionen und Energieverbrauch die höchste Bedeutung zu. Die Produktion von Lammfleisch verursacht deutlich höhere Emissionen als die von Schweinefleisch. Die Tierproduktion in der Landwirtschaft ist auch bei der Betrachtung des gesamten Lebensweges dominierend für die Umweltbelastungen.

Møller *et al.* (1997) vergleichen die kombinierte Milch/Fleischproduktion in einer Ökobilanz mit der alleinigen Herstellung von Rindfleisch. Die Allokation zwischen Fleisch und Milch wird dabei aufgrund einer Ernährungsbedarfsuntersuchung vorgenommen. Die Allokationsfaktoren stimmen fast mit einer ökonomischen Allokation überein. Ausgewertet wurden die Umweltbelastungen auch mit der Methode der ökologischen Knappheit. Als Hauptumweltbelastungen werden Phosphat und Stickstoffemissionen ins Wasser aufgrund der Dungablagerung auf der Weide identifiziert. Die N-Emissionen sind etwa so hoch wie bei der Lammfleischproduktion. Für die Produktion von Rindfleisch wird allerdings noch deutlich mehr P emittiert als für Lammfleischproduktion (im Quervergleich mit Vold *et al.* 1995). Somit ergibt sich bei der Betrachtung der Nährstoffemissionen eine andere Reihenfolge im Vergleich als bei der Betrachtung des Energieverbrauchs.

Die kombinierte Milch/Fleischproduktion verursacht etwas geringere Nährstoffemissionen als die reine Fleischproduktion. Ein weiterer wichtiger Punkt ist der Energieeinsatz aufgrund der Verwendung landwirtschaftlicher Maschinen. Zur Verringerung der Umweltbelastungen wird eine extensi-

ve Viehhaltung befürwortet. Toxische Effekte durch Pestizideinsatz für den Anbau von Futtermitteln wurden offenbar von Møller *et al.* (1997) nicht bewertet.

Zusammenfassend können folgende Haupteinflussfaktoren der entstehenden Umweltbelastung in der Viehwirtschaft anhand der LCA Studien identifiziert werden:

- Herstellung der Futtermittel und hierbei entstehende Emissionen durch die Düngeranwendung.
- Direkte Treibhausgasemissionen der Tiere.
- Emissionen durch die Lagerung und Entsorgung des Dungs.
- Für im Stall gehaltene Tier kann der Energieverbrauch für Belüftung und Heizung relevant sein.
- Nachgelagerte Emissionen durch die Schlachtung, Verarbeitung und Handel haben hingegen eine eher geringe Bedeutung.

3.2.2.4 Ökobilanzen für verschiedene landwirtschaftliche Produktionsweisen

In der öffentlichen Diskussion wird dem Biolandbau eine Vorreiterrolle für die Ökologisierung der Landwirtschaft zugesprochen. Durch ökologische Bilanzierungen kann diese Annahme bisher noch nicht genügend verifiziert werden.

In der öffentlichen Diskussion zu Nahrungsmitteln wird eine biologische Anbauweise in der Regel gleichgesetzt mit einer unter Umweltsichtspunkten idealen Anbauweise. Bisher gibt es nur einige wenige Beispiele, in denen versucht wurde, diese These mit Energie- bzw. Ökobilanzen zu verifizieren. Im folgenden werden die Arbeiten von Alföldi *et al.* 1995, 1997, Audsley *et al.* 1997, Gaillard *et al.* 1997, Haas *et al.* 1994, 1995a, Wolfensberger *et al.* 1997, Moerschner *et al.* 1997 ausgewertet, die unterschiedliche Produktionssysteme verglichen haben.

Die Untersuchungen zu diesem Aspekt zeigen in der Regel eher Vorteile für biologisch produzierte Nahrungsmittel. Sie zeigen aber auch die Vor- und Nachteile der Produktionsmethoden Biologisch bzw. Integrierte Produktion auf. Die konventionelle Produktion schneidet bei den meisten Vergleichen relativ schlecht ab. Bei der Bilanzierung von Energie wird das Einsparungspotential der Bioproduktion durch den Verzicht auf Kunstdünger teilweise durch die geringeren Ernteerträge und den höheren Maschineneinsatz ausgeglichen. Meistens ist der Energieeinsatz pro Ertrag im direkten Vergleich dennoch für die Bioprodukte etwas geringer.

Beim Vergleich weiterer Wirkungskategorien führt der Verzicht auf organische Pflanzenbehandlungsmitteln je nach angewandter Bewertungsmethode zu Vorteilen in der Kategorie Toxizität. Es können sich hierbei allerdings unter Umständen auch Probleme durch die Alternativpräparate (z.B. auf Kupferbasis) die im biologischen Landbau eingesetzt werden, zeigen. Ausserdem haben auch einige Emissionen der Hofdüngeranwendung toxische Effekte (NH₃).

Nachteile des Biolandbaus, die aus detaillierteren Ökobilanzen deutlich werden, sind auf den geringeren Ernteertrag und damit einen höheren Landverbrauch zurückzuführen. Die höheren Emissionen von Stickstoffverbindungen bei der Anwendung von Hofdünger im Vergleich zu Mineraldüngern, führen zu einem schlechteren Abschneiden in den Wirkungskategorien Überdüngung und Versauerung.

Viele Vorteile die im Zusammenhang mit biologischem Anbau genannt werden z.B. im Problemfeld Biodiversität, Bodenbelastung und Pestizideinsatz werden bisher nur ungenügend in den bestehenden Bewertungsmethodiken für Ökobilanzen abgebildet. Ausserdem berücksichtigt die funktionelle Einheit Gewicht qualitative Unterschiede der Bioprodukte z.B. "besserer Geschmack" nicht.

In Tab. 6 werden die Aussagen verschiedener ökologischer Bilanzierungen für verschiedene Anbausysteme plakativ gegenübergestellt. Neben der unterschiedlichen Rangfolge in der Schlussaus-

wertung der AutorInnen werden auch die unterschiedlichen Festlegungen hinsichtlich der Indikatoren und der Messgrösse für die funktionellen Einheit (FE) deutlich. Deutlich wird, dass viele Untersuchungen Aspekte, denen für die Landwirtschaft besondere Bedeutung beigemessen wird (vgl. Kap. 3.1), bei der Beurteilung nicht berücksichtigt haben.

Tab. 6 Gegenüberstellung von Ergebnissen zur ökologischen Bewertung verschiedener Anbaumethoden.

Produkte	Bewertungsindikatoren	FE	Rangfolge im Vergleich	Studie
Betrieb Pflanzenbau Tierhaltung	Energieintensität	ha, GV, GE	Bio += konventionell	(Kalk <i>et al.</i> 1997)
Betrieb Gesamtproduktion	Wirkungsbilanz	ha Nahrungsennergie	Meistens Bio>IP Meistens IP>Bio Kein abschliessender Vergleich von Bio- und IP Anbau. Grosse Unterschiede der Betriebe	(Rossier 1998)
Brot	Energie, CO ₂ , Diskussion weiterer Wirkungen	kg	Bio>konventionell	(Hopffisterei 1996, Salzgeber <i>et al.</i> 1997)
Camembert	Eco-indicator 95	kg	Bio>konventionell	(Bernhard <i>et al.</i> 1998)
Rapsfruchtfolge	Energieverbrauch	ha	Betriebsunterschiede grösser als Systemunterschiede, Ordnungsgemäss>Integriert= Reduziert>Extensiv (Bio)	(Moerschner <i>et al.</i> 1997)
Rapsfruchtfolge	Energieverbrauch	kg	keine relevanten Unterschiede	(Moerschner <i>et al.</i> 1997)
Verschiedene	Energie	ha kg	Bio>konventionell Bio>konventionell (ausser bei Kartoffeln)	(Alföldi <i>et al.</i> 1997)
Verschiedene	Energie, CO ₂	ha kg	Bio>>konventionell Bio>konventionell	(Haas <i>et al.</i> 1995a, Haas <i>et al.</i> 1995b)
Verschiedene	Energie, CO ₂ - Äquivalente	kg	Bio>konventionell	(Simon <i>et al.</i> 1994)
Weizen	Diskussion der Wirkungsbilanz	kg	IP>Bio>intensiv	(Gaillard <i>et al.</i> 1997)
Weizen	Diskussion der Wirkungsbilanz	kg	+= Keine abschliessende Zusammenfassung der Bewertung	(Audsley <i>et al.</i> 1997)

- > besser als
- += keine klare Rangfolge beim Vergleich mehrerer Produkte
- = etwa gleich
- GV - Grossvieheinheiten
- GE - Getreideeinheiten

Eine abschliessende Bewertung aufgrund von Ökobilanzen, die klar für die eine oder andere Anbauvariante (IP bzw. Bio) spricht, erscheint zur Zeit nicht möglich. Es wird aber auch deutlich, dass es für die verschiedenen Anbauweisen auch aufgrund bestehender Unterschiede zwischen verschiedenen Betrieben noch Möglichkeiten zur ökologischen Optimierung gibt. Wichtig erscheint dabei auf jeden Fall, dass für eine ökologisch optimale Anbauweise das Ertragsniveau nicht zu tief sinkt.

3.2.2.5 Transporte von Nahrungsmitteln in der ökologischen Beurteilung

Transportvorgängen wird in vielen ökologischen Betrachtungen besondere Aufmerksamkeit geschenkt. Dies ist nicht in allen Fällen gerechtfertigt.

Die zunehmende Globalisierung und die hierdurch erforderlichen Transporte von Lebensmitteln werden für eine Zunahme des Energieverbrauchs aufgrund der Bereitstellung von Nahrungsmitteln verantwortlich gemacht. Einige Lebenszyklusuntersuchungen zum Energieverbrauch bzw. zu den Umweltbelastungen hatten deshalb speziell die transportbezogenen Umweltbelastungen im Visier (Böge 1995, Zamboni 1994, Carlsson 1997, Dinkel *et al.* 1997, fairkehr 1992).

Die Höhe der Umweltbelastungen der Transporte hängt dabei nicht nur von der direkten Entfernung zwischen Produktionsort und Verbrauchsort ab. Mitentscheidend sind die Art des Transportmittels, die Auslastung insbesondere bei der Feinverteilung (Sammlung vom Hof oder Transport zum Haushalt mit dem PKW) und die “versteckten” Transporte durch Umschlag zwischen verschiedenen Verarbeitungsstufen. Besonders umweltbelastend sind dabei Transporte mit dem Flugzeug.

Für KonsumentInnen sind die Umweltbelastungen nicht leicht abzuschätzen. Zamboni (1994) geht davon aus, dass tiefgekühlte Produkte (z.B. Fleisch aus Übersee) mit dem Schiff transportiert werden während frische Produkte geflogen werden. In K&U (1997) wird hingegen berichtet, dass auch frisches Fleisch vakuumverpackt und gekühlt mit dem Schiff transportiert werden kann. Der Unterschied beim Transport aus Neuseeland ist beträchtlich. Schon der Transport mit dem Schiff verbraucht sechs mal mehr Energie als die Herstellung einer kleinen Portion Fleisch, mit dem Flugzeug ist es das 48-fache.

Eine weitere Schwierigkeit bei der Beurteilung durch KonsumentInnen sind die “versteckten” Transporte, die sich nicht ohne weiteres aufgrund der Angaben auf der Verpackung erkennen lassen. So stammt z.B. ein Grossteil des Rindfleisches, das als Bündner Fleisch aus der Schweiz in die Europäische Gemeinschaft exportiert wird, aus südamerikanischen Viehbeständen.¹⁰

Sekundäre Transporte von Futtermitteln können ebenfalls einen grossen Einfluss auf die Ökobilanz haben. Wird z.B. das Futter für Tiere importiert so ist die transportierte Menge unter Umständen mehrfach höher als wenn das Endprodukt importiert worden wäre. Bei der Betrachtung des gesamten Lebenszyklus haben Transportvorgänge allerdings in vielen Fällen (ausser bei den oben angedeuteten Ferntransporten) eine untergeordnete Bedeutung (Simon *et al.* 1994).

3.2.3 Ökobilanzen als Beurteilungskriterium bei der Vergabe von Produktelabels

Die Vergabe von Ökolabels auf Grundlage einer quantitativen Lebenszyklusbewertung erscheint sinnvoll aber zur Zeit noch schwer durchführbar.

Ökobilanzen können auch als Grundlage dienen um Kriterien für die Vergabe von Produktelabels zu erarbeiten. Vorschläge hierzu gibt es in verschiedenen Studien. Von Seiten der Europäischen Union gibt es das Bestreben, zur ökologischen Zertifizierung von Produkten einheitliche Richtlinien zu erarbeiten (Udo de Haes *et al.* 1997).¹¹ In einem Artikel untersuchen Udo de Haes *et al.* (1997b) die Möglichkeiten, die sich hierzu für Lebensmittelprodukte ergeben. Sie unterscheiden dabei zwei Ansätze der ökologischen Zertifizierung:

- Produktbezogene Betrachtung über den Lebensweg (Ökobilanz)
- Betriebsbezogene Zertifizierung unter Berücksichtigung aller internen Produktionsabläufe (Öko-Audit)¹²

Bisherige Ansätze zur ökologischen Zertifizierung verfolgen dabei oft eine Mischung verschiedener Ansätze. Sie betrachten meistens nur die landwirtschaftliche Produktion und blenden den weiteren Lebensweg aus. In der Regel wird ein Label dann vergeben, wenn bestimmte Vorgaben bei der landwirtschaftlichen Produktion eingehalten werden. Um ökologische Optimierungen zu erreichen, erscheint es aber sinnvoll alle Abschnitte des Lebenszyklus im Auge zu behalten.

In ihrem Artikel sehen Udo de Haes *et al.* (1997b) die Hauptsteuerungsmöglichkeiten im Bedürfnisfeld Ernährung beim Lebensmittelhandel, da dieser sowohl auf die Akteure der Vorkette als auch

¹⁰ “Zähes Bündner Fleisch” von Ch. Sauter im Tages-Anzeiger, Zürich, S. 7, 15.6.98.

¹¹ Auch van Ravenswaay und Blend untersuchen das Innovationspotential von Ökolabels
<<http://www.pmac.net/vaanra.htm>>.

¹² Weitere Informationen zu der Methodik des Öko-Audits gebe ich in Kapitel 3.3.2.

auf die KonsumentInnen Einflussmöglichkeiten hat. Für die Zertifizierung halten sie einen betriebsbezogenen Ansatz für geeigneter, da dies den beteiligten Unternehmen bessere Möglichkeiten zur Profilierung bietet. Ausserdem weisen sie auf die Schwierigkeiten eines produktbezogenen Ansatzes unter Erstellung von Ökobilanzen über den gesamten Lebenszyklus hin.

Zusammenfassend können folgende Argumente für bzw. gegen eine Lebenszyklusbetrachtung genannt werden:

- + Die relevanten Umweltbelastungen werden besser erfasst.
- + Quervergleiche zwischen verschiedenen Produkten werden möglich wenn die Umweltbelastung mit einem geeigneten Indikators quantifiziert wird.
- + Lebenszyklusbetrachtungen sind ein geeignetes Instrument zur ökologischen Optimierung auf Ebene der KonsumentIn.
- Es sind sehr viele Vereinfachungen auf den Vorstufen notwendig.
- Relevante betriebsinterne Unterschiede lassen sich kaum erfassen.

Folgende Gründe sprechen für bzw. gegen eine betriebsbezogene Zertifizierung:

- + Unterschiede auf Betriebsebene werden besser erfasst.
- + Quantitative und Qualitative Aussagen können nebeneinander stehen.
- + Attraktiver für die Produktionsstätten.
- + Einfacher für den Handel.
- Keine differenzierte Bewertung durch die VerbraucherInnen möglich.
- Es ist kein absoluter Vergleich zwischen den Umweltbelastungen verschiedener Produkte möglich, da nicht Messgrößen als Ergebnis erstellt werden.
- Keine kontinuierlichen Verbesserungen, da das Erreichen eines bestimmten Standards ausreicht.
- Transport nicht direkt berücksichtigt.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass es auch künftig schwierig sein wird, Labels für Lebensmittel auf Grundlage einer Ökobilanz zu verteilen. Bestehende Zertifizierungsansätze sollten jedoch dahingehend erweitert werden, dass Umweltfolgen verschiedener Verarbeitungsstufen gewichtet zu einander betrachtet werden. Auch zukünftig wird dies jedoch eher durch eine Zertifizierung der beteiligten Betriebe möglich sein.

3.2.4 Literaturübersicht Ökobilanzmethodik und Anwendungsbeispiele

Erklärung Untersucher Ausschnitt aus dem Lebenszyklus: WT: Wiege - Tor, WH: Wiege - Haushalt, TT: Tor zu Tor, WG: Wiege - Grab
 Verwendbarkeit der Sachbilanz für eigene Untersuchungen: (++) sehr gute Verwendbarkeit, (+) gute bzw. teilweise Verwendbarkeit, (+-) eingeschränkt, auschnitts-
 weise verwendbar, (-) kaum bzw. (-) gar nicht verwendbar. Verwendbarkeit unklar: (?)

Tab. 7 Liste von Studien zur Methodik von Ökobilanzen für landwirtschaftliche Produkte und Nahrungsmittel.

Produkte	Titel / Literaturverweis	Bemerkungen
Biomasse	Ökologische Bilanzierung der Energiebereitstellung - Methodenstudie dargestellt am Beispiel der Biomasseverfeuerung (Moerschner 1995)	Ausführliche Erarbeitung einer Methodik für Ökobilanzen.
Brot Räucherschinken	Life Cycle Screening of Food Products - Two Examples and some Methodological Proposals (Weidema <i>et al.</i> 1995)	Weiterentwicklung der LCA Methodik und Anwendung an zwei Beispielprodukten. Erläuterungen zum LCA Screening.
Fleisch	Ökobilanzen für die Konservenindustrie - Methodenteil zum Forschungsprojekt (IÖW 1992)	Beschreibung der Methodik zur Bilanzierung von Fleischprodukten. Teilweise nicht mehr ganz aktuell.
Grapefruit Karotten Tomaten	Weighted Average Source Points and Distances for Consumption Origin - Tools for Environmental Impact Assessment (Carlsson 1997)	Es werden zwei Methoden entwickelt, um den durchschnittlichen Herkunftsort und die durchschnittliche Entfernung zu diesem unter Zuhilfenahme der geographischen Ortskoordinaten zu berechnen. Die Transportdistanzen können als ein Hinweis für die ökologische Bewertung dienen. Ausserdem wird eine Betrachtung der zeitlichen Verschiebung dieses durchschnittlichen Herkunftsortes für Grapefruit aufgrund sich ändernder Importländer durchgeführt.
Landwirtschaft	Umweltverträgliche Pflanzenproduktion - Indikatoren, Bilanzierungsansätze und ihre Einbindung in Ökobilanzen (DBU 1997)	Verschiedene Beiträge, in denen Indikatoren zur Bewertung landwirtschaftlicher Produktion vorgeschlagen werden. Da die Vorschläge nicht nur aus dem Kreis der Ökobilanzierer kommen, vermittelt der Tagungsband einen guten Überblick über unterschiedliche Beurteilungsansätze. Vorgestellt werden u.a. folgende Indikatoren: Energiebilanz, Energieintensität, Humusbilanzierung, Bioindikatoren, Nährstoffbilanz, Kritische Umweltbelastung (KUL), Ökopunkte und verschiedene Ökobilanzbeispiele mit Bewertung.
Landwirtschaft Elektrizität (Bioenergie) Getreide Kartoffeln Milch (Fleisch) Winterweizen Zaaiuien (?) Zuckerrüben	Application of LCA to Agricultural Products <i>und</i> Toepassing van LCA voor agrarische Produkten (Wegener Sleeswijk <i>et al.</i> 1996, Wegener Sleeswijk <i>et al.</i> 1996b)	Ausführlich Einführung in die Methodik und Erstellung einer Richtlinie für die Ökobilanzierung in der Landwirtschaft. Untersuchung Cradle to Gate (Bauernhof). Hauptenergieinput für Milch ist das Futter. Wichtig ist die Allokation Fleisch - Milch. Elektrizitätsproduktion untersucht aus Stroh und Miscanthus. Verwendung des LCI (Ackerbau) scheint eher schwierig. Daten sind nicht sehr übersichtlich zusammengetragen (+-, WT). Daten für Milch können evtl. verwendet werden (+, WT). Kaum LCI Daten für Bioenergie Produktion (-, WT).

Produkte	Titel / Literaturverweis	Bemerkungen
Landwirtschaft	Critical Surface-Time 95 (Jolliet <i>et al.</i> 1997)	In diesem Arbeitspapier wird eine Methode zur differenzierteren Bewertung der Toxizität einer Reihe von organischen Stoffen, Pestiziden und Schwermetallen mit einer Modellierung des Umweltverhaltens vorgestellt. Auch für eine Reihe von Pestiziden wurde diese Methode angewendet. Insgesamt ergab sich dabei ein relativ hoher Beitrag für Humantoxizität über den Wirkungspfad Nahrungsaufnahme.
Landwirtschaft	A Life Cycle and Linear Programming Analysis of Food Production and Distribution (Clift <i>et al.</i> 1996)	Wissenschaftlicher Schlussbericht mit verschiedenen Einzelergebnissen aus dem Forschungsprojekt. Berechnung der Ökobilanzen, Impact Assessment for LCAs involving Agricultural Production, Gesamtbetrachtung für die Nahrungsmittelproduktion in Grossbritannien.
Margarine (verschiedene Sorten)	Development of a Methodology for the Environmental Life-Cycle Assessment of Products - with a case study on margarines (Guinée 1995)	Schwerpunkt auf methodischen Fragen, Ergebnisse der Bilanzbewertung werden vorgestellt, die Daten des LCI durften in der Studie nicht wiedergegeben werden.
Nahrungsmittel	Development of a Method for Product Life Cycle Assessment with special Reference to Food Products (Weidema 1993)	Zusammenfassung verschiedener Arbeiten zur Methodikentwicklung.
Nahrungsmittel	LCA: Approaches and bottlenecks when applied to agriculture, food and forestry (Udo de Haes n.d.)	Kurzes Papier zur Methodik.
Nahrungsmittel	Ökobilanzen von Nahrungsmitteln (Maillefer 1996b)	Kurzes Arbeitspapier zur Methodik.
Sojaöl	Ökobilanzen von Nahrungsmitteln (Stahel 1995)	Kurzfassung der Sojaöl Studie vgl. (Reusser 1994) mit Anmerkungen zur Methodik.
Weizen Sojaöl	LCA's on Food Products for Weak Point Analysis (Maillefer 1996a)	Schwachpunktanalyse für die Produktion von Nahrungsmitteln.
Weizenanbau	Ökobilanz landwirtschaftlicher Produktion: Wissenschaftlicher Schlussbericht (Büchel 1995)	Bericht zur Entwicklung der Methodik.
Weizenanbau	A Case Study of LCI by Allocation and System Extension: Straw (Clift <i>et al.</i> 1995)	Vergleich der Ergebnisse von Allokation bzw. Systemerweiterung für das Nebenprodukt Stroh bei der Weizenherstellung.
Weizenanbau	Life Cycle Assessment for Food Production Systems (Cowell <i>et al.</i> 1995)	Schöner Überblick zur Methodik und den speziellen Problemen von LCA für den landwirtschaftlichen Bereich.
Weizenanbau	Harmonisation of Environmental Life Cycle Assessment for Agriculture: A Case Study of Wheat Production (Cowell <i>et al.</i> 1996b)	Methodik und Schwierigkeiten, die bei einer parallel, in verschiedenen Ländern durchgeführten Untersuchung aufgetreten sind.
Weizenanbau	Harmonisation of Environmental LCA for Agriculture (Audsley <i>et al.</i> 1997)	Schlussbericht mit Erkenntnissen zu methodischen Fragen bei der Ökobilanzierung des Weizenbaus. Aufgezeigt werden Probleme und Lösungsmöglichkeiten in den Bereichen Allokation, Bewertung (Toxizität, Landnutzung), Ressourcennutzung (Verfügbarkeit zu einem späteren Zeitpunkt). Wichtige Erkenntnisse sind z.B. Relativ hohe Bedeutung der Infrastruktur, Unterschiede konventioneller - ökologischer Anbau, hohe Bedeutung nicht energieverbrauchsbedingter Treibhausgase (N ₂ O), für Humantoxizität kommt Pestiziden Schwermetallen die direkt mit dem Produkt aufgenommen werden die höchste Bedeutung zu.

Produkte	Titel / Literaturverweis	Bemerkungen
Weizenanbau Gemüse Vertrieb Bioessen Fleisch	Life Cycle Assessment of Food Products (Pedersen Weidema <i>et al.</i> 1993)	Konferenzbericht mit verschiedenen Beiträgen zur Methodik und Anwendung.

Tab. 8 Ökobilanzen für landwirtschaftliche Produktion und Nahrungsmittel (Erklärung siehe Tab. 7).

Produkte	Titel und Literaturverweis	Bemerkungen und Ergebnisse	Verwendbarkeit des LCI
Äpfel	Life-cycle-assessment of apple production in Sweden, New Zealand and France (Stadig 1998)	Untersuchung in der Äpfel, die aus verschiedenen Ländern nach Schweden importiert wurden, in einer LCA mit schwedischen Produkten verglichen werden. In der Energiebilanz waren die Transportvorgänge entscheidend, so dass trotz einer weniger energieintensiven Produktion in Neuseeland diese Produkte schlechter abschnitten. Die detaillierte Betrachtung der Pestizide, zeigt gravierende Unterschiede aufgrund des eingesetzten Pestizidtyps auf. Die Lagerung auch über einen längeren Zeitraum war nicht von besonderer Bedeutung.	(-, WH) Endbericht auf Schwedisch erhältlich.
Bier	Case Study "Feldschlösschen (Peter 1996)	Die Studie untersucht die Herstellung von Bier anhand eines Fallbeispiels mit allen zugehörigen vor und nachgelagerten Prozessen.	Ein Übersicht über alle beteiligten Prozesse und Emissionen wird gegeben. Es fehlen jedoch die Input-Größen und eine prozessbezogene Aufstellung. Die Weiterverwendung erscheint deshalb mühsam (+, WG). (Eventuell wg. Betriebsgeheimnis?).
Bohnen Soja	Ökobilanzierung von Nahrungsmitteln (Maillefer <i>et al.</i> 1996)	Untersuchung zu Sojaöl basiert auf (Reusser 1994). Für Bohnen wurden verschiedene Herstellungsvarianten untersucht. Weitere Untersuchungen sind für Getreide, Milchprodukte, Gemüse, Zucker, Kartoffeln und Fleisch geplant.	(+, WG).
Brot Räucherschinken	Life Cycle Screening of Food Products - Two Examples and some Methodological Proposals (Weidema <i>et al.</i> 1995)	In der Studie wird u.a. auch die Konsumphase im Haushalt mit betrachtet.	Viele Informationen zum gesamten Lebenszyklus werden wiedergegeben (++, WH).
Brot	Produkt-Ökobilanz des Pfister-Öko-Brot (Hopfsterei 1996), (Salzgeber <i>et al.</i> 1997)	Betriebsinterne Bilanz für ein Biobrot und teilweise Vergleich mit einem konventionell hergestellten Brot.	(++, WH).
Brot	Zwei Ökobilanzen von Brot (Arbeitstitel) (Probst 1997)	Diplomarbeit mit einem Vergleich des Konsums von Brot aus überregionaler bzw. aus regionaler Produktion.	?

Produkte	Titel und Literaturverweis	Bemerkungen und Ergebnisse	Verwendbarkeit des LCI
Chinaschilf Grünbrache Grünschnittroggen Hanf Kenaf Mais Raps Reinsaat Torf Wiese Winterweizen	Beurteilung nachwachsender Rohstoffe in der Schweiz in den Jahren 1993-1996 (Carbotech 1995, Wolfensberger <i>et al.</i> 1997)	Berücksichtigung von Vegetationszeiten und Fruchtfolgen. Beschreibung einer wirkungsorientierten Methode. Teilweise Darstellung der möglichen Fehler. Datenverarbeitung mit dem Computerprogramm EMIS. Vergleich verschiedener Anbausysteme z.B. konventionell, IP, Bio. Jedes System hat dabei Vor- und Nachteile.	(++, WT) Viele Informationen zu einzelnen Prozessschritten in der Schweiz. Ausführliche Dokumentation des LCI. Leider wird ein Teil der Daten aus Geheimhaltungsgründen nicht veröffentlicht. Grosse Menge an Zahlenmaterial, das etwas unübersichtlich wiedergegeben wird.
Detailhandel	Ökobilanz der Volg Konsumwaren AG (Volg 1994)	Ökobilanz des Detailhandels.	(+, TT, teilweise auch weitergehend z.B. Informationen zum Kundenverkehr).
Dünger	Düngemittel - Energie- und Stoffstrombilanzen (Patyk <i>et al.</i> 1997) vgl. hierzu auch: Energy and Material Flow Analysis of Fertiliser Production and Supply (Patyk <i>et al.</i> 1996)	Ausführliches Inventar für die Herstellung verschiedener Düngemittel für die Situation in Deutschland. Teilweise auch Daten zur Auswaschung bei der Anwendung. Auswertung verschiedener Ökobilanzen für Nahrungsmittel.	(++, WT).
Ernährung	Greenhouse gas emissions related to Dutch food consumption (Kramer <i>et al.</i> 1998a)	Erweiterung der Hybrid-Methode für nicht energiebedingte Treibhausgas Emissionen. Für eine Reihe pflanzlicher Produkte wurde die Emissionen von CO ₂ , CH ₄ und N ₂ O bestimmt. In der Untersuchung werden die Treibhausgasemissionen aufgrund des Nahrungskonsums in den Niederlanden bestimmt. Etwa 25% der GHG Äquivalente stammen von CH ₄ und N ₂ O. Fleischprodukte verursachen insbesondere CH ₄ Emissionen. Pflanzliche Produkte tragen zu N ₂ O Emissionen bei. Deutlich werden auch relevante Unterschiede zwischen verschiedenen Nahrungsmitteln.	(--, WT) Nur Daten zur Treibhausgasintensität einer Reihe von Nahrungsmitteln (bezogen auf NGL).
Huhn Rind Schwein	Developing a Methodology to Assess Environmental Effects of Consumption Patterns (Carlsson 1994)	Vergleich des Konsums verschiedener Sorten Fleisch in Tansania und Schweden bezogen auf den pro Kopf Verbrauch.	Einige Daten aus dem Produktionszyklus für Energieverbrauch und GHG Emissionen (+-, WT).
Joghurt Milch	Produktlinienanalyse eines Lebensmittels - Beispiel Joghurt aus ökologischer Erzeugung (Meier-Ploeger <i>et al.</i> 1996)	Vorschläge zur Optimierung des Lebenszyklusses für die untersuchten Betriebe z.B. Verpackungsmaterial und Energieerzeugung mittels Windkraft. Begleitende Untersuchung zu den gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Aspekten.	(+-, WH) Einige Daten zu Energie und Luftschadstoffen. Vollständige Dokumentation in (Fuchs 1993).
Kaffeefilter	Ökobilanz von verschiedenen Kaffeefilter-Systemen (Melitta 1996)	Keine Daten zum Anbau, nur Vergleich verschiedener Arten der Zubereitung. Eine Studie von Kraft Jacobs Suchard. Ursprünglich geplant war eine Produkt-Ökobilanz Röstkaffee: Lebensweganalyse, Schlussfolgerungen.	(+-, TH).

Produkte	Titel und Literaturverweis	Bemerkungen und Ergebnisse	Verwendbarkeit des LCI
Kartoffelkraut Kartoffeln	Life cycle analysis in agriculture: comparison of thermal, mechanical and chemical processes to destroy potato haulm (auch in Deutsch) (Jolliet 1993a)	Verschiedene Verfahren zur Kartoffelkrautbeseitigung. Aber auch einige Informationen zum Kartoffelanbau.	(+, TT) Energiebilanz für Kartoffelanbau evtl. weiter verwendbar.
Käse	Ökobilanz des Camembert (Bernhard <i>et al.</i> 1998)	Vergleich des Käsekonsums mit verschiedenen Szenarien. Biologisch - konventionell, in zwei Betrieben, industriell - traditionell mit viel Handarbeit, verschiedene Verpackungen und Transportdistanzen. Bei der Auswertung mit dem Eco-indicator 95 zeigt sich eine herausragende Bedeutung der Landwirtschaft. Das umweltbelastendste Szenario zeigt 2.5 fach höhere Umwelteinwirkungen als das günstigste. Es zeigte sich, dass eine Energiebilanz alleine zur Beurteilung ungeeignet ist. Die Produktion verbraucht etwa 3-5 mal mehr Energie als später als Nahrungsenergie zur Verfügung steht.	(++, WH).
Kenaf	Kenafanbau: Bilanz 1994 (Terbatec 1995)		(?)
Kochen	Environmentally friendly cookers and ovens (Schmidt <i>et al.</i> 1996a, Schmidt <i>et al.</i> 1996b)	Vergleich des Kochens mit Gas und Elektrizität in Dänemark. Interessante Ausführungen zur Bewertung der Gesundheitsfolgen beim Kochen. Wenig Daten des LCI.	(+, WG) Einige Daten sind im dänischen Bericht enthalten.
Kochen	Live-Cycle-Assessment for Stoves and Ovens (Jungbluth 1997c)	Erstellung eines Inventars für das Kochen mit Gas, Strom, Holz und Petroleum und Vergleich verschiedener Kochmöglichkeiten in der Schweiz. Beim Vergleich des Kochens mit Strom und Erdgas zeigt sich keine der beiden Möglichkeiten als die klar bessere. Kochen mit Holz kann eine Alternative zu den beiden sein, wenn die erzeugte Wärme auch zur Raumheizung genutzt wird.	(++, WG).
Kompostierung von Biomüll	Datenbank (umberto n.d.)	Beschreibung verschiedener Abfallbehandlungsanlagen im Anhang.	(--, TT).
Landwirtschaft	Extensivierung, Alternativkulturen oder GATT, Eine Methode zur Abschätzung der Umweltauswirkungen der Schweizer Landwirtschaft (Werner <i>et al.</i> 1994)	Diplomarbeit an der ETH Zürich, Abt. XB Umweltnaturwissenschaften.	Allgemeine Daten für die Landwirtschaft in der Schweiz. Hilfreich evtl. für grobe Abschätzungen. (+-, WT).
Landwirtschaft	Umweltinventar der landwirtschaftlichen Inputs im Pflanzenbau (Gaillard <i>et al.</i> 1997b)	Umweltinventar für eine Reihe von Prozessen, die in der Landwirtschaft relevant sind z.B. Düngerherstellung, Maschineneinsatz, etc.	Berechnete Inventardaten gerechnet mit inzwischen veraltetem Energieinventar für die Schweiz von 1994 (++, WT).

Produkte	Titel und Literaturverweis	Bemerkungen und Ergebnisse	Verwendbarkeit des LCI
Landwirtschaft	Total Greenhouse Gas Emissions related to Dutch Crop Production System (Kramer <i>et al.</i> 1998b)	Erweiterung der Hybrid-Methode für nicht energiebedingte Treibhausgas Emissionen. Für eine Reihe pflanzlicher Produkte wurde die Emissionen von CO ₂ , CH ₄ und N ₂ O bestimmt. Etwa die Hälfte der N ₂ O Emissionen entsteht bereits bei der Düngerherstellung und nicht bei der Ausbringung. Eine exportorientierte Produktion mit höherem Produktionsmitteleinsatz verursacht in der Untersuchung höhere Emissionen als eine eher auf den regionalen Markt ausgerichtete Produktion.	(+-, WT) Einzelne Informationen zu den Prozessschritten Düngerherstellung und Landwirtschaft.
Landwirtschaft	Méthodologie pour un Écobilan Global de L'Agriculture Suisse (Rossier 1995)	Impact Assessment mit drei verschiedenen Methoden. Als besonders bedeutend erweisen sich je nach Methode die Emissionen von Nitraten, NH ₃ , Phosphate, NO _x , N ₂ O, CH ₄ , NMVOC, HCL _{tot} .	Daten für Grobabschätzung für verschiedene Produkte, die in der Schweiz hergestellt werden, Energie, Luft, Wasser, SM, Dünger und Pestizide (+, WT).
Landwirtschaftliche Betriebe	Ecobilan - adaptation de la méthode écobilan pour la gestion environnementale de l'exploitation agricole (Rossier 1998)	Entwicklung einer Methodik zur Ökobilanzierung landwirtschaftlicher Betriebe zur Schwachstellenanalyse hinsichtlich der verursachten Umweltauswirkungen. Unterscheidung verschiedener Standorte, Produktionsweisen und Hauptprodukte. Vergleich pro ha und Nahrungsenergie.	(-, TT mit den nötigen Vorketten) Wenig Information zu den einzelnen Höfen.
Lebensmittelindustrie Apfelmus Bier Brie Cognac Grüne Erbsen Joghurt Karotten Käse Kekse Milch Mineralwasser Orangensaft Sauerkraut Schokolade Wein	Ecobilans dans les Industries Agro-Alimentaires (ECOBILAN n.d.)	LCA in einer Reihe von unterschiedlichen Lebensmittelbetrieben. Untersucht wurde die Weiterverarbeitung, der Transport, Verpackung und Vertrieb. Nicht untersucht wurde der vorhergehende landwirtschaftliche Anbau.	Keine LCI Daten wiedergegeben da diese auf Wunsch der Auftraggeber vertraulich sind (--, TT).
Mahlzeit	Erst der Bauch, dann der Kopf? Ökobilanz einer Mahlzeit (Hess 1997)	Zusammenfassung verschiedener Ökobilanzen und Auswertung für eine Mahlzeit.	(++, WG) Leider einige Fehler in der Berechnung und der Auswertung.
Maisstärke	LCA of corn starch - Summary Report (Ceuterick <i>et al.</i> 1995)	Ohne weitere Quellenangabe.	Evtl. interessant für Mais (?).

Produkte	Titel und Literaturverweis	Bemerkungen und Ergebnisse	Verwendbarkeit des LCI
Nachwachsende Energieträger	Nachwachsende Energieträger - Grundlagen, Verfahren, ökologische Bilanzierung (Kaltschmitt <i>et al.</i> 1997, Kaltschmitt <i>et al.</i> 1997b)	Studie im Auftrag der Bundesstiftung Umwelt in der der ökologische Gewinn (Verlust) durch die Verwendung von unterschiedlichen nachwachsenden Energieträgern untersucht wird. Detaillierte Betrachtung des Maschineneinsatzes für die Feldarbeit, allerdings ohne Berücksichtigung der Infrastruktur. Bilanzierung PSM. Weiterentwicklung der Methodik zur Bewertung der Biodiversität.	(++, WG) Umfangreiche Dokumentation der Bilanzierung.
Nahrungsmittel Äpfel Fleisch Fertiggerichte	Landwirtschaft und Ernährung (Simon <i>et al.</i> 1994)	Bilanzierung für Energie und einige Luftschadstoffe mit dem Programm GEMIS. Die Veröffentlichung enthält u.a. drei Fallstudien: - Versorgung mit Tafeläpfeln (Inland saisonal vs. Ausland asaisonal) - Menü mit fleischhaltiger vs. fleischloser Menükomponente - Gericht auf der Basis von Fertigkomponenten vs. Direktzubereitung von Frischprodukten.	(++, WG).
Nahrungsmittelherstellung Milchpulver Schwein Sojabohnenöl Zucker Kartoffelstärke	Towards an environmental infrastructure for the Dutch food Industry (Blonk <i>et al.</i> 1997)	Entwicklung einer Methode zur Datensammlung und Auswertung für die Lebensmittelindustrie unter Verwendung von Ökobilanzen.	(++, WT) in verschiedenen getrennt erhältlichen Anhängen werden die Datengrundlagen der Studie dargestellt.
Popcorn	Life Cycle Analysis of biodegradable packing materials compared with polystyrene chips: The case of popcorn (Jolliet <i>et al.</i> 1994)		(?).
Raps Rapeseed Methyl Ester (RME)	Comparative Life-Cycle Assessment of diesel and biodiesel (Spirinckx <i>et al.</i> 1996)	Anbau von Raps und Weiterverarbeitung zu RME. Gute Übersicht zu weiteren Biodiesel Studien.	(--, WT) keine LCI Daten.
Rind Milch	Livsløpsanalyse ved produksjon av Kjøtt og melk (Møller <i>et al.</i> 1997)	Im Bericht wird die kombinierte Milch/Fleischproduktion in einer Ökobilanz mit alleiniger Herstellung von Rindfleisch verglichen.	Zahlenmaterial aus dem LCI werden wiedergegeben. Leider alles auf Norwegisch. (+, WG).
Salix Tree Residues Dimethyl Ether	Life Cycle Assessment of Dimethyl Ether as a Motor Fuel (Furnander 1996)	Untersuchung aus Schweden zu Energieverbrauch und Luftemissionen.	LCI evtl. für Teilprozesse verwendbar (+, WT).
Schwein Protein Nahrung Fungus Yeast (Hefe)	Artificial Protein in Foods instead of Meat? The Answer by LCA (Van den Berg 1995)	Wichtigste Umweltindikatoren im Bereich aquatische Ökotoxikologie, Anwendung von Pestiziden, Dünger und Gülleentsorgung.	(--, WT) aber siehe Van den Berg <i>et al.</i> 1996.
Schwein Lamm	Livsløpsanalyse ved Kjøttproduksjon - en vurdering av svine- og lammekjøttproduksjon (Vold <i>et al.</i> 1995) , Life Cycle Assessment of Pork and Lamb Meat (Møller <i>et al.</i> 1996)	Im Bericht werden Schweine- und Lammfleisch in einer Ökobilanz verglichen. Detaillierte Angaben zum Produktionssystem und Allokationsregeln. Futterherstellung und Zucht sind am umweltbelastendsten.	Zahlenmaterial aus dem LCI werden wiedergegeben. Leider alles auf Norwegisch. (++, WT).

Produkte	Titel und Literaturverweis	Bemerkungen und Ergebnisse	Verwendbarkeit des LCI
Schwein Protein-Nahrung	Novel Protein Foods: Milieu-analyse van de voortbrengingsketen (Van den Berg <i>et al.</i> 1996)	Vergleich der ökologischen Folgen, wenn die Ernährung von Fleisch auf neue Proteinquellen umgestellt wird. Es wurden sieben verschiedene Varianten von biotechnologisch hergestellten Proteinquellen untersucht. Diese weisen im Vergleich zur bisherigen Proteinversorgung deutlich ökologische Vorteile auf und werden als Möglichkeit für eine nachhaltige Entwicklung gesehen.	(++, WT) alle für die NL gefundenen LCI Daten dokumentiert. Schwierig ist evtl. die Übernahme der Daten.
Schweineschinken	Grundlagen einer prozesskettenbezogenen Ökobilanz in der Fleischerzeugung (Geier <i>et al.</i> 1997)	Ökobilanz für die Prozesskette der Kochschinkenherstellung und Auswertung für die wichtigsten Umweltauswirkungen. Hauptverursacher ist die Landwirtschaft. Relativ hoher Anteil der Lüftung am Energieverbrauch neben der Futterproduktion. Untergeordnete Bedeutung haben Transporte.	(-, WG) Nur wenige Daten werden wiedergeben. Einige Infos zum Lebenszyklus.
Sojabohnen Sojaöl	Ökobilanz des Sojaöls (Reusser 1994)	Anbau von Sojabohnen in den USA und der CH und Weiterverarbeitung zu Sojaöl als Grundlage für eine ganze Reihe von Nahrungsmitteln. Interessanterweise wiegen die Vorteile des Anbaus in den USA die ökologischen Folgen durch den Import in etwa wieder auf.	(++, WT) gute Verwendbarkeit der im LCI gegebenen Daten für USA und CH.
Tomaten	Bilan écologique de la production de tomates en serre. Revue suisse (Jolliet 1993a)	Vergleich verschiedener Anbaumethoden (vor allem im Treibhaus) für Tomaten in der Schweiz.	(+, WT) Energie, Emission von Luftschadstoffen, Dünger.
Tomaten	Hors-sol Kulturen - eine ökologische Bilanz (Gysi <i>et al.</i> 1990)	Untersuchung des neuartigen Tomatenanbaus auf Steinwolle im Vergleich zu herkömmlichen Anbaumethoden.	(+, WT) nur einige wenige Zahlen zu den ökologischen Folgen.
Tomaten	Produktlinienanalyse der Tomate (Hanselmann <i>et al.</i> 1993)	Studentenarbeit an der ETH. Vergleich verschiedener Anbaumethoden.	(+, WG).
Tomatenketchup	Screening Life Cycle Inventory (LCI) of tomato ketchup - a case study (Andersson <i>et al.</i> 1996a)	Beschreibung der wichtigsten Schritte im Produktionssystem.	Einige wenige Angaben aus dem LCI sind wiedergegeben. Kleines, nach verschiedenen Schritten unterteiltes LCI für Luft- und Wasserschadstoffe (+, WT).
Vanillecornet (Zucker, Milch, Palmkernöl)	Methode einer ökologischen Grobanalyse - am Beispiel Vanillecornet-Herstellung und Verteilung (Bolliger <i>et al.</i> 1991)	Diplomarbeit an der ETH Zürich, Abt. XB Umweltnaturwissenschaften.	Das LCI wird für das Endprodukt und verschiedene Zwischenprodukte wiedergegeben (+, WT).
Verwertung von Küchenabfällen	Recycling of Organic Waste to Agriculture From an LCA Perspective (Dietrich <i>et al.</i> 1996)	Vergleich von konventionellem Futter und der Verwertung von Küchenabfällen.	LCI für Futter und Energieproduktion aus organischen Küchenabfällen (+, TT).
Weizen	Harmonisation of Environmental LCA for Agriculture (Audsley <i>et al.</i> 1997) (Cowell <i>et al.</i> 1996b)	Wichtige Erkenntnisse sind z.B. relativ hohe Bedeutung der Infrastruktur, Unterschiede konventioneller - ökologischer Anbau, hohe Bedeutung nicht energieverbrauchsbedingter Treibhausgase (N ₂ O), für Humantoxizität kommt Pestiziden und Schwermetallen, die direkt mit dem Produkt aufgenommen werden, die höchste Bedeutung zu.	(++, WT) viele Background-Daten zur Landwirtschaft, z.B. Dünger, Maschineneinsatz, Verteilung von Emissionen etc.

3.3 Weitere Methoden der ökologischen Beurteilung

Im folgenden werden nun weitere Methoden der ökologischen Beurteilung die im Bereich der Ernährung angewendet wurden, betrachtet. Dies sind die Bilanzierung des Energieverbrauchs über den Lebensweg, die Beurteilung der ökologischen Folgen eines Betriebes in einem Öko-Audit, die Addition aller ökologischen Folgen zu einem Ecological Footprint bzw. zu einer Masse und die Analyse der Material- und Stoffflüsse. Arbeiten hierzu werden am Schluss des Kapitels tabellarisch zusammengefasst.

3.3.1 Energiebilanzen für Nahrungsmittel

Als einfache Methode zur Abschätzung der ökologischen Relevanz bei der Betrachtung des gesamten Lebenszyklus kann eine Energiebilanz für Produkte herangezogen werden. Diese wird aufgrund einer Prozesskettenanalyse erhoben.

Viele Arbeiten haben in der Bilanz zunächst vor allem die Transportvorgänge im Blick (vor allem wohl aufgrund des einfachen Zugangs zu den benötigten Daten). Ausserdem gibt es eine Reihe von Beispielen, in denen Energiebilanzen für den gesamten bzw. einen Teil des Produktlebenszyklus erstellt wurden. Begründet wird die Bilanzierung des Energieaufwandes in der Regel damit, dass eine Reihe von Umweltbelastungen (insbesondere Treibhausgasemissionen und Verbrennungsgase) unmittelbar mit der Energieverwendung in Zusammenhang steht.¹³

Interessant ist die Methode der Energiebilanzierung auch dann, wenn es aufgrund des Arbeitsaufwandes nicht möglich ist detailliertere Ökobilanzen zu erstellen. In den Niederlanden wurde die Hybrid Analyse unter anderem auch für eine Reihe von Nahrungsmitteln angewendet um den Energieaufwand aufgrund des Verbrauchs im Haushalt zu bestimmen (Kok *et al.* 1993, Kramer *et al.* 1995). In einer vor kurzem abgeschlossenen Diplomarbeit wurden die Grunddaten zur Anwendung der Hybrid-Analyse in der Schweiz zusammengestellt. Diese Daten wurden in Excel Berechnungsblättern implementiert. Für einige Nahrungsmittel wurde eine Hybrid-Analyse durchgeführt und ausgewertet (Zaccheddu 1997). Eine Aufstellung verschiedener Energiebilanzen findet sich in Tab. 10.

Von Jungbluth (1998a) wurden die Daten einer Niederländischen Untersuchung auf die Schweiz übertragen und ausgewertet (Kramer *et al.* 1995). Der Energieverbrauch für verschiedene Nahrungsmittel wird auf Grundlage der auf die Schweiz umgerechneten Niederländischen Energieintensitäten und der Schweizer Verbrauchserhebung für 1990 (BfS 1992) bestimmt. Die Ergebnisse werden in Fig. 5 ausgewertet.

In der ersten Säule der Fig. 5 wird der Anteil verschiedener Produktgruppen am mengenmässigen pro-Kopf-Verbrauch gezeigt (vom BfS¹⁴). Die zweite Säule zeigt die Aufteilung der Ausgaben auf die verschiedenen Produktgruppen (BfS 1992). Zur Berechnung des Energieverbrauchs wurden die Ausgaben gemäss der Verbrauchserhebung mit den für die Schweiz (1990) von Jungbluth (1998a) errechneten Energieintensitäten multipliziert. Gemüse hat einen Anteil von 16% am Energieverbrauch für alle Nahrungsmittel. Für Fleisch und Fleischwaren beträgt dieser Wert 27%, für Fischwaren 3%. Für beide Produktgruppen ist ihr Anteil am Energieverbrauch höher als der Anteil an den Verbrauchsausgaben.

Interessant ist ein Vergleich mit den Anteilen der durch die jeweiligen Nahrungsmittelgruppen durch die KonsumentInnen aufgenommenen Nahrungsenergie.¹⁵ Hierzu wurden Angaben aus

¹³ In Kapitel 4.1 wird diskutiert, inwieweit Energiebilanzen eine geeignete Methode sind, um Lebensmittel unter ökologischen Gesichtspunkten zu beurteilen.

¹⁴ Angaben des Bundesamtes für Statistik zum Jahr 1995 auf <http://www.bfs.ch>.

¹⁵ Also die Energie, die mit der Nahrung aufgenommen wird und vom menschlichen Körper genutzt werden kann.

DGE (1994) genutzt, um die Nahrungsenergie verschiedener Produktgruppen zu bestimmen. Diese Angaben wurden mit den Angaben zum pro Kopf Verbrauch vom BfS (s.o.) verknüpft. Diese Aufteilung wird in der letzten Säule gezeigt. Deutlich wird die eher geringere Bedeutung der Produktgruppen Fleisch und Gemüse für die Versorgung mit Nahrungsenergie.¹⁶

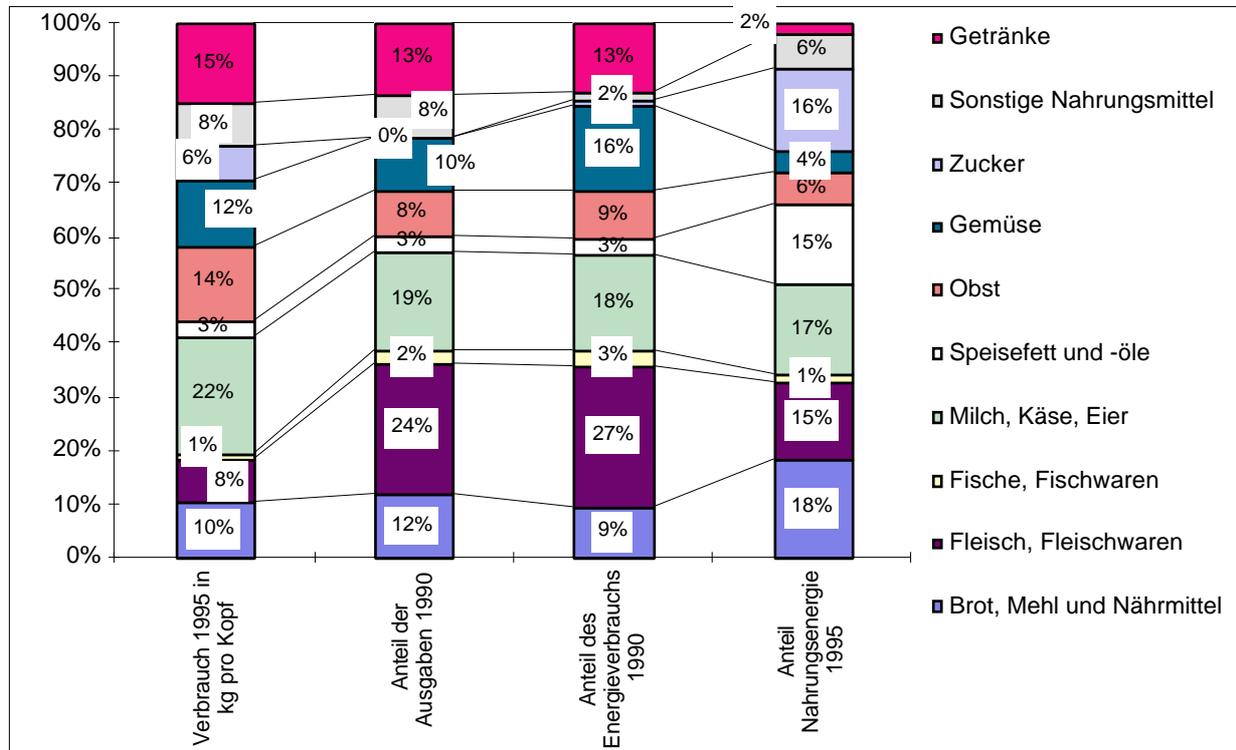


Fig. 5 Anteile des pro-Kopf Verbrauchs, der Ausgaben, des Energieverbrauchs und der Energieaufnahme durch verschiedene Nahrungsmittelgruppen am Gesamtverbrauch für Nahrungsmittel.

In Tab. 9 werden die berechneten Zahlenwerte dargestellt. Die SchweizerInnen nahmen im Durchschnitt pro Person etwa 4800 MJ als Energie mit der Nahrung auf. Zur Erzeugung dieser Lebensmittel wurden etwa 18600 MJ verschiedener Energieträger benötigt.

Im Durchschnitt wird 3.9 mal mehr Energie in der Produktion der Nahrungsmittel verwendet als hinterher mit der Nahrung aufgenommen wird. Für Fleisch bzw. Gemüse ergibt sich sogar ein 7 bzw. 15 fach höherer Energieverbrauch im Vergleich zur Nahrungsenergieaufnahme. Interessant ist hierbei, dass die Gemüseproduktion (nach den hier genutzten Datenquellen) sogar einen schlechteren Energiewirkungsgrad als die Produktion von Fleisch hat. In einem ähnlichen Vorgehen wurde dies auch in einer Untersuchung für Grossbritannien festgestellt (Coley *et al.* 1997). Begründet ist dies durch die höhere Nahrungsenergie des Fleisches aber auch durch die relativ hohe Energieintensität für Gemüseprodukte aufgrund des hohen Anteils der energieintensiven Gewächshausproduktion in den Niederlanden. (Beide Berechnungen basieren auf eine Erhebung aus den Niederlanden).

Coley *et al.* (1997) haben Daten zur Energieintensität mit den Verbrauchszahlen aus einer Stichprobe verknüpft. Interessant war die grosse Schwankungsbreite und Standardabweichung des durch den Nahrungsmittelkonsums verursachten Energieverbrauchs. Personen mit hohem Energieverbrauch benötigen bis zu drei bis vier mal mehr Energie als diejenigen mit niedrigem Energieverbrauch zu ihrer Versorgung.

¹⁶ Bei dieser Berechnung wurde der pro-Kopf-Verbrauch mit zwei unterschiedlichen Quellen aus unterschiedlichen Jahren abgeschätzt um Energieverbrauch bzw. Energieaufnahme zu berechnen. Deshalb stellen die folgenden Berechnung nur eine grobe Abschätzung dar.

In verschiedenen Publikationen (Niels Boeing, die tageszeitung, Berlin, 17.1.98 und Fred Pearce, New Scientist, 6.12.97) wurde aus dem Vergleich der Energieintensitäten der Schluss gezogen, dass VegetarierInnen einen höheren Energieverbrauch aufgrund ihrer Ernährungsweise verursachen als fleischiessende Personen. Richtig ist dies allerdings nur, wenn der fehlende Fleischkonsum wirklich durch Gemüse und nicht durch weniger energieintensive Produktgruppen wie Milch, Brot oder Obst ersetzt wird. Coley *et al.* (1997) konnten ein solches Verhalten nicht feststellen. Ausserdem ist im Falle der Schweiz noch zu überprüfen, inwieweit die Gemüseproduktion ähnlich energieintensiv ist wie die als Berechnungsgrundlage genutzte Produktion in den Niederlanden.

Zu hinterfragen ist, inwieweit der Energiegehalt der Produkte einen geeigneten Vergleichsmaßstab darstellt. In der Ernährungswissenschaft wird heute zumindestens für die Industrieländer davon ausgegangen, dass die ausreichende Versorgung mit Kalorien kein Problem darstellt bzw. sogar zuviel Energie mit der Nahrung aufgenommen wird. Die Qualität der Ernährung sollte daher eher durch andere Indikatoren z.B. Gehalt bestimmter Inhaltsstoffe verglichen werden. Hierzu hat sich allerdings noch kein allgemein akzeptiertes Verfahren im Gebiet der Ernährungswissenschaften durchgesetzt. VegetarierInnen ersetzen den Energiegehalt von Fleisch nicht nur mit Gemüse. Sie müssen mit einer Kombination verschiedener Produkte z.B. auch für die ausreichende Zufuhr von Eiweissen sorgen. Dies kann auch durch Milchprodukte erfolgen.¹⁷

Tab. 9 Verbrauch von Nahrungsmitteln, Energieaufnahme aufgrund des Konsums und Energieverbrauch aufgrund der Herstellung für verschiedene Produktgruppen.

Warengruppe	Verbrauch (kg/Person/Jahr)	Energiegehalt (MJ/kg)	Energieaufnahme (MJ/Person/Jahr)	Energieverbrauch (MJ/Person/Jahr)	Energiequotient (MJ _{Verbrauch} /MJ _{Aufnahme})
Brot, Mehl und Nahrungsmittel	74.8	11.70	875	1734	2.0
Fleisch, Fleischwaren	57.6	12.06	694	4983	7.2
Fische, Fischwaren	7.5	6.62	50	537	10.8
Milch, Käse, Eier	158.9	5.11	813	3337	4.1
Speisefett und -öle	22.0	32.87	723	607	0.8
Obst	99.2	2.74	272	1601	5.9
Gemüse	89.1	2.21	197	3033	15.4
Zucker	46.8	16.00	749	111	0.1
Sonstige Nahrungsmittel	57.8	5.07	293	289	1.0
Getränke	108.5	0.97	105	2444	23.3
Nahrungsmittel und Getränke	722.2	9.53	4770	18676	3.9

3.3.2 Öko-Audit

Im Öko-Audit wird in ein einziges Unternehmen untersucht, um hieraus Hinweise für die Verringerung von Umweltbelastungen auf Betriebsebene zu gewinnen.

Die Untersuchung entspricht in etwa einer Ökobilanz von Tor zu Tor (siehe z.B. Landbrot 1995) Weitere Beispiele werden in Tab. 10 ab Seite 43 aufgeführt). Im Öko-Audit werden alle direkt umweltrelevanten Aktivitäten des Unternehmens dokumentiert. Ausserdem werden Handlungsvorschläge zur Verringerung der Umweltbelastungen gemacht und hierfür Vorgehensweisen festgelegt. Nicht betrachtet werden dabei vor- bzw. nachgelagerte Einwirkungen auf die Umwelt. Ausgeblendet werden dabei oft auch die aufgrund der Betriebstätigkeit induzierten Transporte. Die erhobenen Daten sagen nichts über die Umweltbelastungen durch einzelne Produkte aus dem Unternehmen aus. Öko-Audits können jedoch unter Umständen als Grundlage für die Erstellung einer Ökobilanz herangezogen werden. Eine Einführung in Praxis und Perspektiven des Agrar-Öko-Audits geben Spindler *et al.* (1998).

¹⁷ Mündliche Auskunft von Kurt Hofer, Geographisches Inst. der Uni Bern am 20.2.98.

Vom Deutschen Industrie und Handelstag ist ¹⁸ ein aktuelles Standortregister der Unternehmen die Öko-Audits erstellt haben, erhältlich. Die Nummer der "Art der Tätigkeit am Standort (NACE)" für Unternehmen aus der Lebensmittelbranche beginnt in der Regel mit den Kennziffern 15.xx. Diese Standorte werden in Tab. 13 des Anhangs auf Seite 64 wiedergegeben.

3.3.3 Ecological Footprint

Mit dem Ecological Footprint werden Umweltbelastungen zu einem theoretischen Flächenverbrauch zusammengefasst.

Die Methode, Umweltbelastungen in Form eines theoretisch verursachten Flächenverbrauchs zusammenzufassen, wurde von Wackernagel *et al.* (1996) entwickelt. Die Berechnung und die Aussagekraft des Ecological Footprint (EF) bzw. des ökologischen Fussabdrucks wurde an Hand von unterschiedlichen Beispielen erläutert. Umweltbelastungen werden in eine durch sie beanspruchte Fläche umgerechnet. Für emittiertes CO₂ wird z.B. bei der Umrechnung berücksichtigt, wieviel Fläche theoretisch notwendig ist, um dieses CO₂ in Biomasse zu binden. Der EF wird benutzt um deutlich zu machen, wie wichtig es ist, unsere Lebensweise zu verändern, und um zu zeigen, dass Veränderungen vor allem in Industrieländern notwendig sind. Stärkstes Argument hierfür ist, dass der heutige EF der Menschheit grösser ist als die Fläche die uns auf der Erde zur Verfügung steht. Ähnliches ergibt sich bei der Betrachtung verschiedener Industrieländer. Hieraus wird die Forderung abgeleitet, den Lebensstil so zu gestalten, dass nur die lokal verfügbare Fläche in Anspruch genommen wird.

In die Berechnung fliessen vor allem der Verbrauch an fossilen Energieträgern und der direkte Landverbrauch ein. Viele andere Indikatoren für Umweltbelastungen werden durch den EF nicht abgebildet. So verursachen AKW's z.B. nur einen relativ kleinen EF durch den direkten Landverbrauch. Auf die Einschränkungen in der Aussagekraft wird im Verlauf der Auswertung leider nicht mehr hingewiesen. Positiv ist die gute grafische Aufbereitung der Aussagen und die beständigen Hinweise darauf den Lebensstil in Industrieländern zu verändern. Das Buch stellt somit einen guten Beitrag dar, Überzeugungsarbeit in diesem Bereich zu leisten. Fraglich ist, wieweit der EF ein nützliches Instrument ist, wenn es um die detaillierte Betrachtung und Abwägung von Umweltbelastungen einzelner Produkte geht.

3.3.4 Stoff- und Materialflussanalysen

Die Stoffflussanalyse (SFA) ist ein Teilgebiet der Materialflussanalyse (MFA). Beides sind objektorientierte Methoden der Umweltanalyse. Im Gegensatz hierzu stehen funktionsorientierte Methoden (wie z.B. die Ökobilanz). Beide Methodengruppen zusammen werden als Chain Management Tools bezeichnet. MFA und SFA können für unterschiedliche Bilanzräume z.B. Land, Region, Wirtschaftsbranchen, Betriebe, Haushalt durchgeführt werden. In der MFA werden unterschiedliche Probleme betrachtet, diese können stoffbezogen oder objektbezogen sein. Nicht betrachtet werden in der Regel die indirekten Umwelteinflüsse ausserhalb des Bilanzraumes. Bilanziert werden Material- bzw. Stoffströme, die in und aus dem Bilanzraum fliessen. Materialflussanalysen stehen in engerer Verbindung zu wirtschaftswissenschaftlichen Methoden als zu anderen sozialwissenschaftlichen Ansätzen, da eine gemeinsame Datengrundlage genutzt wird.

Ein interessantes Anwendungsbeispiel für Haushalte ist die Studie von Baccini *et al.* (1993). Aufgrund der dortigen Auswertung sind auch einige Rückschlüsse zur Bedeutung der Aktivität Ernähren für die gesamte ökologische Bilanz eines Haushalts möglich. Beispiele für MFA werden in Tab. 10 (ab Seite 43) gegeben.

¹⁸ <http://www.diht.de/>.

3.3.5 Materialintensität pro Serviceeinheit

Für die Berechnung der Materialintensität pro Serviceeinheit (MIPS) werden unterschiedliche Materialflüsse, aus dem Lebenszyklus über die Masse addiert. Diese Methode wurde am Wuppertal Institut entwickelt (Schmidt-Bleek *et. al.* 1996). Sie verdeutlicht auf anschauliche Weise, die mit unterschiedlichen Produkten und Dienstleistungen verknüpften Intensität von Massenbewegungen. Da Materialien mit sehr unterschiedlicher Bedeutung für Mensch und Umwelt addiert werden, eignet sich die Methode aber nicht zum Vergleich der ökologischen Auswirkungen von Produkten. Anwendungsbeispiele für Nahrungsmittel bzw. landwirtschaftliche Produkte waren uns nicht bekannt.

3.3.6 Literaturübersicht weiterer methodischer Ansätze

Tab. 10 Anwendungsbeispiele von Energiebilanzen, Stoffflussanalysen, Öko-Audits und anderer methodischer Ansätze für landwirtschaftliche Produktion, Nahrungsmittel und die Aktivität Ernährung (Erklärung siehe Tab. 7).

Produkte	Titel, Literaturverweis	Bemerkungen	Verwendbarkeit des LCI
Aktivität Ernähren	METAPOLIS - Güterumsatz und Stoffwechselprozesse in den Privathaushalten einer Stadt (Baccini <i>et al.</i> 1993)	Die Arbeit untersucht die Stoffflüsse der chemischen Elemente C, P, S, Cl, Al, Fe, CU und Zn sowie Masse, Wasser und Luft durch die Privathaushalte anhand des Beispiels St. Gallen. Die Stoffflüsse werden für verschiedene Aktivitäten, u.a. Ernähren zusammengefasst. Der Anteil der Ernährung am gesamten P Fluss beträgt ca. 80%. Weitere Flüsse mit einem relativ hohen Anteil sind Cl und S. Insgesamt lassen sich aus der Analyse viele interessante Aspekte ableiten, wenngleich diese nicht direkt im Sinne des Umweltschutzes umzusetzen sind.	Im Anhangsband viele Daten zum Haushaltskonsum etc. Keine Ökobilanzdaten (+-, TT).
Äpfel Bohnen Lammfleisch Mineralwasser Orangensaft Poulet-Brüstchen Spargel Tomaten	Grobabschätzung des Energieaufwandes für die Bereitstellung von ausgewählten Getränken und Nahrungsmitteln (Zamboni 1994)	Energie- und CO ₂ Bilanz, Produkte werden noch in verschiedene Varianten unterschieden.	Erweiterung für die Energiedaten evtl. mit ECOINVENT möglich. Inventar gut dokumentiert. (+-, WT).
Backen Dessert Müsli Honig Pizza Fisch	Umweltbewusst aus Überzeugung (Oetker 1996)	Umweltbericht.	(+-, TT).
Bauernhof Gras, Heu Kartoffeln Mais Milch Raps Rüben Tierproduktion (Kuh) Weizen	Energiebilanz eines Bauernhofs (Zehnder 1993)	Arbeit enthält viele Informationen zum Energieverbrauch auf einem Bauernhof. Keine Daten zu weiteren Umweltaspekten.	Viele Daten zu einzelnen Produkten und Maschinen. Diese müssten aber noch weiter zusammengefasst werden (+, TT).
Bauernhof	Energieleitbild Landwirtschaft oder Energiebilanz Bauernhof (Federspiel 1992)	Energiebilanz für verschiedene Produkte am Beispiel eines Bauernhofs.	Grundlage für eine Abschätzung von einzelnen Produkten. Nicht repräsentativ (+-, TT).

Produkte	Titel, Literaturverweis	Bemerkungen	Verwendbarkeit des LCI
Bauernhof	Das Projekt "Energiebilanz eines Bauernhofes (Fannenböck 1994)	Energiebilanz.	(?, TT).
Bier	Öko-Controlling Bericht 1994 + 95 (Lammsbräu 1995)	Öko-Audit einer Brauerei.	Energiebilanz und einige Betriebsstoffe (+, TT).
Bier	Umweltbilanz 1995 (Brau AG 1995)	Öko-Audit einer Brauerei.	Energiebilanz und einige Betriebsstoffe (+, TT).
Bier	Umwelterklärung der Meckatzer Löwenbräu (Löwenbräu 1996)	Öko-Audit einer Brauerei.	Energiebilanz und einige Betriebsstoffe (+, TT).
Biomasse	Biomass Flows in Austria: Integrating Concepts of Societal Metabolism and Colonisation of Nature (Haberl 1997)	Materialflussanalyse für Biomasse in Österreich, um den Anteil am Gesamtfluss zu bestimmen.	Nur Auswertung, keine Daten (-).
Biomasse	Regionale Bewirtschaftung von Biomasse - Eine stoffliche und energetische Beurteilung der Nutzung von Agrarflächen mit Energiepflanzen (Müller <i>et al.</i> 1995)	In einer Stoffflussanalyse wurde der Anbau und die Nutzung von Biomasse für eine typische Schweizer Mittellandregion quantifiziert.	Einige interessante Daten für die Landwirtschaft werden wiedergegeben. Keine Ökobilanzdaten (+).
Brot	Umwelterklärung (Hopffisterei 1995)	Öko-Audit einer Biobäckerei.	Energiebilanz und einige Betriebsstoffe (+, TT).
Brot	Endbericht Öko-Audit Modellprojekt Märkisches Landbrot GmbH (Landbrot 1995)	Öko-Audit für eine Bäckerei.	(+, TT) Energiebilanz für Brot.
Fisch	Im Vorfeld einer Ökobilanzierung des Fisch-Konsums in der Schweiz. Die Umweltverträglichkeit der Norwegischen Lachsfischzucht (Leupold 1998)	Datenmaterial zur Ökobilanzierung von in der Schweiz gezüchteten Fischarten und Vergleich mit Norwegischem Zuchtlachs. Bisher noch nicht zu einer Ökobilanz zusammengefasst.	(+, WG) Könnte als Grundlage für eine Ökobilanzierung dienen.
Fleischwaren Wurstprodukte	Umwelt - Bericht und Erklärung 95/96 (Kaiser's 1996)	Öko-Audit eines fleischverarbeitenden Betriebes.	(+, TT).
Gastgewerbe	Vergleich von Materialflüssen, Energie- und Wasserverbrauch eines McDonald's-Restaurants mit konventionellen Restaurationsbetrieben (McDonald's 1991)	Relativ oberflächliche Ökobilanz für ein McDonald's Restaurant im Vergleich zu konventioneller Gastronomie in dem dieses aufgrund willkürlich gewählter Systemgrenzen erstaunlich gut abschneidet.	(-, TT).
Gastgewerbe	Ökologische Grobanalyse zur Volksinitiative "Für ein abfallarmes Gastgewerbe" (Infras 1991)	Reaktion auf die Studie von McDonald's. Vorbereitung der gesetzlichen Grundlagen, um die Verpackungsflut aus dem Gastgewerbe einzuschränken.	(+, ?).
Gemüseanbau	Bewertung des Produktionsmitteleinsatzes im Gemüsebau - eine ökologische Buchhaltung (Gysi <i>et al.</i> 1993)	Entwicklung einer eigenen Methode.	(+) Einige Daten zum Einsatz von Produktionsmitteln (Input). Keine Output Daten.
Gemüseverarbeitung Sauerkonserven (Gurken, Weisskohl, Rotkohl, Rote Bete) Essig Senf	Umwelterklärung (Kühne 1996, Kühne 1997)	Öko-Audit eines Gemüseverarbeitenden Betriebes.	(+, TT).

Produkte	Titel, Literaturverweis	Bemerkungen	Verwendbarkeit des LCI
Joghurt	Transport - Beziehungen eines Erdbeer Joghurts (fairkehr 1992)	Oft zitierte Untersuchung des Wuppertal-Instituts zu den Transporten, die aufgrund des Konsums von einem Joghurt notwendig sind.	(-, WG).
Karotten Tomaten	Food and the Environment - Implications of Swedish Consumption Patterns (Carlsson-Kanyama 1997)	Zusammenfassung von drei früheren Veröffentlichungen (Carlsson 1995, Carlsson 1997). <ul style="list-style-type: none"> • Trends des Nahrungsmittelkonsums in Schweden. • Methode zur Berechnung durchschnittlicher Transportentfernungen. • Auswertung der Treibhausgasemissionen aufgrund des Konsums von Tomaten und Karotten. 	(+, WG) evtl. einige Daten aus dem Beispiel zum Gemüseverzehr.
Kartoffelprodukte	Umwelterklärung 1996 (Helmer 1996)	Öko-Audit eines gemüseverarbeitenden Betriebes. Herstellung von Kartoffelprodukten für Grossabnehmer.	(+, TT) Einige Daten zur Produktion
Käse	System "Weichkäseproduktion" (Zuberbühler 1993)	Untersuchung der Stoffflüsse von C, N und P sowie Energie für die Weichkäseproduktion.	(+, TT) Einige Daten zu In- und Outputs der Käseherstellung. Energieinhalt der Produktströme.
Landwirtschaft Tierhaltung, Biogasanlage, Fleischverarbeitung Milch & Eierverarbeitung	Alternative Energieversorgung eines Landwirtschaftsbetriebes - Auswirkungen auf den Stoffhaushalt (Heierle <i>et al.</i> 1992)	Untersuchung der Stoffflüsse von C, N und P sowie Energie für einen Landwirtschaftsbetrieb.	(+, TT) Einige Daten zu In- und Outputs (Tierhaltung, Biogasanlage, Fleischverarbeitung und Milch & Eierverarbeitung. Energieinhalt der Produktströme.
Landwirtschaft Methodik Öko-Audit	Agrar-Öko-Audit : Praxis und Perspektiven einer umweltorientierten Land- und Forstwirtschaft (Spindler <i>et al.</i> 1998)	Einführung in die Methodik des Agrar-Öko-Audits.	(-, TT).
Landwirtschaft	Alternative Energieversorgung eines Landwirtschaftsbetriebes - Auswirkungen auf den Stoffhaushalt (Sulser 1993)	Untersuchung der Stoffflüsse von C, N sowie Energie für einen Landwirtschaftsbetrieb.	(+, TT) Einige Daten zu In- und Outputs. Energieinhalt der Produktströme.
Landwirtschaft	Assessing long-term impacts of increased crop productivity on atmospheric CO ₂ (Cavazzoni <i>et al.</i> 1996)	In dem Artikel werden indirekte und direkte Emissionen aus der Landwirtschaft bilanziert. Die Neugewinnung von Ackerland ist mit erheblichen CO ₂ Emissionen verbunden. Als globale Strategie wird deshalb eine möglichst intensive Landwirtschaft auf den vorhandenen Ackerflächen zur Minimierung der CO ₂ Emissionen vorgeschlagen. Die verstärkten Emissionen aufgrund des zusätzlichen Energiebedarfs sind in dieser Abschätzung berücksichtigt.	(+, WT) einige Informationen zu verschiedenen CO ₂ Quellen in der Landwirtschaft.
Landwirtschaft	Energy Production on Farms - Sustainability of Energy Crops (van Zeijts 1995)	Emissionsfaktoren für Klimagase aus der Landwirtschaft.	(+, TT)

Produkte	Titel, Literaturverweis	Bemerkungen	Verwendbarkeit des LCI
Landwirtschaft	Water Resources: Agriculture, the Environment, and Society (Pimentel et al. 1997)	Etwa 87% des Frischwasserverbrauchs der USA geht in die Landwirtschaft. Der Verbrauch pro kg beträgt z.B. für Kartoffeln 500 Liter Weizen 900 Liter Sorgum 1110 Liter Mais 1400 Liter Reis 1912 Liter Soja 2000 Liter Poulet 3500 Liter Rind 1000000 Liter. Der Wasserverbrauch spielt aufgrund des Aufwandes für Pumpen auch für den Energieverbrauch eine wichtige Rolle.	(-, WT) Nur Daten zum Wasserverbrauch für einige Nahrungsmittel.
Landwirtschaft Konventionell - Organisch	Vergleich Konventioneller und Organischer Landbau - Teil 1: Klimarelevante Kohlendioxid-Emission durch den Verbrauch fossiler Energie (Haas et al. 1994, Haas et al. 1995a, Haas et al. 1995b)	Vergleich des Energieverbrauchs pro Hektar für organischen und konventionellen Landbau. Infrastruktur wurde nicht vollständig erfasst. Vergleich der CO ₂ Emissionen für eine Reihe Landwirtschaftlicher Produkte. In der Studie wird als Strategie zur Verminderung der CO ₂ Emissionen vorgeschlagen, verstärkt organischen Landbau zu betreiben. Voraussetzung hierfür ist allerdings eine Umstellung der Ernährungsgewohnheiten mit einer Reduktion des Fleischkonsums.	Die Daten des LCI werden zum Teil wiedergegeben (+). Aus einer persönlichen Mitteilung können die Berechnungsgrundlagen entnommen werden.
Landwirtschaft Konventionell - Organisch - dynamisch Kartoffeln Rote Bete Kleegrass Weizen Gerste	Energiebilanzen für verschiedene Kulturen bei biologischer und konventioneller Bewirtschaftung (Alföldi et al. 1995) (Alföldi et al. 1997)	Vergleich des Energieverbrauchs pro Hektar und pro Ertrag für organisch-biologisch, biologisch-dynamischen und konventionellen Landbau. Infrastruktur wurde nicht vollständig erfasst.. Beim Vergleich pro Hektar schneidet der biologisch-dynamische bzw. der organisch-biologisch Anbau in allen Fällen besser ab. Durch den geringeren Ertrag gilt dieses Ergebnis ausser für Kartoffeln nicht mehr beim Vergleich pro kg.	Die Daten des LCI werden nur zum kleinen Teil wiedergegeben (+, WT).
Landwirtschaft gesamt	Farming for the Future - An Environmental Perspective (Cowell et al. 1996a)	Vergleich der Umweltfolgen durch Ernährung in Grossbritannien wie sie heute entstehen mit einem Szenario in dem der gesamte Nahrungsmittelbedarf durch in Grossbritannien produzierte Nahrungsmittel gedeckt wird. Anwendung der Methoden Ecological Footprint bzw. Food Miles (kumulierte Transportentfernung) zum Vergleich.	Einige Informationen zu Landverbrauch und Transportkilometern (-, WG).
Mahlzeit	Energieverbruik voor buitenshuis geconsumeerde maaltijden (Oudshoff 1996)	Energiebilanz für verschiedene ausser Haus eingenommene Mahlzeiten.	Nur Energiebilanz (+, WG).
Mahlzeit	Energieverbruik voor thuis-geconsumeerde maaltijden (de Witte 1996)	Energiebilanz für verschiedene im Haushalt zubereitete Mahlzeiten.	Nur Energiebilanz (+, WG).
Mineralwasser	Umweltbericht - Fortschreibung - aus betrieblicher Ökobilanz für das Geschäftsjahr 1994/95 (Petrusquelle 1996)	Öko-Audit eines Getränkeherstellers.	Energiebilanz und einige Betriebsstoffe (+, TT).

Produkte	Titel, Literaturverweis	Bemerkungen	Verwendbarkeit des LCI
Nahrungsmittel	Energy intensities of food (Kok <i>et al.</i> 1993) Energie voedt: nadere analyses van het indirecte energieverbruik van voeding (Kramer <i>et al.</i> 1995)	Untersuchung zum Energieverbrauch von Nahrungsmitteln für ein breite Palette von Produkten mit Hilfe der Hybrid-Analyse (van Engelenburg <i>et al.</i> 1994).	Daten zum kumulierten Energieaufwand für Nahrungsmittel in den Niederlanden, nur grobe Abschätzung des Energieaufwands (+), WG.
Nahrungsmittel	The Embodied Energy of Food: The Role of Diet (Coley <i>et al.</i> 1997)	Aufbauend auf der Untersuchung von (Kramer <i>et al.</i> 1995) wird der Energieverbrauch im Verhältnis zum Energiegehalt verschiedener Nahrungsmittel ausgewertet. Ausserdem wird der Energieverbrauch durch verschiedene Ernährungsstile diskutiert. Es zeigt sich eine gross Streubreite des Energieverbrauchs. Abhängigkeiten zu klar erkennbaren Ernährungsstilen (z.B. vegetarisch) konnten nicht identifiziert werden.	(-, WG) Es wird die Umrechnung der Niederländischen Energieintensität auf Grossbritannien erklärt.
Nahrungsmittel	Haben Sie schon einmal Kilometer gegessen? (prüf mit 1994)	Broschüre, die die Ergebnisse der Studie von (Zamboni 1994) darstellt.	siehe (Zamboni 1994).
Nahrungsmittel Fleisch Brot	Bestimmung des Energieverbrauchs für die Schweizer Konsummuster - Anwendung und Anpassung einer holländischen Hybridmethode auf Schweizer Verhältnisse (Zaccheddu 1997)	Bestimmung des kumulierten Energieaufwands für einige Nahrungsmittel in der Schweiz und Auswertung mit der Schweizer Verbrauchserhebung.	Einige Daten zum Energieaufwand (+, WG).
Nahrungsmittelherstellung	Lebensmitteltechnologie - biotechnologische, chemische, mechanische und thermische Verfahren der Lebensmittelverarbeitung (Heiss 1996)	Viele technische Informationen zur Lebensmittelverarbeitung und vor allem zum Energieverbrauch.	(+, TT).
Rapsfruchtfolge Winterweizen Wintergerste Winterroggen	Abbildung energetischer Effekte beim Vergleich von Ackerbausystemen mit geringen Intensitätsunterschieden (Moerschner <i>et al.</i> 1997)	Energiebilanz zum Vergleich verschiedener Anbausysteme. Folgende Verbrauchsgruppen sind in abnehmender Wichtigkeit für den Energieinput verantwortlich: Düngemittel, Treibstoff, Sonst. direkte Energie, Geräte, Pflanzenschutzmittel und Saatgut. Den geringsten Energieinput pro Ertrag hat das Szenario <i>Integriert</i> , gefolgt von <i>Extensiv</i> , <i>Reduziert</i> und <i>Ordnungsgemäss</i> (konventionell).	(-, WT) Energiebilanz mit einigen Aussagen zu den getroffenen Annahmen.
Tomaten	Our Ecological Footprint - Reducing Human Impact on the Earth (Wackernagel <i>et al.</i> 1996)	Untersuchung des Anbaus von Tomaten in einer kanadischen Region.	(-, WT).
Wein	Ökobilanzierung der Transporte von Importweinen (Dinkel <i>et al.</i> 1997)	Bilanzierung und Auswertung der Transporte für Wein (aus biologischem Anbau) aus Kalifornien und Süditalien. Eine ähnliche Untersuchung mit einer Energiebilanz wurde auch in <i>Konsum & Umwelt 2/97</i> veröffentlicht.	(+, WT) für die Transportentfernungen und angenommene Module.
Weizen Zuckerrüben	Energiebilanz (Küsters 1998)	Energiebilanzen insbesondere für die Düngerverwendung auf ausgewählten Versuchsfeldern. Untersuchungen zu dem Ammoniakverlusten unterschiedlicher Mineraldünger.	(+, WT).

4 Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Im folgenden werden die wichtigsten Ergebnisse für die Weiterarbeit im Forschungsprojekt “Energy, Greenhouse Gases and Way of Living” zusammengetragen. Hierzu wird zunächst die Auswahl geeigneter Indikatoren zur ökologischen Beurteilung des Bedürfnisfeldes Ernährung untersucht und aufgezeigt, dass Energieverbrauch oder Treibhausgasemissionen nur bedingt hierzu geeignet sind. Ausserdem wird auf die Möglichkeiten und Grenzen der Methode Ökobilanz für eine ökologische Beurteilung des Nahrungsmittelkonsums eingegangen und Vorschläge für die Weiterentwicklung dieser Methode gegeben. Durch die Auswertung einer Reihe von Studien ergänzt durch eigene Untersuchungen können wichtige Erkenntnisse zu einer ökologischen Ausrichtung des Nahrungsmittelkonsums gewonnen werden. Abschliessend werden diese Handlungshinweise zur ökologischen Entwicklung des Bedürfnisfeldes Ernährung diskutiert. Diese können als Grundlage zur weiteren Arbeit im Forschungsprojekt und im IP Gesellschaft dienen.

4.1 Energy, Greenhouse Gases and Way of Living

Energie bzw. Treibhausgasemissionen reichen zur Beurteilung der Umweltfolgen landwirtschaftlicher Produkte nicht aus.

Ziel des Forschungsprojektes “Energy, Greenhouse Gases and Way of Living” ist die ökologische Beurteilung unterschiedlicher Verhaltens- bzw. Konsummuster, um hierdurch Handlungsstrategien für eine nachhaltige Entwicklung abzuleiten. Untersuchungen dieser Art greifen oftmals auf Energie als einfach zu bilanzierenden Leitindikator zurück. Die Begründung für die Auswahl des Energieverbrauchs (inkl. der aufgrund von Vorleistungen zu erbringenden Grauen Energie) ist die Tatsache, dass viele Umweltfolgen unmittelbar mit dem Energieverbrauch in Verbindung stehen (z.B. Abgase, Treibhauseffekt durch CO₂ Emissionen, etc.). Eine Ausweitung dieser Sichtweise ist der Einbezug von Treibhausgasemissionen aufgrund der Verbrennung fossiler Energieträger in die Bilanzierung. Durch die Betrachtung der generellen Umweltprobleme der Landwirtschaft in Kapitel 3.1 wurde allerdings deutlich dass bei dieser Betrachtungsweise andere Probleme als Energie und Treibhausgase im Vordergrund stehen.

Im folgenden soll untersucht werden inwieweit die Untersuchung von Energieverbrauch bzw. Treibhausgasen für das Bedürfnisfeld Ernährung zu einer befriedigenden, d.h. zu einer ökologische Aspekte angemessen betrachtenden Sichtweise führt. Hierzu wurden die Wirkungsbilanzen von Endprozessen aus den Bereichen Transport, Verpackungen, Kochen, Gemüse- und Fleischproduktion verglichen, die in der Datenbank ECOINVENT bilanziert wurden (Bättig *et al.* 1998, Frischknecht *et al.* 1996, Jungbluth 1997c, Jungbluth 1998b, Maibach *et al.* 1995).

In Fig. 6 wird der Anteil der Wirkungskategorien an der gesamten Eco-indicator 95+¹⁹ Punktzahl für die unterschiedliche Produkte gezeigt. Der EI Energieressourcen auf der linken Seite der Grafik ist direkt proportional zum Energieverbrauch (nicht erneuerbare Energie). Der EI Treibhauseffekt auf der rechten Seite entspricht einer Wirkungsbilanzierung unterschiedlicher Treibhausgase. Es wird deutlich, dass sich die Eco-indicator 95+ Punkte je nach Lebenszyklus des betrachteten Produktes unterschiedlich zusammensetzen. Bei der folgenden Gegenüberstellung wird nun davon ausgegangen, dass die Eco-indicator 95+ Punkte ein geeignetes Mass zur Beurteilung der gesamten Umweltbelastungen sind.

Der Anteil des EI Energieressourcen an den Gesamtbelastungen schwankt zwischen weniger als 1% Prozenten für biologische Lammfleischproduktion und etwa 22% für den Gasherd. Für Gemüseproduktion gibt es eine Bandbreite von etwa 1% bis zu 8% Anteil. Für Fleisch sind die Unterschie-

¹⁹ Der Eco-indicator 95 ist eine Methode zur Vollaggregation der Wirkungsbilanz. Die Methode wurde inzwischen erweitert und wird hier als Eco-indicator 95+ bezeichnet (Braunschweig *et al.* 1997, Goedkoop 1995, Jungbluth 1998b).

de weniger auffällig. Würden die Umweltfolgen anhand des Energieverbrauchs abgeschätzt werden, so würden Produkte mit einem geringen Anteil des EI Energieressourcen (wie z.B. Lammfleisch oder der Freilandsalat) deutlich besser im Vergleich zu Produkten mit einem hohen Anteil abschneiden als wenn die Bewertung verschiedene Wirkungskategorien berücksichtigt.

Der Anteil des Treibhauseffekts an den Gesamtbelastungen schwankt zwischen 1-2% Prozenten für den Elektroherd und etwa 25% für den Gasherd. Für Gemüseproduktion reicht die Bandbreite von etwa 1% bis zu 12%. Auch für Fleischprodukte unterscheiden sich die Anteile. Würden die Umweltfolgen anhand der Treibhausgasemissionen abgeschätzt werden so würden Produkte mit einem geringen Anteil des EI Treibhauseffekt (wie z.B. Elektroherd, Geflügelfleisch oder Freilandsalat) deutlich besser abschneiden als wenn die Bewertung verschiedene Wirkungskategorien berücksichtigt.

Selbst für auf den ersten Blick so ähnliche Produkte wie Gemüse aus dem Freiland, aus dem Gewächshaus oder aus biologischer Produktion setzt sich das Gesamtergebnis recht unterschiedlich zusammen. Für Freilandgemüse haben Pestizide einen bedeutenden Anteil. Das Ergebnis für Gewächshausgemüse wird durch den direkten Energieeinsatz beeinflusst. Für biologisch produziertes Gemüse wiederum spielt die verursachte Überdüngung und Versauerung eine grosse Rolle.

Es zeigt sich, dass der Anteil vom Energieverbrauch an den Umweltbelastungen für Gemüse- und Fleischproduktion verhältnismässig klein ist. Anders ausgedrückt bedeutet dies, dass im Verhältnis zum Energieverbrauch überproportional viele Umweltbelastungen verursacht werden. So werden z.B. beim Verbrauch einer Einheit Energie für die Fleischproduktion etwa zehn mal mehr Umweltbelastungen (EI) verursacht als beim Verbrauch einer Einheit Energie für Verpackungen. Aus Fig. 6 wird ausserdem deutlich, dass Treibhausgasemissionen bei einer Bewertung der landwirtschaftlichen Produktion mit der Methode Eco-indicator 95+ nur ein relativ geringer Stellenwert zukommt.

Somit ergeben sich potentielle Handlungsmöglichkeiten zur Beeinflussung der verursachten Umweltbelastungen durch das Konsumverhalten im Ernährungsbereich nur dann, wenn es gelingt mit einer geeigneten Methode die Nahrungsmittel zu identifizieren die insgesamt relativ geringe Umweltbelastungen verursachen.

Zu ökologischen Beurteilung von landwirtschaftlichen Produkten sind Energieverbrauch bzw. Treibhausgasemissionen alleine keine befriedigenden Indikatoren. Wichtig ist für die Beurteilung der Einbezug von Umweltfolgen in den Wirkungskategorien Pestizide, Versauerung und Überdüngung. Auch nicht-energiebedingte Treibhausgasemissionen müssen in eine Beurteilung einbezogen werden.²⁰

²⁰ Noch nicht entwickelt wurden Methoden zum Einbezug weiterer Umweltfolgen in die Ökobilanz die speziell für die landwirtschaftliche Produktion von Bedeutung sind, z.B. Bodenverdichtung und Erosion, Biodiversität oder Landnutzung (vgl. hierzu Kapitel 4.2).

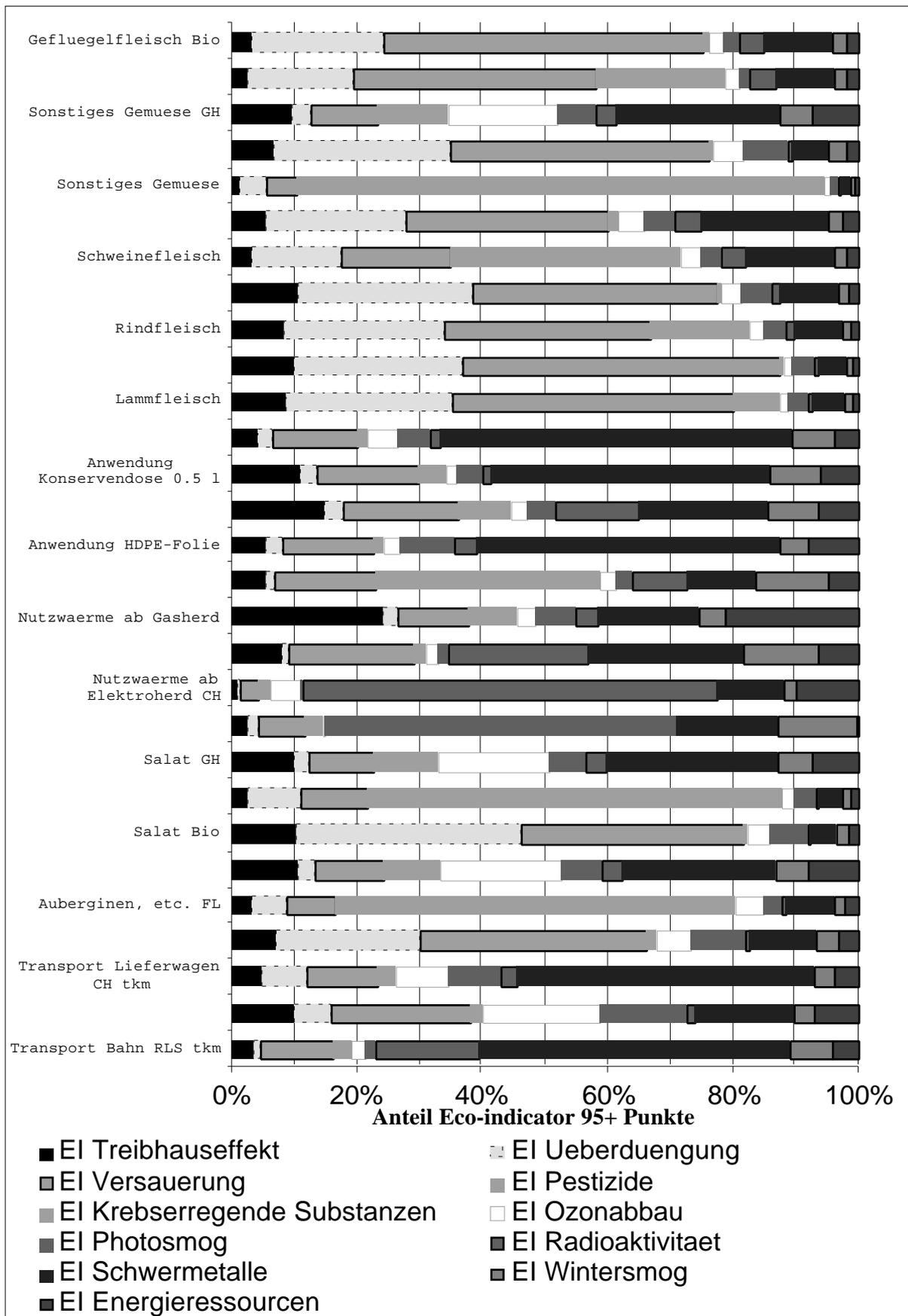


Fig. 6 Anteil der EI-Wirkungskategorien am Gesamtergebnis für Produkte bzw. Dienstleistungen unterschiedlicher Art.

4.2 Möglichkeiten und Grenzen der Ökobilanzierung

Im folgenden werden die Möglichkeiten und Grenzen der wichtigsten Methode zur Beurteilung von Umweltfolgen im Lebenszyklus eines Produktes aufgezeigt.

Mit Hilfe der Ökobilanzierung ist es möglich, die Umweltbelastungen eines Produktes über den Lebensweg zu erfassen und auszuwerten. Für eine Entwicklung in Richtung Nachhaltigkeit kann diese Methode wichtige Hinweise für eine Verringerung von Umweltbelastungen geben. Hilfreich ist die Methode vor allem dann, wenn relativ unterschiedliche Arten von Umweltbelastungen gegeneinander abgewogen werden müssen, um Entscheidungen zu treffen. Ökobilanzen helfen dabei, versteckte Umweltbelastungen eines Produktes aufzudecken.

Allerdings kann auch diese Methode zur Zeit nur einen Teil der ökologisch wichtigen Folgen aus dem Produktlebenszyklus erfassen. Nicht erfasst werden mit den heute gängigen Methoden der Wirkungsabschätzung folgende ökologische Belastungen die insbesondere bei der Beurteilung landwirtschaftlicher Produkte relevant sein können (Braunschweig *et al.* 1996, Braunschweig *et al.* 1997, BUWAL 297 1998, Goedkoop 1995):

- Beurteilung des Flächenverbrauchs nach den Kriterien Biodiversität, Nutzung von Ressourcen, Erholungswert oder anderen Kriterien.
- Nutzung und Schädigung des Bodensystems. Insbesondere Aspekte des Ressourcenabbaus z.B. durch Erosion oder irreversible Schädigung werden nur zum Teil betrachtet.
- Ökologische Beurteilung der Massentierhaltung bzw. Bewertung der Vorteile einer artgerechten Tierhaltung.²¹
- Übernutzung von biotischen Ressourcen z.B. Überfischung.
- Einsatz von Pestiziden, Hierzu gibt es bereits verschiedene Methoden zur Bewertung einiger Pestizide. Aufgrund der Vielzahl von Substanzen ist eine genaue Bestimmung des toxischen Potentials unter Einbezug des Substanzmetabolismus schwierig. Bisher hat sich aber noch kein allgemein akzeptierter Standard herausgebildet.
- Einsatz von gentechnisch veränderten Organismen wird bisher nicht bewertet, da ein Schaden zwar befürchtet aber bisher noch nicht beobachtet und quantifiziert wurde.
- Lärm.

Die methodische Weiterentwicklung des Instruments Ökobilanz sollte zukünftig das Ziel verfolgen die oben genannten Umweltprobleme adäquat in der Bilanzierung und Bewertung abzubilden. Hierdurch ergibt sich das Problem, dass mit den heutigen Methoden entwickelte Aussagen zu einem ökologische optimierten Verhalten nur den Stand des heutigen Wissens wiedergeben können. Durch zukünftige wissenschaftliche Erkenntnisse müssen diese Empfehlungen unter Umständen angepasst werden. Entsprechend kann dies auch zu anderen Aussagen zu einem ökologischen Verhalten führen. Ergebnisse von Ökobilanzen sollten also schon heute nicht unter dem Anspruch einer endgültigen Aussage verkauft werden. Sie können aber zumindestens eine potentielle Möglichkeit für ökologische Verbesserungen aufzeigen.

Tab. 11 wird der Versuch unternommen die Prioritäten verschiedener Akteure bei der Beurteilung der Landwirtschaft unter ökologischen Gesichtspunkten einander gegenüberzustellen. Hierzu wurden die Aussagen zu Nachhaltigkeit aus Sicht der Politik und zu den prioritären Aufgaben aus Sicht der KonsumentInnen (vgl. Kapitel 3.1) in eine Rangfolge gebracht und in die Tabelle eingeordnet.

²¹ Dieses Kriterium ist nach Ansicht der KonsumentInnen eine der wichtigsten Bewertungsgrößen (vgl. hierzu Seite 16).

Ergänzt wird dies die Sicht der Ökobilanzierer wie sie sich aufgrund der Auswertung einer Reihe von Studien ergibt. Deutlich wird auch hierbei das Ökobilanzen einige wichtige Themen nur unzureichend abbilden können.

Tab. 11 Prioritäten bei der Gewichtung von Umweltproblemen in der Landwirtschaft durch verschiedene Akteure.

Themen	KonsumentInnen	Politik	Ökobilanzierer
Artgerechte Tierhaltung	1.	3.	nicht bewertet
Landschaftspflege	3.		nicht bewertet
Gesunde Ernährung		2.	nicht bewertet
Biologische Produktion	4.		Leichte Vorteile gegenüber IP
IP Produktion		1.	Vorteile gegenüber konventionell
Umweltgerechte Produktion	2.	Bewertung aufgrund der Produktionsweise	Siehe unten
Biodiversität			Bewertung wird entwickelt
Energieverbrauch	-		Leitparameter, gering in der Wirkungsbilanz
Pestizidanwendung			Hoch in der Wirkungsbilanz
Treibhausgasemissionen	-		Leitparameter, Mittel in der Wirkungsbilanz
Düngeremissionen			Hoch in der Wirkungsbilanz

4.3 Handlungshinweise als Ergebnis der Auswertung

Aus der Auswertung von Ökobilanzen können Handlungshinweise für KonsumentInnen abgeleitet werden die zu einer umweltgerechten Entwicklung des Bedürfnisfeldes Ernährung beitragen.

Bei der Auswertung unterschiedlicher Ökobilanzen und anderer Methoden der ökologischen Beurteilung für Nahrungsmittel ergibt sich kein einheitliches Bild zur Relevanz verschiedener Produktmerkmale für die Umweltbelastungen. Die Umweltrelevanz ist abhängig von der endgültigen Verarbeitungsstufe des betrachteten Produkts. Höher verarbeitete Produkte verursachen in der Regel höhere Umweltbelastungen. Beim Vergleich der Relevanz verschiedener Verarbeitungsstufen zeigen sich ausserdem starke Unterschiede je nach betrachteten Umweltindikatoren.

Aus der Auswertung einer Reihe von Arbeiten in diesem Working Paper ergänzt durch eigene Analysen ergeben sich einige Erkenntnisse zur Ökologisierung des Bedürfnisfeldes Ernährung aus Sicht der EndkonsumentInnen. Zumindest in der überwiegenden Anzahl der Fälle sollten die in Tab. 12 genannten Einkaufs- und Verhaltensregeln zu geringeren Umweltbelastungen führen.

Tab. 12 Handlungshinweise für ein ökologisches KonsumentInnenverhalten

Handlungshinweis	Einschränkung
1. Saisongerechte Produkte bevorzugen und auf Produkte aus dem Gewächshaus verzichten	
2. Verzicht auf mit dem Flugzeug transportierte Produkte. Auswahl von Produkten mit kurzen Transportwege.	Auch kurze Wege können relevant sein, wenn nur geringe Mengen transportiert werden (Einkauf mit dem PKW, Feinsammlung bzw. Verteilung).
3. Geringe Verarbeitungstiefe, frische ungekühlte Produkte.	Einige sogenannte Frischprodukte z.B. Teigwaren werden aus vorher tiefgefrorenen Waren hergestellt und sind somit u.U. umweltbelastender. Keine Aussagen sind zur Zeit möglich zum Trade off zwischen höheren Umweltbelastungen aufgrund der Weiterverarbeitung zu Convenience (Fertig) Produkten und der reduzierten Umweltbelastungen aufgrund der einfacheren Zubereitung in der Konsumphase.
4. Geringes Gewicht des Verpackungsmaterials.	Die Art des Verpackungsmaterials z.B. Plastik oder Papier hat eher einen geringen Einfluss auf die Umweltbelastungen. Insgesamt wurde die Bedeutung des Verpackungsmaterials für den umweltgerechten Einkauf in der Vergangenheit eher überbewertet. Dies ist wohl damit zu begründen das der Verpackungsabfall für KonsumentInnen die zunächst am besten wahrzunehmende Umweltverschmutzung darstellt. Diese ist aber bei einer Betrachtung des gesamten Lebenszyklus eher wenig relevant.
5. Haushaltsführung: Verzicht aufs Auto beim Einkauf, möglichst geringe Kühlung der eingekauften Produkte, energiesparende Zubereitung, Vermeidung bzw. Recycling von Abfällen und Minimierung der Verluste durch Verfall.	

Schwierig ist z.Zt. noch ein abschliessendes Urteil im Vergleich von Produkten aus biologischem Anbau hergestellt unter Verzicht auf Pestizide und Kunstdünger sowie konventionell bzw. in integrierter Produktion hergestellten Nahrungsmitteln. Erstere vermeiden Umweltbelastungen durch den Einsatz von Pestiziden. Demgegenüber steht ein höherer Landverbrauch. Ausserdem führt die Düngung mit Hofdünger zu einer höheren Freisetzung von Stickstoffverbindungen mit Auswirkungen auf Überdüngung, Versauerung und Toxizität. Die unter Umständen geringere Energieintensität des biologischen Landbaus durch den Verzicht auf Kunstdünger reicht als alleiniges Argument für diese Anbauweise nicht aus. Die Schwankungsbreite bei der Betrachtung einzelner Höfe kann zumindestens zum Teil den Einfluss eines bestimmten Produktionsverfahrens für die Umwelt überlagern.

Die unter ökologischen Gesichtspunkten günstigste Ernährungsweise ist wohl die Selbstversorgung aus dem eigenen Garten unter Verzicht auf den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln und Mineraldüngern. Nur wenige KonsumentInnen werden jedoch nach diesem Idealbild leben können.

Oft können jedoch nicht alle der oben genannten Handlungshinweise beachtet werden. Beim Zusammenspiel mehrerer der oben genannten Faktoren, mit entgegengesetzter Umweltrelevanz (z.B. Entscheidung zwischen einem Schweizer Produkt aus dem Gewächshaus oder Ausländisches Produkt aus dem Freiland) ist eine Untersuchung für den Einzelfall notwendig, um die am wenigsten umweltbelastende Variante zu bestimmen. Für KonsumentInnen, aber auch für die Akteure in der vorgelagerten Produktionskette, ist eine solche Entscheidung oftmals schwierig, da die notwendigen Informationen nicht mit den nötigen Details zur Verfügung stehen. Deutlich wurde aus den hier vorgenommenen Auswertungen, dass die Konzentration auf ein Optimierungsmerkmal nicht unter allen Umständen zu einer Ökologisierung führt. Deshalb ist es weiterhin notwendig, an der Aufklärung der Umweltrelevanz einzelner Produktmerkmale zu arbeiten und vereinfachende Handlungsempfehlungen weiterzugeben.

Literatur

- Alföldi *et al.* 1995 Alföldi, T., Spiess, E., Niggli, U., Besson, J.-M., "DOK-Versuch: vergleichende Langzeit-Untersuchungen in den drei Anbausystemen biologisch-dynamisch, organisch-biologisch und konventionell." In *Schweiz. Landw. Fo.* Vol. 2 (Sonderheft DOK): 1-16, 1995.
- Alföldi *et al.* 1997 Alföldi, T., Spiess, E., Niggli, U., Besson, J.-M., "Energiebilanzen für verschiedene Kulturen bei biologischer und konventioneller Bewirtschaftung." In *Ökologie & Landbau* Vol. 25 (1): 39-42, 1997.
- Andersson *et al.* 1996a Andersson, K., Ohlsson, T., Olsson, P., "Life Cycle Assessment of tomato ketchup - a Case Study." In *Agriculture, Ecosystems & Environment* Vol. **Accepted for publication** , 1996a.
- Anwander Phan-Huy 1993 Anwander Phan-Huy, S., *Agrarschutz für Hors Sol-Produkte?* Institut f. Agrarwirtschaft, ETH Zürich, 9.1993.
- Audsley *et al.* 1997 Audsley, E., Alber, S., Cowell, S. J., Clift, R., Crettaz, P., Gaillard, G., Hausheer, J., Jolliet, O., Kleijn, R., Mortensen, B., Pearce, D., Roger, E., Teulon, H., Weidema, B., Ziejts, H. v., *Harmonisation of Environmental LCA for Agriculture*. Final Report, Concerted Action No. AIR3-CT94-2028, Silsoe Research Institute, Silsoe, UK, 6.1997.
- Baccini *et al.* 1993 Baccini, P., Daxbeck, H., Glenck, E., Henseler, G., *METAPOLIS - Güterumsatz und Stoffwechselprozesse in den Privathaushalten einer Stadt*. Bericht des NFP "Stadt und Verkehr" No. 34A, ETH-Zürich, Eidg. Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz (EAWAG), Zürich, 1993.
- Bättig *et al.* 1998 Bättig, M. & Beeler, R., *Ökologische Bilanzierung der Verpackungen von Gemüse und Fleisch*. Semesterarbeit Nr. 1/98, Umweltnatur- und Umweltsozialwissenschaften, ETH, 50 Seiten, Zürich, 2.1998.
- Baumann 1992 Baumann, H., *LCA: Utvärdering med index. Beräkning av två uppsätningar norska index*. CIT-ökologik, Chalmers Industriteknik, Göteborg, Sweden, 2:1992.
- Bernhard *et al.* 1998 Bernhard, S. & Moos, T., *Ökobilanz des Camembert - Eine Entscheidungshilfe für den umweltbewussten Einkauf von Weichkäse*. Projektzusammenfassung, Fachverein Arbeit und Umwelt, Zürich, 1.1998.
- BfL 1996 Bundesamt für Landwirtschaft, *Forschungskatalog 1996 - 1999*. Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik, Bern, 1996.
- BfS 1992 Bundesamt für Statistik, *Verbraucherhebung 1990*. Reihe 6: Produktion, Handel und Verbrauch, Bern, Switzerland, 1992.
- Blok *et al.* 1995 Blok, K. & Vringer, K., *Energie-intensiteit van levensstijlen (Energie intensities of lifestyles)*. Report No. 95019, Department of Science, Technology and Society, Utrecht University, Utrecht, The Netherlands, July 1995.
- Blonk *et al.* 1997 Blonk, T. J., Lafleur, M. C. C., van Zeijts, H., *Towards an environmental infrastructure for the Dutch Food Industry*. IVAM, CLM, Amsterdam, NL, 1997.
- Böge 1995 Böge, S., "Erfassung und Bewertung von Transportvorgängen: Die produktbezogene Transportkettenanalyse." In Läßle, D., *Güterverkehr, Logistik und Umwelt, Analysen und Konzepte zum interregionalen und städtischen Verkehr*. Vol. 2. überarbeitete und erweiterte Auflage, **Pages:** 113 - 141, sigma Verlag, Berlin, 1995.
- Bolliger *et al.* 1991 Bolliger, A. & Zumbunn, J., *Methode einer ökologischen Grobanalyse am Beispiel Vanillecornet-Herstellung und Verteilung*. Diplomarbeit, Laboratorium für Energiesysteme, ETH Zurich, 1991.
- Brau AG 1995 Brau AG, *Umweltbilanz 1995*. Umwelterklärung Linz, Österreich, 1995.
- Braunschweig *et al.* 1996 Braunschweig, A., Förster, R., Hofstetter, P., Müller-Wenk, R., *Development in LCA Valuation*. Final Report of Project No. 5001-35066, Swiss National Science Foundation, Swiss Priority Programme Environment, IWÖ - Diskussionsbeitrag No. 32, EMPA, ESU-ETH, IWÖ-Hochschule St. Gallen, 3.1996.
- Braunschweig *et al.* 1997 Braunschweig, A., Brunner, S., Hofstetter, P., Müller-Wenk, R., *Umweltliche Bewertung im Automobilbau - Einführung und Weiterentwicklung des Eco-Indicator 95*. Auftrag der Daimler-Benz AG, Abt. EP/VUG Umweltnatur- und Umweltsozialwissenschaften (UNS), Institut für Wirtschaft und Ökologie, Eidgenössische Technische Hochschule, Universität St. Gallen, Zürich, St. Gallen, (unveröffentlicht) 12.1997.
- Büchel 1995 Büchel, K., *Ökobilanz landwirtschaftlicher Produktion*. Wissenschaftlicher Schlussbericht Schwerpunktprogramm Umwelt an den Schweizerischen Nationalfond zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung Nachdiplomstudium, FAT Tänikon b. Aadorf, Schaan, 1995.
- BUWAL 297 1998 Brand, G., Scheidegger, A., Schwank, O., Braunschweig, A., *Bewertung in Ökobilanzen mit der Methode der ökologischen Knappheit - Ökofaktoren 1997*. Schriftenreihe Umwelt No. 297, INFRAS, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), Bern, 1998.

- Carbotech 1995 Dinkel, F. & Wolfensberger, U., *Bewertung nachwachsender Rohstoffe*. Zwischenbericht, Im Auftrag des BLW, Carbotech, November 1995.
- Carlsson 1994 Carlsson, A., *Developing a Methodology to Assess Environmental Effects of Consumption Patterns*. IMES/EESS Report No. 18, Environmental and Energy System Studies, Lund University, Lund, Sweden, 1994.
- Carlsson 1995 Carlsson, A., *Swedish Food Consumption and the Environment - a trend analysis during the period of consumerism*. IMES/EESS Report No. 19, Environmental and Energy System Studies, Lund University, Lund, Sweden, 1995.
- Carlsson 1997 Carlsson, A., "Weighted Average Source Points and Distances for Consumption Origin - Tools for Environmental Impact Assessment." In *Ecological Economics* (accepted 1/97), 1997.
- Carlsson-Kanyama 1997 Carlsson-Kanyama, A., *Food and the Environment - Implications of Swedish Consumption Patterns*. Thesis for the Degree of Filosofie Licentiat, Department of Environmental and Energy Systems Studies, Lund University, Lund, Sweden, 5.1997.
- Cavazzoni et al. 1996 Cavazzoni, J. & Volk, T., "Assessing long-term impacts of increased crop productivity on atmospheric CO₂." In *Energy Policy* Vol. 24 (5): 403-411, 1996.
- Ceuterick et al. 1995 Ceuterick, D. & Huybrechts, D., "LCA of corn starch - Summary Report." In SETAC, *Presentation Summaries. 3th Symposium for Case Studies*. Brussels, 28.11.1995.
- Clift et al. 1995 Clift, R., Cowell, S. J., Doig, A., "A Case Study of LCI by Allocation and System Extension: Straw." In *International Workshop on LCA and Treatment of Solid Waste*. Centre for Environmental Strategy, University of Surrey, Guildford, UK, Stockholm, 28-29. 9.1995.
- Clift et al. 1996 Clift, R., Cowell, S. J., Hawes, W., Pearce, D., *A Life Cycle and Linear Programming Analysis of Food Production and Distribution*. Project Report No. L320253122, Centre for Environmental Strategy, University of Surrey, Guildford, UK, 12.1996.
- Coley et al. 1997 Coley, D. A., Goodliffe, E., Macdiarmid, J., "The Embodied Energy of Food: The Role of Diet." In *Energy Policy* Vol. 26 (6): 455-459, 1997.
- Cowell et al. 1995 Cowell, S. J. & Clift, R., *Life Cycle Assessment for Food Production Systems*. Paper read at the International Conference in Cambridge, The Fertiliser Society, Proceedings No. 375, Centre for Environmental Strategy, University of Surrey, Guildford, UK, 6-8.12.1995.
- Cowell et al. 1996a Cowell, S. J. & Clift, R., *Farming for the Future - An Environmental Perspective*. Centre for Environmental Strategy, University of Surrey, Guildford, UK, 1996a.
- Cowell et al. 1996b Cowell, S. J., Clift, R., Audsley, E., Alber, S., Crettaz, P., Gaillard, G., Hausheer, J., Jolliet, O., Kleijn, R., Mortensen, B., Pearce, D., Roger, E., Teulon, H., Weidema, B., Ziejs, H. v., "Harmonisation of Environmental LCA for Agriculture. A Case Study of Wheat Production." In SETAC, *Presentation Summaries. 4th Symposium for Case Studies*. Brussels, 3.12.1996b.
- DBU 1997 Diepenbrock, W. & und viele andere, "Verschiedene Beiträge." In Diepenbrock, W., Kaltschmitt, M., Nieberg, H., Reinhardt, G., *Umweltverträgliche Pflanzenproduktion - Indikatoren, Bilanzierungsansätze und ihre Einbindung in Ökobilanzen; Fachtagung am 11. und 12. Juli 1996 in Wittenberg*. Vol. 5, Initiativen zum Umweltschutz, Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU), Osnabrück, 1997.
- de Witte 1996 de Witte, A., *Energieverbruik voor thuis-geconsumeerde maaltijden*. IVEM-doctoraalverslag No. 48, Center for Energy and Environmental Studies of the University of Groningen (IVEM RUG), The Netherlands, 7.1996.
- DGE 1994 Adolf, T., Eberhardt, W., Hesecker, H., Hartmann, S., Herwig, A., Matiaske, B., Moch, K. J., Schneider, R., Kübler, W., Kübler, W., Anders, H. J., Heeschen, W., *Lebensmittel- und Nährstoffaufnahme in der Bundesrepublik Deutschland (Oktober 1985 bis Januar 1989)*. Ernährungsbericht 1992 im Auftrag der Deutschen Gesellschaft für Ernährung e.V., Wissenschaftlicher Fachverlag Dr. Fleck, 111 Seiten, Niederkleen, Frankfurt a. M., 1994.
- Dietrich et al. 1996 Dietrich, R. & Amon, T., "Recycling of organic Waste to Agriculture from an LCA perspective." In Ceuterick, *International Conference on Application of Life Cycle Assessment in Agriculture, Food and Non-Food Agro-Industry and Forestry: Achievements and Prospects*. Instelling voor Technologisch Onderzoek (VITO), Brussel, Belgium, Vlaamse, 1996.
- Dinkel et al. 1997 Dinkel, F., Waldeck, B., Wunderlin, D., *Ökobilanzierung der Transporte von Importweinen*. Bericht im Auftrag der DELINAT AG, Heiden Carbotech, Basel, CH, November 1997.
- ECOBILAN n.d. ECOBILAN, *Ecobilans dans les Industries Agro-Alimentaires*. Programme Finance par 13 Industriels Français, Synthèse Ministère de L'Enseignement Supérieur et de la Recherche, Ministère de L'Agriculture et de la Pêche, n.d.
- fairkehr 1992 n.n., "Transport - Beziehungen eines Erdbeer Joghurts." In *fairkehr* Vol. 7 : 15-18, 1992.
- Fannenböck 1994 Fannenböck, H., *Das Projekt "Energiebilanz eines Bauernhofes"*. Praktikumsbericht für den Schweiz. Bauernverband (SBV), Umweltnaturwissenschaften, ETH Zurich, 1994.
- Federspiel 1992 Federspiel, M., *Energieleitbild Landwirtschaft oder Energiebilanz Bauernhof*. Semesterarbeit, Laboratorium für Energiesysteme, ETH Zurich, 1992.

- Frischknecht *et al.* 1996 Frischknecht, R., Bollens, U., Bosshart, S., Ciot, M., Ciseri, L., Doka, G., Dones, R., Gantner, U., Hirschier, R., Martin, A., *Ökoinventare von Energiesystemen. Grundlagen für den ökologischen Vergleich von Energiesystemen und den Einbezug von Energiesystemen in Ökobilanzen für die Schweiz*. Auflage No. 3, Gruppe Energie - Stoffe - Umwelt (ESU), Eidgenössische Technische Hochschule Zürich und Sektion Ganzheitliche Systemanalysen, Paul Scherrer Institut Villingen/Würenlingen, Switzerland, 1996.
- Fuchs 1993 Fuchs, M., *Produktlinienanalyse eines Produktes aus ökologischer Erzeugung - Fallbeispiel Joghurt*. Diplomarbeit, FB Landwirtschaft, GH Kassel, Witzenhausen, 1993.
- Furnander 1996 Furnander, A., *Life Cycle Assessment of Dimethyl Ether as a Motor Fuel*. Examensarbete 96:12, Chalmers University of Technology, Göteborg, 1996.
- Gaillard *et al.* 1997 Gaillard, G. & Hausheer, J., *Ökobilanz des Weizenanbaus: Vergleich der intensiven, der integrierten und der biologischen Produktion*. Vortrag, Eidg. Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik (FAT), Tänikon, 9.1997.
- Gaillard *et al.* 1997b Gaillard, G., Crettaz, P., Hausheer, J., *Umweltinventar der landwirtschaftlichen Inputs im Pflanzenbau*. FAT-Schriftenreihe No. 46, Eidg. Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik (FAT), Tänikon, 1997b.
- Geier *et al.* 1997 Geier, U., Kessler, T., Köpke, U., Schiefer, G., "Grundlagen einer prozesskettenbezogenen Ökobilanz in der Fleischerzeugung." In *DLG Umweltgespräche: Ökobilanzen - von der Erzeugung zum Produkt*. Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft, 1997.
- Goedkoop 1995 Goedkoop, M., *The Eco-indicator 95 - Weighting method for environmental effects that damage ecosystems or human health on a European scale*. Final Report Novem, rivm, Amersfoort, 1995.
- Groot-Marcus *et al.* 1996 Groot-Marcus, A. P., Potting, J., Brouwer, N. M., Blok, K., *Households, energy consumption and emission of greenhouse gases*. Conceptual framework for the Green House projekt Department of Household and Consumer Studies, Wageningen Agricultural University, The Netherlands, 3.1996.
- Guinée 1995 Guinée, J. B., *Development of a Methodology for the Environmental Life-Cycle Assessment of Products - with a case study on margarines*. Dissertation, Universität Leiden, Niederlande, 1995.
- Gysi *et al.* 1990 Gysi, C. & Reist, A., "Hors-sol Kulturen - eine ökologische Bilanz." In *Landwirtschaft Schweiz* Vol. 3 (8): 447-459, 1990.
- Gysi *et al.* 1993 Gysi, C., *Bewertung des Produktionsmitteleinsatzes im Gemüsebau - eine ökologische Buchhaltung*. Flugschrift No. 128, Eidg. Forschungsanstalt für Obst-, Wein- und Gartenbau, Wädenswil, 6.1993.
- Haas *et al.* 1994 Haas, G. & Köpke, U., "Vergleich der Klimarelevanz ökologischer und konventioneller Landbewirtschaftung." In Bundestages, E. d. D., *Schutz der Erdatmosphäre*, Vol. Bd. 1 Landwirtschaft, Economica-Verlag Bonn, 1994.
- Haas *et al.* 1995a Haas, G., Geier, U., Schulz, D. G., Köpke, U., "Vergleich Konventioneller und Organischer Landbau - Teil 1: Klimarelevante Kohlendioxid-Emission durch den Verbrauch fossiler Energie." In *Berichte über Landwirtschaft* Vol. 73 : 401-415, 1995a.
- Haas *et al.* 1995b Haas, G., Geier, U., Schulz, D. G., Köpke, U., "Klimarelevanz des Agrarsektors der Bundesrepublik Deutschland: Reduzierung der Emission von Kohlendioxid." In *Berichte über Landwirtschaft* Vol. 73 : 387-400, 1995b.
- Haberl 1997 Haberl, H., "Biomass Flows in Austria: Integrating Concepts of Societal Metabolism and Colonisation of Nature." In *ConAccount Workshop*. Leiden, Netherlands, 1997.
- Hanselmann *et al.* 1993 Hanselmann, M. & Müller, B., *Produktlinienanalyse der Tomate*. Diplomarbeit, Umweltnatur- und Umweltsozialwissenschaften, ETH Zurich, 1993.
- Heierle *et al.* 1992 Heierle, T., Motalla, F., Zimmermann, P., *Alternative Energieversorgung eines Landwirtschaftsbetriebes - Auswirkungen auf den Stoffhaushalt*. Semesterarbeit, Abt. für Stoffhaushalt und Entsorgungstechnik, EAWAG, ETH Zürich, Dübendorf, 1992.
- Heijungs *et al.* 1992a Heijungs, R., Guinée, J., Lankreijer, R. M., Udo de Haes, H. A., Wegener Sleeswijk, A., *Environmental life cycle assessment of products - Guide*. Novem, rivm, CML, Leiden, 10.1992a.
- Heijungs *et al.* 1992b Heijungs, R., Guinée, J., Lankreijer, R. M., Udo de Haes, H. A., Wegener Sleeswijk, A., *Environmental life cycle assessment of products - Backgrounds*. Novem, rivm, CML, Leiden, 10.1992b.
- Heiss 1996 Heiss, R., *Lebensmitteltechnologie - biotechnologische, chemische, mechanische und thermische Verfahren der Lebensmittelverarbeitung*. Springer, cop., Berlin, 1996.
- Helmer 1996 Max Helmer GmbH, *Umwelterklärung 1996*. Öko-Audit Rain am Lech, 9.1996.
- Hess 1997 Hess, B., *Erst der Bauch, dann der Kopf? - Ökobilanz einer Mahlzeit*. Diplomarbeit, Abt. für Umweltnaturwissenschaften, ETH, Zürich, 8.1997.
- Hopffisterei 1995 Stocker's Backstube GmbH, *Umwelterklärung*. Umweltbericht Lauf/Pegnitz, Deutschland, 11.1995.
- Hopffisterei 1996 AkkU Umweltberatungs GmbH, Salzgeber, C., Lörcher, M., *Produkt-Ökobilanz des Pfister-Öko-Brot*. Stocker's Backstube GmbH, Ludwig Stocker Hopffisterei GmbH, Lauf/Pegnitz, Deutschland, 1.1996.

- Hofstetter 1992 Hofstetter, P., *Persönliche Energie- und CO₂-Bilanz. Fragebogen und Kommentar zur Bestimmung des privaten Energieverbrauchs und CO₂-Ausstosses*. Aktion Klimaschutz, Zürich, Switzerland, 1992.
- Infras 1991 Infras, *Ökologische Grobanalyse zur Volksinitiative "Für ein abfallarmes Gastgewerbe"*. Zwischenbericht Zürich, 1991.
- IÖW 1992 Institut für Ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW), *Ökobilanzen für die Konservenindustrie - Methodenteil zum Forschungsprojekt*. Schriftenreihe No. 13, Institut für Ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW), Wien, 7.1992.
- ISO 14040ff 1998 International Organization for Standardization (ISO), *Environmental Management - Life Cycle Assessment*. Final Drafts from working groups for the set up of standard ISO 14040 ff, Paris, 6.1998.
- Jolliet 1993a Jolliet, O., "Bilan écologique de la production de tomates en serre." In *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.* Vol. **25** (4): 261-267, 1993a.
- Jolliet et al. 1994 Jolliet, O., Cotting, K., Drexler, C., Farago, S., "Life Cycle Analysis of biodegradable packing materials compared with polystyrene chips: The case of popcorn." In *Agric. Ecosyst. Environ.* (49): 253-266, 1994.
- Jolliet et al. 1997 Jolliet, O. & Crettaz, P., *Critical Surface-Time 95*. Inst. of Soil and Water Management, Ecole Polytechnique Federale de Lausanne, Lausanne, 7.1997.
- Jungbluth 1997a Jungbluth, N., *Übersicht Ökologische Betrachtungen der Aktivität Ernährung - Zusammenstellung von Forschungsgruppen im Arbeitsfeld Ernährung und Umwelt - Auswertung der wichtigsten Arbeiten*. ESU-Arbeitspapier No. 1/97, Gruppe ESU, Institut für Energietechnik, Eidgenössische Technische Hochschule, Zürich, 2.1997a.
- Jungbluth 1997c Jungbluth, N., *Life-Cycle-Assessment for Stoves and Ovens*. UNS-Working Paper No. 16, Umweltnatur- und Umweltsozialwissenschaften (UNS), Eidgenössische Technische Hochschule, Zürich, 8.1997c.
- Jungbluth 1998a Jungbluth, N., *Konzept zur ökologischen Bilanzierung des Nahrungsmiteleinkaufs (Arbeitstitel)*. Arbeitspapier in Vorbereitung Umweltnatur- und Umweltsozialwissenschaften, Eidgenössische Technische Hochschule, Zürich, geplant1998a.
- Jungbluth 1998b Jungbluth, N., *Ökologische Bilanzierung für die Produktgruppen Fleisch und Gemüse (Arbeitstitel)*. Arbeitspapier in Vorbereitung Umweltnatur- und Umweltsozialwissenschaften, Eidgenössische Technische Hochschule, Zürich, geplant1998b.
- K&U 1995 Stucki, B., *Ökolabels für Nahrungsmittel*. Konsum & Umwelt, WWF Schweiz und SKS Stiftung f. Konsumentenschutz, Zürich, 1995.
- K&U 1997 n.n., *Kalorienverschleiss. Konsum & Umwelt*SKS Stiftung f. Konsumentenschutz: 23, Place, 9. 1997.
- Kaiser`s 1996 Fleischwerk Viersen, *Umwelt - Bericht und Erklärung 95/96*. Öko-Audit Kaiser`s Kaffee -Geschäft AG, Viersen, 1996.
- Kalk et al. 1997 Kalk, W.-D. & Hülsbergen, K.-J., "Energiebilanz - Methode und Anwendung als Agrar-Umweltindikator." In Diepenbrock, W., Kaltschmitt, M., Nieberg, H., Reinhardt, G., *Umweltverträgliche Pflanzenproduktion - Indikatoren, Bilanzierungsansätze und ihre Einbindung in Ökobilanzen; Fachtagung am 11. und 12. Juli 1996 in Wittenberg*. Vol. 5, **Pages:** 31-42, Initiativen zum Umweltschutz, Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU), Osnabrück, 1997.
- Kaltschmitt et al. 1997 Kaltschmitt, M., Becher, S., Reinhard, G. A., "Nachwachsende Energieträger - Energie- und Emissionsbilanzen." In FGU, *UTEK Berlin*. Fortbildungszentrum Gesundheit- und Umweltschutz Berlin e.V., 19.-20.2.1997.
- Kaltschmitt et al. 1997b Kaltschmitt, M., Reinhard, G. A., Becher, S., *Nachwachsende Energietraeger - Grundlagen, Verfahren, Ökologische Bilanzierung*. Vieweg, Braunschweig, Wiesbaden, 1997b.
- Knoepfel 1995 Knoepfel, I., *Grundlagenuntersuchungen zum direkten und indirekten Energieverbrauch der privaten Haushalte - Ansätze zur Quantifizierung und zur sozioökonomischen Differenzierung für die Schweiz*. Inst. f. Energietechnik, LES, ETH, Zürich, 1995.
- Kok et al. 1993 Kok, R., Wilting, H. C., Biesiot, W., *Energy intensities of food*. No. Report no. 59, Interfaculty dept. of Energy and Environmental Science, State University Groningen, The Netherlands, 1993.
- Kramer et al. 1995 Kramer, K. J. & Moll, H. C., *Energie voedt: nadere analyses van het indirecte energieverbruik van voeding*. Final report to the NRP global Air Pollution and Global Change, IVEM research report No. 77, Center for Energy and Environmental Studies of the University of Groningen (IVEM RUG), The Netherlands, 1995.
- Kramer et al. 1998a Kramer, K. J., Moll, H. C., Nonhebel, S., "Greenhouse gas emissions related to Dutch food consumption." In *Energy Policy* (submitted), 1998a.
- Kramer et al. 1998b Kramer, K. J., Moll, H. C., Nonhebel, S., "Total Greenhouse Gas Emissions related to Dutch Crop Production System." In *Agriculture, Ecosystems and Environment* (submitted), 1998b.
- Kühne 1996 Carl Kühne KG, *Umweltekklärung 1995*. Öko-Audit Straelen, 1996.

- Kühne 1997 Carl Kühne KG, *Vereinfachte Umwelterklärung 1996*. Öko-Audit Straelen, 1997.
- Küsters 1998 Küsters, J., *Energiebilanzen*. unveröffentlichtes Manusscript, Hydro Agri Dülmen GmbH, Dülmen, 1998.
- Lammsbräu 1995 Neumarkter Lammsbräu, *Öko-Controlling Bericht 1994 + 95*. Umwelterklärung Neumarkt, Deutschland, 1995.
- Landbrot 1995 Märkisches Landbrot GmbH, *Endbericht Öko-Audit Modellprojekt Märkisches Landbrot GmbH*. Gefördert durch die Senatsverwaltung für Wirtschaft und Technologie, Berlin, 1995.
- LCANET Food 1998 Ceuterick, D., Cowell, S., Dutilh, C., Olsson, P., Weidema, B., Wrisberg, N., *Definition Document - LCANET Food*. Draft, 19.5.1998.
- Leupold 1998 Leupold, U., *Im Vorfeld einer Ökobilanzierung des Fisch-Konsums in der Schweiz und die Umweltverträglichkeit der Norwegischen Lachsfischzucht*. Semesterarbeit, Abt. für Umweltnaturwissenschaften, ETH, 100 Seiten, Zürich, 1.1998.
- Löwenbräu 1996 Meckatzer Löwenbräu, *Umwelterklärung der Meckatzer Löwenbräu*. Umwelterklärung Heimenkirch, Deutschland, 5.1996.
- Maibach *et al.* 1995 Maibach, M., Peter, D., Seiler, B., *Ökoinventar Transporte - Grundlagen für den ökologischen Vergleich von Transportsystemen und den Einbezug von Transportsystemen in Ökobilanzen*. Technischer Schlussbericht, Auftrag No. 5001-34730, ISBN 3-9520824-5-7, infras, Zürich, 12.1995.
- Maillefer 1996a Maillefer, C., "LCA's on Food Products for Weak Point Analysis." In Ceuterick, *International Conference on Application of Life Cycle Assessment in Agriculture, Food and Non-Food Agro-Industry and Forestry: Achievements and Prospects*. Instelling voor Technologisch Onderzoek (VITO), Brussel, Belgium, Vlaamse, 1996a.
- Maillefer 1996b Maillefer, C., *Ökobilanzen von Nahrungsmitteln*. No. EMPA VL am TWI, 19.03.1996b.
- Maillefer *et al.* 1996 Maillefer, C., Fecker, I., Reusser, L., *Ökobilanzierung von Nahrungsmitteln*. Wissenschaftlicher Schlussbericht für den Schweizerischen Nationalfonds, SPPU No. 5001-0350055, Abt. Ökologie/Kreislaufwirtschaft, EMPA, St. Gallen, 19.03.1996.
- McDonald's 1991 McDonald's, *Vergleich von Materialflüssen, Energie- und Wasserverbrauch eines McDonald's-Restaurants mit konventionellen Restaurationsbetrieben*. EWI, Zürich, 1991.
- Meier-Ploeger *et al.* 1996 Meier-Ploeger, A. & Fuchs, M., "Produktlinienanalyse eines Lebensmittels - Beispiel Joghurt aus ökologischer Erzeugung." In *Ökologie & Landbau* Vol. 24 (2): 32-35, 1996.
- Melitta 1996 Richert, H., *Ökobilanz von verschiedenen Kaffeefilter-Systemen*Melitta GmbH, 1996.
- Moerschner 1995 Moerschner, J., *Ökologische Bilanzierung der Energiebereitstellung - Methodenstudie dargestellt am Beispiel der Biomasseverfeuerung*. Diplomarbeit im Studiengang Agrarwissenschaften, Institut für Agrartechnik, Georg-August-Universität Göttingen, 1995.
- Moerschner *et al.* 1997 Moerschner, J., Gerowitt, B., Lücke, W., *Abbildung energetischer Effekte beim Vergleich von Ackerbausystemen mit geringen Intensitätsunterschieden*. Bericht, Forschungs- und Studienzentrum Landwirtschaft und Umwelt, Georg-August-Universität, Göttingen, 17.9.1997.
- Moll *et al.* 1995 Moll, H. C., Biesot, W., Vringer, K., Wilting, H. C., Blok, K., Kok, R., Noorman, K. J., Potting, J., *Reduction of CO₂ emissions by lifestyle changes*. Final report to the NRP global Air Pollution and Global Change, IVEM research report No. 80, Center for Energy and Environmental Studies of the University of Groningen (IVEM RUG), The Netherlands, 1995.
- Møller *et al.* 1996 Møller, H., Vold, M., Toresen, K., Ormstad, I., "Life Cycle Assessment of Pork and Lamb Meat." In Ceuterick, *International Conference on Application of Life Cycle Assessment in Agriculture, Food and Non-Food Agro-Industry and Forestry: Achievements and Prospects*. Instelling voor Technologisch Onderzoek (VITO), Brussel, Belgium, Vlaamse, 1996.
- Møller *et al.* 1997 Møller, H. & Høgaas, M., *Livsløpsanalyse ved produksjon av Kjøtt og melk - en vurdering av kombinert melk/kjøttproduksjon og selvrekrutterende kjøttproduksjon*. Oppdragsrapport No. OR. 53.97, Norsk Kjøtt, v/ Kjetil Toresen, Oslo, Norway, 30.6.1997.
- Müller *et al.* 1995 Müller, D., Oehler, D., Baccini, P., *Regionale Bewirtschaftung von Biomasse - Eine stoffliche und energetische Beurteilung der Nutzung von Agrarflächen mit Energiepflanzen*. No. Forschungsprojekt "Energiegras und Feldholz", ETH-Zürich, Eidg. Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz (EAWAG), Zürich, 1995.
- Neitzel 1997 Neitzel, H., "Ökobilanzen - Konzeptionelle Grundlagen und Einbindung zu ökologischen Fragestellungen in der Landwirtschaft." In Diepenbrock, W., Kaltschmitt, M., Nieberg, H., Reinhardt, G., *Umweltverträgliche Pflanzenproduktion - Indikatoren, Bilanzierungsansätze und ihre Einbindung in Ökobilanzen; Fachtagung am 11. und 12. Juli 1996 in Wittenberg*. Vol. 5, **Pages:** 219-233, Initiativen zum Umweltschutz, Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU), Osnabrück, 1997.
- Noorman *et al.* 1995 Noorman, K. J. & Schoot Uiterkamp, A. J. M., "Diagnosing household metabolism in The Netherlands." In Noorman, K. J. & Schoot Uiterkamp, A. J. M., *Proceedings of the first international HOMES/IIASA workshop*. Laxenburg, Austria, 2-3.11.1995.

- Noorman *et al.* 1998 Noorman, K. J. & Schoot Uiterkamp, A. J. M., *Green Households? Domestic Consumers, Environment and Sustainability*. Earthscan Publications Ltd., 267 Pages, London, UK, 1998.
- Oetker 1996 Dr. Oetker Nahrungsmittel KG, *Umweltbewusst aus Überzeugung*. Umweltbericht 1996.
- Ospelt 1995 Ospelt, C., *Der direkte und der indirekte Energieverbrauch der Haushalte in der Schweiz, Konzept zur Berechnung unter Verwendung der Input-Output Analyse*. Student thesis and research report, Gruppe für Energieanalysen & Laboratorium für Energiesysteme, Eidgenössische Technische Hochschule, Zürich, 1995.
- Oudshoff 1996 Oudshoff, B. C., *Energieverbruik voor buitenshuis geconsumeerde maaltijden*. IVEM-doctoraalverslag No. 42, Center for Energy and Environmental Studies of the University of Groningen (IVEM RUG), The Netherlands, 5.1996.
- Patyk *et al.* 1996 Patyk, A. & Reinhardt, G. A., "Energy and Material Flow Analysis of Fertiliser Production and Supply." In SETAC, *Presentation Summaries. 4th Symposium for Case Studies*. Brussels, 3.12.1996.
- Patyk *et al.* 1997 Patyk, A. & Reinhardt, G. A., *Düngemittel - Energie- und Stoffstrombilanzen*. Vieweg Umweltwissenschaften, 223 Seiten, Braunschweig, 1997.
- Pedersen Weidema *et al.* 1993 Pedersen Weidema, Tillman, Kooijman, Jolliet, Wegener Sleswijk, Andersson, Ohlsson, Olsson, Gysi, Teulon, Maillefer, Clift, Audsley, Pedersen, Thorsen, Trolle, Schmid, Lustrup, "Verschiedene Beiträge." In Pedersen Weidema, B., *Life Cycle Assessment of Food Products*. Lyngby, Denmark, 1993.
- Peter 1996 Peter, D., "Case Study "Feldschlösschen"." In Schalteger, S., *Life Cycle Assessment (LCA)-Quo vadis? Pages: 95ff*, Synthesebücher SPP Umwelt, Birkhäuser, Basel, Boston, Berlin, 1996.
- Petrusquelle 1996 Siegsdorfer Petrusquelle, *Umweltbericht - Fortschreibung - aus betrieblicher Ökobilanz für das Geschäftsjahr 1994/95*. Umwelterklärung Siegsdorf, Deutschland, 1996.
- Pimentel *et al.* 1997 Pimentel, D., Houser, J., Preiss, E., White, O., Fang, H., Mesnick, L., Barsky, T., Tariche, S., Schreck, J., Alpert, S., "Water Resources: Agriculture, the Environment, and Society." In *BioScience* Vol. 47 (2): 97-106, 1997.
- Probst 1997 Probst, B., *Zwei Ökobilanzen von Brot (Arbeitstitel)*. Diplomarbeit, Gruppe für Wirtschaftsgeographie und Regionalforschung, Universität Bern, in Vorbereitung für 1997.
- prüf mit 1994 Ruf Erne, C., *Haben Sie schon einmal Kilometer gegessen?* Broschüre prüf mit, Greenpeace Schweiz und des Konsumentinnenforum Schweiz, Zürich, November 1994.
- Reusser 1994 Reusser, L., *Ökobilanz des Sojaöls*. Diplomarbeit, EMPA St. Gallen und EPFL Lausanne, 1994.
- Rigendinger 1997 Rigendinger, L., *Blick über den Tellerrand - nachhaltige Entwicklung am Beispiel Ernährung - Ein Beitrag zur Strukturierung des Themas in der Bildungspraxis*. Diskussionspapier IP Gesellschaft, Dept. Umweltnaturwissenschaften, ETH, Zürich, 9.1997.
- Rossier 1995 Rossier, D., *Méthodologie pour un Ecobilan Global de L'Agriculture Suisse*. EPFZ, 1995.
- Rossier 1998 Rossier, D., *Ecobilan - adaptation de la méthode ecobilan pour la gestion environnementale de l'exploitation agricole*. srva - service romand de vulgarisation, Lausanne, 4.1998.
- Salzgeber *et al.* 1997 Salzgeber, C. & Lörcher, M., "Produktökobilanz Brot unter verschiedenen Landbaubedingungen." In Diepenbrock, W., Kaltschmitt, M., Nieberg, H., Reinhardt, G., *Umweltverträgliche Pflanzenproduktion - Indikatoren, Bilanzierungsansätze und ihre Einbindung in Ökobilanzen; Fachtagung am 11. und 12. Juli 1996 in Wittenberg*. Vol. 5, **Pages: 249-270**, Initiativen zum Umweltschutz, Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU), Osnabrück, 1997.
- SBV 1997b Schweizerischer Bauernverband, *Statistische Erhebungen und Schätzungen - über Landwirtschaft und Ernährung 1996*. Abt. Statistik, Brugg, 1997b.
- Schmidt *et al.* 1996a Schmidt, A., Holm-Christensen, B., Astrup-Jensen, A., *Miljøvenlige komfurer og ovne*. Miljøprojekt No. 338, dk-TEKNIK for Miljø- og Energiministeriet Miljøstyrelsen, København, Denmark, 1996a.
- Schmidt *et al.* 1996b Schmidt, A., Holm-Christensen, B., Astrup-Jensen, A., *Environmentally friendly cookers and ovens*. Projectsummary No. 338, dk-TEKNIK, Søborg, Denmark, 1996b.
- Schmidt-Bleek *et al.* 1996 Schmidt-Bleek *et al.*, F., *MAIA (Einführung in die Material Intensitäts-Analyse nach dem MIPS - Konzept)*. Wuppertal Institut, 4.1996.
- Schneider 1994 Schneider, H. C., *Op zoek naar energie-extensieve levensstijlen: bestedingspatronen en energiebeslag van Nederlandse huishoudens*. Report No. 9346, Communicatie- en Adviesbureau over energie en milieu, Rotterdam, March 1994.
- Simon *et al.* 1994 Kjer, I., Simon, K. H., Zehr, M., Zerger, U., Kaspar, F., Bossel, H., Meier-Ploeger, A., Vogtmann, H., "Landwirtschaft und Ernährung." In Enquete-Kommission «Schutz der Erdatmosphäre», *Landwirtschaft - Studienprogramm*. Vol. Band I, Teilband II, Studie J, Economica Verlag, Bonn, 1994.
- Spindler *et al.* 1998 Spindler, E. A., (Hrsg.), *Agrar-Öko-Audit : Praxis und Perspektiven einer umweltorientierten Land- und Forstwirtschaft*. Springer-Verlag, 410 Seiten, Berlin, Heidelberg, New York, 1998.

- Spirinckx *et al.* 1996 Spirinckx, C. & Ceuterick, D., *Comparative Life-Cycle Assessment of diesel and biodiesel*. VITO, Flemish Institute for Technological Research, Mol, Belgium, 1996.
- Stadig 1998 Stadig, M., *Life-cycle-assessment of apple production in Sweden, New Zealand and France*The Swedish Inst. for Food and Biotechnology, Göteborg, 1998.
- Stahel 1995 Stahel, U., *Ökobilanzen von Nahrungsmitteln*. No. EMPA Tage Energie und Umwelt, 15.9.1995.
- Steen 1996 Steen, B., *EPS-Default Valuation of Environmental Impacts from Emission and Use of Resources, Version 1996*. Report No. 111, IVL, Swedish Environmental Research Institute, Göteborg, Sweden, 1996.
- Sulser 1993 Sulser, M., *Alternative Energieversorgung eines Landwirtschaftsbetriebes - Auswirkungen auf den Stoffhaushalt*. Diplomarbeit, Abt. für Stoffhaushalt und Entsorgungstechnik, EAWAG, ETH Zürich, Dübendorf, 1.1993.
- Terbatec 1995 Terbatec, *Kenafanbau: Bilanz 1994*. Terbatec AG 9220 Bischoffszell, 1995.
- Udo de Haes n.d. Udo de Haes, H. A., *LCA: Approaches and bottlenecks when applied to agriculture, food and forestry*. CML, NL, Leiden, n.d.
- Udo de Haes *et al.* 1997 Udo de Haes, H. A., Bensahel, J.-F., Clift, R., Fussler, C. R., Griesshammer, R., Jensen, A. A., *Guidelines for the Application of Life Cycle Assessment in the EU ECO-Label Award Scheme*. ISBN No. 92-827-8684-6, Group des Sages, European Communities, Luxembourg, 1997.
- Udo de Haes *et al.* 1997b Udo de Haes, H. A. & de Snoo, G. R., "The Agro-Production Chain." In *Int. J. LCA* Vol. 2 (1): 33-38, 1997b.
- umberto n.d. ifu - Inst. f. Umweltinformatik & ifeu - Inst. f. Energie- und Umweltforschung, *umberto* . Programm, Beschreibung & Anhang for DOS, Heidelberg, Hamburg, n.d.
- Umweltschutzamt 1998 Traber, M., *Agenda 21 - für eine nachhaltige Entwicklung*. Umweltschutzamt, St. Gallen, 1998.
- Van den Berg 1995 Van den Berg, N., "Artificial Protein in Foods instead of Meat? The Answer by LCA." In SETAC, *Presentation Summaries. 3th Symposium for Case Studies*. Brussels, 28. 11.1995.
- Van den Berg *et al.* 1996 Van den Berg, N. W., Huppel, G., Van den Ven, B. L., Krutwagen, B., *Novel Protein Foods: Milieu-analyse van de voortbrengingsketen*. DTO werkdocument VN18 + Bijlagen Annex Delft, NL, 1996.
- van Engelenburg *et al.* 1994 van Engelenburg, B. C. W., van Rossum, T. F. M., Blok, K., Vringer, K., "Calculating the energy requirements of household purchases." In *Energy Policy* Vol. 22 (8): 648-656, 1994.
- van Zeijts 1995 van Zeijts, H., "Energy Production on Farms - Sustainability of Energy Crops." In Berk, M. M., *Climate Change Research Evaluation and Policy Implications*. **Pages:** 1113-1125, Elsevier Science, 1995.
- Vold *et al.* 1995 Vold, M. & Møller, H., *Livsløpsanalyse ved Kjøttproduksjon - en vurdering av svine- og lammekjøttproduksjon*. Oppdragsrapport No. OR. 53.95, Stiftelsen østfoldforskning, Godkjent, Norway, 21.11.1995.
- Volg 1994 Volg Konsumwaren AG, *Ökobilanz der Volg Konsumwaren AG*. Wintherthur, 2.1994.
- Vringer *et al.* 1993a Vringer, K. & Blok, K., *The direct and indirect energy requirement of households in the Netherlands*. Report No. 93100, Dept. of Science Technology and Society of Utrecht University (STS-UU), The Netherlands, Dez.1993a.
- Vringer *et al.* 1993b Vringer, K. & Blok, K., *Energy intensities of Dutch houses*. Report No. 93037, Dept. of Science Technology and Society of Utrecht University (STS-UU), The Netherlands, Dez.1993b.
- Vringer *et al.* 1995 Vringer, K. & Blok, K., *Consumption and energy requirement: a time series for households in the Netherlands from 1948 to 1992*. Report No. 95016, Dept. of Science Technology and Society of Utrecht University (STS-UU), The Netherlands, Dez.1995.
- Wackernagel *et al.* 1996 Wackernagel, M., Rees, W., Testemale, P. I., *Our Ecological Footprint - Reducing Human Impact on the Earth*. New Society Publishers, Gabriola Island, Bc, Philadelphia, PA, Canada, 1996.
- Weber *et al.* 1996a Weber, C., Gebhardt, B., Schuler, A., Fahl, U., Voß, A., *Energy consumption and airborne emissions in a consumer perspective*. Final report EU-project No. 30, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung, Stuttgart, 1996a.
- Wegener Sleeswijk *et al.* 1996 Wegener Sleeswijk, A., Kleijn, R., Zeijts, H. v., Reus, J. A. W. A., Onna, M. J. G. M.-v., Leneman, H., Sengers, H. H. W. J. M., *Toepassing van LCA voor agrarische Producten. Band 1: 1 Methodische kernpunten, 2 Aanvulling op de Handleiding LCA, 3 Methodische achtergronden; Band 2: 4a Ervaringen met de methodiek in de case akkerbouw; Band 3: 4b Ervaringen met de methodiek in de case melkveehouderij; Band 4: 4c Ervaringen met de methodiek in de case bio-energie*. Centrum voor Milieukunde Leiden, Centrum voor Landbouw en Milieu, Den Haag, 1996.
- Wegener Sleeswijk *et al.* 1996b Wegener Sleeswijk, A., Kleijn, R., Zeijts, H. v., Reus, J. A. W. A., Onna, M. J. G. M.-v., Leneman, H., Sengers, H. H. W. J. M., *Application of LCA to Agricultural Products*. CML report No. 130, Centre of Environmental Science (CML), Centre of Agriculture and Environment (CLM), Agricultural-Economic Institute (LEI-DLO), Leiden, 1996b.

- Weidema 1993 Weidema, B., *Development of a Method for Product Life Cycle Assessment with special Reference to Food Products*. Lyngby, Denmark, 1993.
- Weidema *et al.* 1995 Weidema, B., Pedersen, R. L., Drivsholm, T. S., *Life Cycle Screening of Food Products - Two Examples and some Methodological Proposals*. ATV project report Group of Cleaner Technology, I. Krüger Consult A/S, Lyngby, Denmark, January 1995.
- Werner *et al.* 1994 Werner, F. & Jans, B., *Extensivierung, Alternativkulturen oder GATT? Eine Methode zur Abschätzung der Umweltauswirkungen der Schweizer Landwirtschaft*. Diplomarbeit, Umweltnaturwissenschaften, ETH Zurich, 1994.
- Wilting *et al.* 1995 Wilting, H. C., Biesot, W., Moll, H. C., *Energie analyse programma. Handleiding versie 2.0 (EAP, Energy analysis program. Manual version 2.0)*. IVEM report No. 76, Center for Energy and Environmental Studies of the University of Groningen (IVEM RUG), The Netherlands, 1995.
- Wolfensberger *et al.* 1997 Wolfensberger, U. & Dinkel, F., *Beurteilung nachwachsender Rohstoffe in der Schweiz in den Jahren 1993-1996*. Endbericht, Im Auftrag des Bundesamt f. Landwirtschaft Carbotech, FAT, Bern, 1.1997.
- Zaccheddu 1997 Zaccheddu, E., *Bestimmung des Energieverbrauchs für die Schweizer Konsummuster - Anwendung und Anpassung einer holländischen Hybridmethode auf Schweizer Verhältnisse*. Diplomarbeit, Gruppe Energie-Stoffe-Umwelt, Institut für Energietechnik, ETH, Zürich, 2.1997.
- Zamboni 1994 Zamboni, M., *Grobabschätzung des Energieaufwandes für die Bereitstellung von ausgewählten Getränken und Nahrungsmitteln*. No. Carbotech, Zürich, im Auftrag von Greenpeace Schweiz und des Konsumentinnenforums Schweiz, November 1994.
- Zehnder 1993 Zehnder, P., *Energiebilanz eines Bauernhofs*. Diplomarbeit, Laboratorium für Energiesysteme, ETH Zurich, 1993.
- Zuberbühler 1993 Zuberbühler, B., *System "Weichkäseproduktion"*. Praktikumsbericht, Abt. für Stoffhaushalt und Entsorgungstechnik, EAWAG, Dübendorf, 1.1993.

Anhang

A.1 Adressen LCA network FOOD

LCA NETFOOD - An Environmental Study - LCA network on foods					Annex 1A
Surname	First name	Department/Institute/Lab.	Telephone	Fax	E-mail
Olsson	Per	SIK (SE)	+46 31 335 5600	+46 31 833 782	par.olsson@sik.se
Adda	Stéphanie	Ecobilan (FR) (Helène Teulon)	+33 1 53 78 23 78	+33 1 53 78 23 79	100317.1022@compuserve.com
Alber	Sebastian	ITAC, Vienna (AT)	+43 1 710 1006-11	+43 1 710 1006-12	alber@magnet.at
Audsley	Eric	Silsoe Res. Inst., Silsoe (GB)	+44 1 525 860 000	+44 1 525 860 156	eric.audsley@bbsrc.ac.uk
Brunetti	Nicola	FIDAF, Rom (IT)	+39 06 3048 4684	+39 06 3048 3220	brunettin@casaccia.enea.it
Ceuterick	Dirk	VITO, Mol (BE)	+32 14 335 853	+32 14 321 185	ceuterid@vito.be
Cowell	Sarah	Univ. of Surrey, Guildford (GB)	+44 1 483 300 800	+44 1 483 259 394	s.cowell@surrey.ac.uk
Dobson	Philippa	Pira, Leatherhead (UK)	+44 1 372 802 000	+44 1 372 802 238	packtec@pira.co.uk
Dutilh	Chris	Unilever, Vlaardingen (NL)	+31 10 460 6086	+31 10 460 6135	chris.dutilh@unilever.com
Gaillard	Gerard	FAT-T nikon, T nikon (CH)	+41 52 368 3332	+41 52 365 1190	gerard.gaillard@taen.fat.admin.ch
Goldhan	Gertraud	Fraunhofer, Freising (DE)	+49 8161 491-300	+49 8161 491-333	go@ivv.fhg.de
Hakala	Sirpa	VTT Chemical Technology (FI)	+358 9 456 6522	+358 9 456 7043	sirpa.hakala@vtt.fi, http://www.vtt.
Huyghebaert	Andr	Univ. of Ghent, Gent (BE)	+32 9 264 6163	+32 9 223 3911	andre.huyghebaert@rug.ac.be
Høgaas-Eide	Merete	Norske Meierier, Oslo (NO)	+47 22 642 590	+47 22 644 064	merete.hogaas@tine.no
Michelena	Manuel	COMA, Oiartzun-Gipuzkoa (ES)	+34 9 4349 4416	+34 9 4349 4418	coma@nova.es
Jolliet	Olivier	EPFL, Lausanne (CH)	+41 21 693 7011	+41 21 693 7084	olivier.jolliet@pres.adm.epfl.ch
Jungbluth	Niels	ETH Zentrum HAD (CH)	+41 1 632 4983	+41 1 632 1029	jungbluth@uns.unmw.ethz.ch
Kleibeuker	J.F.	Campina, Zaltbommel (NL)	+31 418571345	+31 418540306	
Kramer	Klaas Jan	IVEM, Groningen (NL)	+31 50 363 4605	+31 50 363 7168	k.j.kramer@fwn.rug.nl
Lafleur	Marije	IVAMER, Amsterdam (NL)	+31 20 525 6503	+31 20 525 5850	mlafleur@ivambv.uva.nl
Lundahl	Lars	Tetra Pak Fibre Packaging, Lund (SE)	+46 46 362 016	+46 46 363 607	lars.lundahl@tetrapak.com
Maillefer	Christian	EMPA, St. Gallen (CH)	+41 71 274 7856	+41 71 274 7862	christiane.maillefer@empa.ch
Mandanis	Andr	Nestec, Lausanne (CH)	+41 21 785 8176	+41 21 785 8553	mandanis@chlsnr.nestrd.ch
Meeuwse van Onna	Marieke	LEI-DLO, The Hague (NL)	+31 70 330 8340	+31 70 361 5624	m.j.g.meeusen-vanonna@lei.dlo.nl
Oele	Michiel	PR, Amersfoort (NL)	+31 33 455 5022	+31 33 455 5024	oele@pre.nl
Petrohilou	Ioanna	ETAT, Athens (GR)	+30 1 927 0040	+30 1 927 0041	etatinfo@hol.gr
Schreiber	Dietrich	Effem GmbH (DE)	+49 4231 94 4204	+49 423195634204	
van Dam	Adrie	TNO, Delft (NL)	+31 15 260 8741	+31 15 260 8846	a.vandam@ind.tno.nl Mobil. +31 6 5
van Zeijts	Henk	CLM, Utrecht (NL)	+31 30 244 1301	+31 30 244 1318	hvzeijts@clm.nl
von Daeniken	Albert	koscience Beratung, Zürich (CH)	+41 1 271 6875	+41 1 273 1550	oeko@dial.eunet.ch
Weidema	Bo	Techn. Univ. of Denmark (DK)	+45 45 254 662	+45 45 935 556	bow@ipulcc.pi.dtu.dk
Wrisberg	Nicoline	CML, Leiden (NL)	+31 71 527 7477	+31 71 527 7434	
Bochereau	Laurent	EUROPEAN COMMISSION XII-E/2 SDME 08-17	+32 2 296 3333	+32 2 296 4322	laurent.bochereau@dg12.cec.be
Potvin	Benedicte	Secr. of Mr Bochereau	+32 2 295 3196	+32 2 296 4322	benedicte.potvin@dg12.cec.be

Quelle: Newsletter - Information from the LCA Network March 1998, by Per Olsson

A.2 Literaturübersicht Energiebilanzierung

Die folgende Literaturübersicht wurde von Johannes Moerschner, Forschungs- und Studienzentrum Landwirtschaft und Umwelt, Am Vogelsang 6, D - 37075 Göttingen, Germany, e-mail: jmoersc.gwdg.de, Tel: +49-551-39 93 41, Fax: +49-551-39 22 95, <http://gwdu19.gwdg.de/~uaat/energ.htm>, erarbeitet und unverändert für diese Zusammenstellung übernommen.²²

- ABEL, HJ. (1997): Stoff- und Energieflüsse in der Tierproduktion. Vortrag 109. VDLUFA-Kongress.
- ABEL, HJ. (1997a): Persönliche Kalkulationsunterlagen zu Energie- und CO₂-bilanzen in der Tierproduktion.
- BERTILSSON, G. (1992): Environmental consequences of different farming systems using good agricultural practices. Proc. No. 332. The Fertilizer Society, London, 28 pp.
- BLW (schweiz. Bundesamt für Landwirtschaft, Hrsg.) (1997): Beurteilung nachwachsender Rohstoffe in der Schweiz in den Jahren 1993-1996. Endbericht einer Studie im Auftrag des BLW. Projektleitung: F. DINKEL (Carbotech AG), U. WOLFENBERGER (FAT), Basel.
- BML (Hrsg.) (1979): Agrarwirtschaft und Energie. Vortragstagung Nov. 1978 in München. Verlag Paul Parey, Hamburg, Berlin.
- BOCKMANN, O.C., O. KAARSTAD, O.H. LIE AND I. RICHARDS (1990): Agriculture and fertilizers. Norsk Hydro, Agricultural Group, Oslo, Norway, 245 pp.
- BOSMA, A.H.; I. HAGEMAN; G.H. KROEZE; F. MANDERSLOOT; B.C.P.M. VAN STRAELEN UND A. VINK (1993): Energieverbruik bij de ruwvoerteelt -en winning. Energiecoefficienten en energiemodule. IMAG-DLO, PR (In opdracht van NOVEM), Selbstverlag.
- BRAND, R.A. UND A.G. MELMAN (1993): Energie-inhoudnormen voor de veehouderij. Deel 2 (bundel proceskaarten). TNO-rapport 93-209.
- BRASCAMP, M.H. (1982): Direct en indirect energieverbruik in de Landbouw. Basismateriaal voor de LEI-energie databank. TNO-Milieu en energie, Apeldoorn, 109 pp.
- CABELA, E.; J. SCHMIDT; W. WEBER; H. BAUER UND J. PERNKOPF (1982): Energie aus Biomasse - Energiebilanzstudie. Österr. Forschungszentrum Seibersdorf (Hrsg.). Eigenverlag.
- CEUTERICK, D. (Ed.) (1996): International Conference on Application of Life Cycle Assessment in Agriculture, Food and Non-Food Agro-Industry and Forestry (4-5. April 1996, Brussel, Belgium): Achievements and Prospects. VITO, Mol, Belgium.
- CLM (Ed.) (1997): Environmental impact of biomass for energy. Proceedings of a conference in Noordwijkerhout, NL, 4-5 November 1996. CLM-Publication 313-1997.
- DALGAARD, T. (1996a): Forbrug af fossil energi på økologiske kvægbrug. Internet-Dokument auf <http://www.sp.dk/~tommy/oekoblad.htm>
- DALGAARD, T. (1996b): Ressourcestyring af fossil energi i afgrødeproduktionen. Speciale. Center for Økologi & Miljø, KVL. 116 pp. Als Internet-Dokument auf: <http://www.sp.dk/~tommy/speciale.htm>
- DASSELAAR, A. VAN UND R. POTHOVEN (1994): Energieverbruik in de Nederlandse landbouw. Vergelijking van verschillende bemestingsstrategieën. NMI (Hrsg.) Wageningen.
- DIEPENBROCK, W.; B. PELZER und J. RADTKE (1995): Energiebilanz im Ackerbaubetrieb. KTBL-Arbeitspapier 211. Landwirtschaftsverlag Münster-Hiltrup.
- DOERING, O. C. (1980): Accounting for energy in farm machinery and buildings. In: PIMENTEL, D. (ED.): Handbook of Energy Utilization in Agriculture. CRC Press, Boca Raton, Florida, 9-14.

- ECKERT, H. (1997): Stoff- und Energieflüsse in der Pflanzenproduktion. Vortrag 109. VDLUFA-Kongress.
- ECKERT, H. UND G. BREITSCHUH (1994a): Kritische Umweltbelastungen Landwirtschaft (KUL) - eine Methode zur Analyse und Bewertung der ökologischen Situation von Landwirtschaftsbetrieben. Arch. Acker-Pfl. Boden., 38, 149-163.
- ECKERT, H. UND G. BREITSCHUH (1994b): Kritische Umweltbelastungen Landwirtschaft (KUL) - Ermittlung und Bewertung der Energiebilanz. EULANU-Broschüre 10/94, Schriftenreihe TLL, 63-78.
- FEST, C. (1996): Darstellung und Anwendung der Energieanalyse zur Abbildung des Endenergieumsatzes eines Veredelungsbetriebes und eines Futterbaubetriebes. Diplomarbeit der FB Agrarwissenschaften/ H&E, Institut für Landtechnik der J.-L.-Universität Gießen.
- FLUCK, R.C. (Ed.) (1992): Energy in Farm Production. In: STOUT, B.A. (Ed. in Chief): Energy in World Agriculture, Vol. 6. Elsevier, Amsterdam, London, New York, Tokyo.
- FLUCK, R.C. AND C.D. BAIRD (1980): Agricultural energetics. AVI, Westport, Connecticut.
- GAILLARD, G. (1996): Bilan énergétique de la production agricole: prise en compte des machines et des bâtiments. Version provisoire au 22.5.1996.
- GAILLARD, G. (1996): The application of complementary processes in LCAs for agricultural renewable materials. In: CEUTERICK, D. (Ed.) (1996): International Conference on Application of Life Cycle Assessment in Agriculture, Food and Non-Food Agro-Industry and Forestry (4-5. April 1996, Brussel, Belgium): Achievements and Prospects. VITO, Mol, Belgium. 29-45.
- GEIER, U. UND U. KÖPKE (1997): Ökobilanzen in der Landwirtschaft - Bedeutung für den ökologischen Landbau. In: KÖPKE, U. UND J.-A. EISELE: Beiträge zur 4. Wissenschaftstagung zum ökologischen Landbau, Rhein. F.-W.-Universität Bonn, 3.-4. März 1997. Schriftenreihe für org. Landbau. Verlag Dr. Köster, Berlin.
- GREEN, M. B. (1987): Energy in pesticide manufacture, distribution and use. In: HELSEL, Z.R. (Ed.): Energy in Plant Nutrition and Pest Control. Elsevier, Amsterdam.
- GROSSE, W. (1984): Zum energetischen Herstellungsaufwand von Landmaschinen. Agrartechnik 34/1, 21-23.
- HAAS, G. (1996): Maßzahlen der Energieeffizienz: Brennwerte oder Lebensmittel erzeugen? Mitt. Ges. Pflanzenbauwiss. 9, 101-102.
- HANEGRAAF, M.C. UND J.A.M. VAN BERGEN (1996): Ervaringen met de energiemeeatlat veehouderij. Evaluatie van ontwikkeling en toetsing. CLM 272-1996. Eigenverlag.
- HARTMANN, H. UND A. STREHLER (1995): Die Stellung der Biomasse im Vergleich zu anderen Energieträgern aus ökonomischer, ökologischer und technischer Sicht. Landwirtschaftsverlag GmbH Münster.
- HELSEL, Z.R. (Ed.) (1987): Energy in Plant Nutrition and Pest Control. In: STOUT, B.A. (Ed. in Chief): Energy in World Agriculture, Vol. 2. Elsevier, Amsterdam, London, New York, Tokyo.
- HERSENER, J.-L.; E. MEISTER; V. MEDIAVILLA; A. LIPS; J. RUEGG; T. NUSSBAUMER; U. BASERGA; D. MÜLLER; F. DINKEL; B. WALDECK; T. TRAUBOTH MÜLLER UND B. HIRS (1997): Projekt Energiegras/Feldholz. Schlussbericht, zuhanden des Bundesamtes für Energiewirtschaft der Schweiz.
- HEYLAND, K.-U. UND S. SOLANSKY (1979): Energieeinsatz und Energieumsatz im Bereich der Pflanzenproduktion. In: KTBL 1979 (Hrsg.): Agrarwirtschaft und Energie, Vortragstagung. Berichte über Landwirtschaft, Sonderheft 195, Parey Verlag, Berlin und Hamburg. 15-30.
- HÜLSBERGEN, K.-J. (1996): Analyse von Stoff- und Energieflüssen auf betrieblicher Ebene mit dem Computermodell REPRO. In: UMWELTBUNDESAMT ÖSTERREICH (Hrsg.): "Stoffbilanzierung in der Landwirtschaft". Tagungsband zum Workshop am 20./21.6.1996 in Wien.
- HÜLSBERGEN, K.-J. UND W. DIEPENBROCK (1997): Das Modell REPRO zur Analyse und Bewertung von Stoff- und Energieflüssen in Landwirtschaftsbetrieben. In: DBU (Hrsg.) (1997): Initiativen zum Umweltschutz 5, "Umweltverträgliche Pflanzenproduktion - Indikatoren, Bilanzierungsansätze und ihre Einbindung in Ökobilanzen", schriftl. Fassung der Beiträge zur Fachtagung am 11. und 12.7.1996 in Wittenberg. Zeller Verlag Osnabrück, 159-183.

²² Für das KTBL wird zur Zeit von ihm eine kommentierte Literaturliste zu Energiebilanzen in der Innenwirtschaft erstellt, die demnächst erhältlich sein sollte.

HÜLSBERGEN, K.-J., S. BIERMANN, S. HELDT UND W.-D. KALK (1996): Ableitung standortbezogener Agrar- Umweltindikatoren zum Stoff- und Energiehaushalt und ihre Anwendung in Landwirtschaftsbetrieben des mitteldeutschen Agrarraumes. Forschungsbericht der Univ. Halle, Inst. f. Acker- u. Pflanzenbau.

IFEU (Hrsg.) (1997a), zusammengestellt von PATYK, A.: Energiebereitstellung. IFEU-Materialien: Basisdaten zur ökologischen Bilanzierung Teil 1, Heidelberg.

IFEU (Hrsg.) (1997b) zusammengestellt von BORKEN, J.; A. PATYK UND G.A. REINHARDT: Transport. IFEU-Materialien: Basisdaten zur ökologischen Bilanzierung Teil 2, Heidelberg.

IFEU (Hrsg.) (1997c), zusammengestellt von BORKEN, J.; A. PATYK UND G.A. REINHARDT: Maschinelle Feldarbeit. IFEU-Materialien: Basisdaten zur ökologischen Bilanzierung Teil 3, Heidelberg.

KALK, W.-D. (1997): Energiebilanz - Methode und Anwendung als Agrar-Umweltindikator. In: DBU (Hrsg.) (1997): Initiativen zum Umweltschutz 5, "Umweltverträgliche Pflanzenproduktion - Indikatoren, Bilanzierungsansätze und ihre Einbindung in Ökobilanzen", schriftl. Fassung der Beiträge zur Fachtagung am 11. und 12.7.1996 in Wittenberg. Zeller Verlag Osnabrück, 31-42.

KALK, W.-D. UND K.-J. HÜLSBERGEN (1996): Methodik zur Einbeziehung des indirekten Energieverbrauchs mit Investitionsgütern in Energiebilanzen von Landwirtschaftsbetrieben, Kühn-Archiv 90/1, Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin, 21-33.

KALK, W.-D.; ST. BIERMANN UND K.-J. HÜLSBERGEN (1995): Standort- und betriebsbezogene Stoff- und Energiebilanzen zur Charakterisierung der Landnutzungsintensität. Forschungsbericht 1995/10 des Instituts für Agrartechnik Bornim e.V. (ATB), Potsdam.

KALTSCHMITT, M. UND G.A. REINHARDT (HRSG.) (1997): Wachsende Energieträger. Grundlagen, Verfahren, ökologische Bilanzierung. Vieweg-Verlag.

KOHLER, N. (1994): Energie- und Stoffflußbilanzen von Gebäuden während ihrer Lebensdauer. Schlußbericht zuhanden des Bundesamtes für Energiewirtschaft, EPFL-LESO und IFIB Universität Karlsruhe. ENET, CH.

KOHLER, N. UND M. KLINGELE (1996): Ökoinventare von Baustoffen. Internet-Dokument auf http://www.ifib.uni-karlsruhe.de/forschung/e_und_s/oekoinventare.html

KTBL (Hrsg.) (1982): Musterhof Liebenau. Eine Energiebilanzstudie. BMFT-Forschungsbericht ET 5319 A. KTBL-Schrift 274, Landwirtschaftsverlag Münster-Hiltrup.

KTBL (Hrsg.) (1987): Energie und Agrarwirtschaft - Direkter und indirekter Energieeinsatz im agrarischen Erzeugerbereich in der BRD. KTBL-Schrift 320, Landwirtschaftsverlag Münster-Hiltrup.

LAMBERT, L. (1995): Bilans énergétique et écologique de la culture et de la combustion du *Miscanthus sinensis* "Giganteus" en comparaison avec le bois et le fuel domestique. Mémoire de fin d'études, 90^{ème} Promotion, FAT Tänikon.

LÜNZER, I. (1997): Energieeinsparung durch ökologische Agrar- und Eßkultur. In: WEIGER, H. UND H. WILLER: Naturschutz durch ökologischen Landbau. Deukalion. 165-184.

MAEYER, E.A.A. DE; A. VINK; H.G. BREEMHAR; A.H. BOSMA UND G.D. VERMEULEN (1995): Brandstofverbruik in de open teelten (Een modelonderzoek). IMAG-DLO (In opdracht van NOVEM), Selbstverlag.

MELMAN, A.G.; H. SCHIPHOUWER UND L.J.A.M. HENDRIKSEN (1994): Energie-inhoudnormen voor de akker- en tuinbouw. Deel 1 (hoofdrapport). TNO-rapport 94-425.

MÜLLER, D.; D. OEHLER UND P. BACCINI (1995): Regionale Bewirtschaftung von Biomasse. Eine stoffliche und energetische Beurteilung der Nutzung von Agrarflächen mit Energiepflanzen. Teil des Projektes "Energiegras und Feldholz" des schweiz. Bundesamtes für Energiewirtschaft. vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich.

OHEIMB, R. VON (1987): Indirekter Energieeinsatz im agrarischen Erzeugerbereich in der Bundesrepublik Deutschland. In: KTBL 1987 (Hrsg.): Energie und Agrarwirtschaft - Direkter und indirekter Energieeinsatz im agrarischen Erzeugerbereich in der BRD. KTBL-Schrift 320, Landwirtschaftsverlag Münster-Hiltrup. 50-92

PIMENTEL, D. (Ed.) (1980): Handbook of Energy Utilization in Agriculture. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida.

PROCÉ, C. (1986): Energieverbruik in de Nederlandse akkerbouw en veehouderij. IVEM-rapport Nr. 17. Interfacultaire Vakgroep Energie en Milieukunde Rijksuniversität Groningen.

ROGASIK, J. (1997): persönl. Mitt. vom 21.11.1997

SCHOLZ, V. UND KAULFUSS, P. (1995): Energiebilanz für Biofestbrennstoffe. Forschungsbericht 1995/3 des Instituts für Agrartechnik Bornim e.V. (ATB), Potsdam.

VDI - GESELLSCHAFT ENERGIE-TECHNIK (Hrsg.) (1997): Ganzheitliche Bilanzierung von Energiesystemen. Tagung Düsseldorf, 16. und 17.4.1997. VDI-Berichte 1328.

VDI - GESELLSCHAFT ENERGIE-TECHNIK, RICHTLINIENAUSCHUSS KUMULIERTER ENERGIEAUFWAND (Hrsg.) (1997): VDI-Richtlinie 4600, Kumulierter Energieaufwand. Begriffe, Definitionen, Berechnungsmethoden. Beuth-Verlag Berlin, Auflage 6/97.

WINTZER, D.; B. FÜRNISS; S. KLEIN-VIELHAUER; L. LEIBLE; E. NIEKE; CH. RÖSCH UND H. TANGEN (1993): Technikfolgenabschätzung zum Thema Wachsende Rohstoffe. Schriftenreihe des BML, Landwirtschaftsverlag Münster-Hiltrup.

ZEIJTS, H. VAN UND J.A.W.A. REUS (1996): Toepassing van LCA voor agrarische Produkten. 4a: Ervaringen met de methodiek in de case akkerbouw. CLM, CML, LEI-DLO. Selbstverlag.

ZWEIER, K. (1985): Energetische Beurteilung von Verfahren und Systemen in der Landwirtschaft der Tropen und Subtropen - Grundlagen und Anwendungsbeispiele. Dissertation, Institut für Agrartechnik Göttingen.

A.3 Zusammenstellung Öko-Audit in Deutschland

Die folgende Zusammenstellung von auditierten Standorten aus der Lebensmittelbranche wurde auf Grundlage von Daten der Internet Seite des DIHT²³ zusammengestellt. Einige Erläuterungen zur Liste der registrierten Standorte:

In der Spalte "Tätigkeit am Standort" wird die Art der Produktion beschrieben. Teilnahmeberechtigt sind Unternehmen, die an ihrem Standort eine Tätigkeit ausüben, die unter die Abschnitte C und D der statistischen Systematik der Wirtschaftszweige in der Europäischen Gemeinschaft (NACE Rev. 1) gemäss der Verordnung (EWG) Nr. 3037/90 des Rates fallen. Die Bedeutung ist z.B. Abteilung 15 Ernährungsgewerbe, Gruppe 15.9 Getränkeherstellung, Klasse 15.96 Brauerei

Die Standorte sind mit der genannten numerischen Bezeichnung des NACE beschrieben. Werden verschiedene Tätigkeiten einer Gruppe oder einer Abteilung an einem Standort verrichtet, werden diese nebeneinander genannt oder durch Angabe der Gruppe oder Abteilung abstrakter beschrieben. Finden sich Tätigkeiten aus mehreren Abteilungen, sind diese nebeneinander aufgeführt.

²³ <http://www.diht.de/>.

Tab. 13 Deutscher Industrie- und Handelstag: Liste der Standorte, die nach Art. 8 der Verordnung 1836/93 im Standortregister eingetragen sind

Name des Antragstellers	Anschrift des Standorts	Tätigkeit am Standort
Fläming Quellen GmbH & Co	Fläming Quellen GmbH & Co Mehlbeerenweg 2 14827 Wiessenburg	15.0
Glashäger Brunnen GmbH	Schwaaner Chaussee 1 18203 Bad Doberan	15.0
Hipp Werk KG	Münchener Straße 58 85276 Pfaffenhofen/Ilm Telefon: 08441/757658 Telefax: 08441/757402	15.0
Nestlé Deutschland AG	Werk Bissenhofen Füssener Str. 1 87640 Biessenhofen Telefon: 08341/439 200 Telefax: 08341/439 264	15.0
Nestlé Deutschland AG	Werk Weiding Menninger Straße 1 84570 Weiding Telefon: 08631 / 68 201 Telefax: 08631 / 68 214	15.0
Teutoburger Mineralbrunnen GmbH & Co.	Brockhagener Str. 200 33649 Bielefeld Telefon: 0521/489010 Telefax: 0521/4890110	15.0
Zamek Nahrungsmittelfabriken GmbH & Co. KG	Kappeler Str. 147-167 40599 Düsseldorf Telefon: 0211/7485-0 Telefax: 0211/7485-266	15.0
WCO Kinderkost GmbH Conow	Am Kalischacht 3 19294 Malliß	15.0 Ernährungsgewerbe
Kaiser's Kaffe-Geschäft AG Fleischwerk Viersen	Ernst-Moritz-Arndt-Str. 10 41747 Viersen Telefon: 02162/1050 Telefax: 02162/10 54 15.1	15.1, 15.13
Famila-Handelsmarkt Kiel GmbH & Co., Kommanditgesellschaft	Zweigstelle Fleischzentrale Neumünster Baeyerstraße 10 24536 Neumünster	15.13
H. & E. Reinert KG Westfälische Fleischwarenfabrik	Mittel-Loxten 37 33775 Versmold Telefon: 05423/9660 Telefax: 05423/966130	15.13
HALKO GmbH	Große Ringstraße 38820 Halberstadt	15.13
LEG Schölecketal GmbH u. Co. Landfleischerei Ribbenstedt KG	Mainbergstr. 15. 39356 Behnsdorf	15.13
Menzi GmbH Dr. Fuest & Lange	Friedrich-Menzefricke-Straße 16 33775 Versmold Telefon: 05423/2060 Telefax: 05423/20692	15.13

Name des Antragstellers	Anschrift des Standorts	Tätigkeit am Standort
Menzi GmbH Dr. Fuest & Lange	Sandortstraße 47 33775 Versmold Telefon: 05423/2060 Telefax: 05423/20692	15.13
Michael Schmid GmbH Feinkost-Metzgerei	Theodor-Sturm-Str. 7 93051 Regensburg	15.13
Produktivgenossenschaft des Handwerks Fleischerei Mai e.G. Lübecker Straße 88 39124 Magdeburg	Produktivgenossenschaft des Handwerks Fleischerei Mai e.G. Lübecker Straße 88 39124 Magdeburg	15.13
Schröder Fleischwaren GmbH & Co	Straße des 13. Januar 28 - 30 66121 Saarbrücken	15.13
Stockmeyer Systempack GmbH & Co. KG	Ravensberger Str. 15. 48336 Sassenberg Telefon: 05426/82272 Telefax: 05426/82222	15.13
Westfälische Fleischwarenfabrik Stockmeyer GmbH & Co. KG	Ravensberger Str. 15. 48336 Sassenberg Telefon: 05426/82272 Telefax: 05426/82222	15.13
AGRAR FRISCH GmbH Kartoffel- und Gemüsebearbeitung Wendelstorf	Kühlungsborner Str. 5 18230 Wendelstorf	15.3
Lindavia Fruchtsaft AG	Kellereiweg 8 88131 Lindau/Bodensee Telefon: 08382/2771-0 Telefax: 08382/25312	15.3
Max & Moritz Feinkost GmbH	Hansenweg 3 59494 Soest Telefon: 02921/96860 Telefax: 02961/82794	15.3
Eckes Granini GmbH & Co. KG	Werk Bröl Katharinental 53773 Hennef/Sieg	15.3, 15.9
Max Helmer GmbH	Am Kühgrund 1 86641 Rain am Lech Telefon: 09002/2025 Telefax: 09002/4739	15.31
Haus Rabenhorst O. Lauffs GmbH & Co. KG Scheurener Straße 4 53572 Unkel	Haus Rabenhorst O. Lauffs GmbH & Co. KG Scheurener Straße 4 53572 Unkel	15.32
LIBEHNA Fruchtsaft GmbH	Hallesche Straße 34 06779 Raguhn	15.32
NEU's Fruchtsäfte GmbH	Weisenheimer Str. 2 67251 Freinsheim Telefon: 06353/9344-0 Telefax: 06353/9344-33	15.32

Name des Antragstellers	Anschrift des Standorts	Tätigkeit am Standort
Kelterei A. u. W. Heil oHG Eschbacher Weg 9 35789 Weilmünster- Laubuseschbach	Kelterei A. u. W. Heil oHG Eschbacher Weg 9 35789 Weilmünster- Laubuseschbach	15.32 Herstellung von Frucht- und Gemüsesäften 15.93 Herstellung und Ver- arbeitung von Traubenwein 15.94 Herstellung von Obst- und Fruchtwein 15.95 Herstellung von son- stigen weinähnlichen Ge- tränken 15.98 Mineralbrunnen, Herstellung von Erfri- schungsgetränken
Eckes-Granini GmbH & Co. KG	Niedickstraße 50 47803 Krefeld	15.32, 15.99
Dr. Scholvien GmbH & Co. Es- senzenfabrik Am Schlangengraben 3 -5 15.397 Berlin	Dr. Scholvien GmbH & Co. Essen- zenfabrik Am Schlangengraben 3 -5 15.397 Berlin	15.33
Carl Kühne KG (GmbH & Co.)	Niederdorfer Str. 57 47638 Straelen Telefon: 02839/910-0 Telefax: 02839/910-105	15.33, 15.87
Rudolf Wild Werke Rudolf Wild Str. 4-6 69214 Eppelheim Telefon: 06221/799-0 Telefax: 06221/799-398	Rudolf Wild Str. 4-6 69214 Eppelheim Telefon: 06221/799-0 Telefax: 06221/799-398	15.3 Obst- und Gemüse- verarbeitung Herstellung von Speisen (D 15.32)
Andechser Molkerei Scheitz GmbH Molkereistraße 5 82346 Andechs	Andechser Molkerei Scheitz GmbH Molkereistraße 5 82346 Andechs	15.51
Danone GmbH Gervaisstraße 2 97199 Ochsenfurt-Goßmannsdorf	Danone GmbH Gervaisstraße 2 97199 Ochsenfurt-Goßmannsdorf	15.51
Hochland Reich, Summer & Co. KG	Kemptener Str. 17 88178 Heimenkirch Telefon: 08381/502-0 Telefax: 08381/502-202	15.51
MEGGLE GMBH	Megglesstraße 6 - 12 83512 Wasserburg	15.51
Milchwerke am Burgwald eG	Halsdorfer Straße 28 - 30 35288 Wohratal	15.51
Vereinigung Rheinischer Molke- reien GmbH & Co. KG	Westparkstraße 130 47803 Krefeld	15.51
Nestlé Deutschland AG Werk Kappeln Nestléweg 1 24376 Kappeln	Nestlé Deutschland AG Werk Kap- peln Nestléweg 1 24376 Kappeln	15.51 Milchverarbeitung (ohne Herstellung von Speiseeis) 15.86 Verarbeitung von Kaffee und Tee, Herst von Kaffeemitte 15.89 Herstellung von son- stigen Nahrungsmitteln (ohne Getränk

Name des Antragstellers	Anschrift des Standorts	Tätigkeit am Standort
Kathi-Rainer Thiele GmbH Nah- rungsmittelherstellung	Berliner Straße 216 06116 Halle/ Saale	15.6
Eidermühle GmbH	Tönninger Straße 7 25840 Friedrichstadt	15.61
Landshuter Kunst- mühle C. A. Meyers Nachfolger AG	Hammerstraße 1 84034 Landshut	15.61
Dr. August Oetker Nahrungsmittel Werk - Wittenburg - GmbH	Südning 1 19234 Wittenburg	15.8
WIESBY GmbH & Co. KG Star- terkulturen und Medien	Gotteskoogstraße 40-42 25899 Niebüll	15.8
WIESBY GmbH & Co. KG Star- terkulturen und Medien	Schmiedestraße 6 25899 Niebüll	15.8
Bäckerei Brede Luschendorfer Straße 6 23683 Scharbeutz	Bäckerei Brede Luschendorfer Straße 6 23683 Scharbeutz	15.81 15.82
Bäckerei Müller	Kirchstraße 13 56843 Irmenach	15.81
Bäckerei und Konditorei Wilhelm Schmidt Inh. Hans-Peter Schmidt Hamburger Straße 43 23843 Bad Oldesloe	Bäckerei und Konditorei Wilhelm Schmidt Elly-Heuss-Knapp-Str. 10 23843 Bad Oldesloe	15.81 15.82
Das Freibackhaus Carsten-Peter Schwartz Glockengießer Straße 42 23552 Lübeck	Das Freibackhaus Carsten-Peter Schwartz Glockengießer Straße 42 23552 Lübeck	15.81 15.82
Der Grundhofer Vollkornbäcker Peter Thaysen Dolleruper Straße 3 24977 Grundhof	Der Grundhofer Vollkornbäcker Peter Thaysen Dolleruper Straße 3 24977 Grundhof	15.81 15.82
Gebr. Klems GmbH	Tronjstraße 17 44319 Dortmund Telefon: 0231/92 47-0 Telefax: 0231/9247210	15.81
Konditorei Junge GmbH & Co. KG Hafenstraße 25 23568 Lübeck	Konditorei Junge GmbH & Co. KG Hafenstraße 25 23568 Lübeck	15.81 15.82
Zippendorfer Landbrot Bernd Sachau Arnimstraße 57 23566 Lübeck	Zippendorfer Landbrot Bernd Sachau Arnimstraße 57 23566 Lübeck	15.81 15.82
Stocker's Backstube GmbH Unternehmensgruppe Hopfsterei	Industriestraße 24 91207 Lauf a. d. Pegnitz Telefon: 09123 / 30 36 Telefax: 09123 / 44 37	15.81, 15.82
Märkisches Landbrot GmbH	Bergiusstraße 36 12057 Berlin Telefon: 030 /61 39 120 Telefax: 030 / 6845 184	15.81, 15.89
Burger Knäcke GmbH	Niegripper Chaussee 7 39288 Burg	15.82
Sandoz Ernährung GmbH Geschäftsbereich Wasa	Wasastraße 10 29229 Celle	15.82

Name des Antragstellers	Anschrift des Standorts	Tätigkeit am Standort
Diamant-Zucker KG	An den sieben Stücken 06420 Könnern Telefon: 034691 / 42 - 0 Telefax: 034691 /42222	15.83
Union-Zucker SüdhannoverGmbH Werk Nordstemmen	Calenberger Straße 36 31171 Nordstemmen	15.83
Zuckerfabrik Aktiengesellschaft Uelzen-Braunschweig	Zuckerfabrik Wieth Fabrikstraße 6 3815.9 Vechede Telefon: 0581 / 89 180 Telefax: 0581 / 89 225	15.83
Zuckerfabrik "Nordkristall" GmbH Güstrow	Verbindungschausee 18273 Güstrow Telefon: 03843/255-0 Telefax: 03843/21 11 27	15.83
Zuckerverband Aktiengesellschaft Uelzen-Braunschweig	Zuckerfabrik Königslutter Rottorfer Straße 1 - 3 3815.4 Königslutter Telefon: 05353 / 50 710 Telefax: 05353 / 50 71 72	15.83
Zuckerverbund Magdeburg GmbH Werk Klein Wanzleben	Magdeburger Str. 1-5 39164 Klein Wanzleben Telefon: 039209/40 50 Telefax: 039209/40 51 00	15.83
Zuckerverbund Nord AG Werk Clauen	Zuckerfabrik 3 31249 Hohenhameln Telefon: 0531 / 24 110 Telefax: 0531 / 24 11 109	15.83
Zuckerverbund Nord AG Werk Schladen	Bahnhofstraße 13 38315. Schladen Telefon: 0531 / 24 10 Telefax: 0531 / 24 11 109	15.83
Zuckerverbund Nord AG Werk Baddeckenstedt	Lindenstraße 4 38271 Baddeckenstedt Telefon: 0531/2411-0	15.83
Zuckerverbund Nord AG Werk Schleswig	Zuckerstraße 1 24837 Schleswig Telefon: 04621/545-0 Telefax: 04621/53271	15.83
Zuckerverbund Nord AG (ZVN) Küchenstraße 9 38100 Braunschweig	Werk Lehrte Burgdorfer Straße 4 31275 Lehrte	15.83
Zuckerverbund Nord AG (ZVN) Küchenstraße 9 38100 Braunschweig	Werk Munzel An der Zuckerfabrik 3 30890 Barsinghausen	15.83
Zuckerfabrik "Nordkristall" GmbH Güstrow	Verbindungschausee 18273 Güstrow Telefon: 03843/255-0 Telefax: 03843/21 11 27	15.83 Produktion von Weißzucker, Melasse, Pellets, Carbokalk
Zucker-Aktiengesellschaft Uelzen-Braunschweig	Lüneburger Str. 118 29525 Uelzen Telefon: 0581/89-202 Telefax: 0581/89-277	15.83 Zuckerindustrie

Name des Antragstellers	Anschrift des Standorts	Tätigkeit am Standort
Alfred Ritter GmbH & Co. KG	Alfred-Ritter-Str. 15. 71111 Waldenbuch Telefon: 0715.7/97-303 Telefax: 0715.7/97-394	15.84
Alfred Ritter GmbH & Co. KG Schokoladenfabrik	Kuchenäcker 1 72135 Dettenhausen	15.84
Confidessa Confiterie Spezialitäten Produktions- und Vertriebs- Gesellschaft mit beschränkter Haftung	Wittestraße 26 e - d 13509 Berlin Telefon: 030/43006-0 Telefax: 030/43239-10	15.84
Fine Foods International GmbH & Co. Deutsche KG	Riedelstraße 17 12347 Berlin Telefon: 030/60097-0 Telefax: 030/60097-140	15.86
Viana Naturkost GmbH	Willi-Graf-Str. 88 53881 Euskirchen	15.88
Frischkeim Naturkost GmbH	Brücke 27 42499 Hückeswagen	15.89
SWISS CAPS SCA Lohnherstel- lungs GmbH	Grassinger Straße 9 83043 Bad Aibling	15.89 24.52
Nordbrand Nordhausen GmbH	Bahnhofstr. 25 99734 Nordhausen	15.9 Getränkeherstellung
Johann Spielmann GmbH	Schwanhildenstr. 35 45141 Essen Telefon: 0201/24548-0 Telefax: 0201/292815.	15.90
Wilthener Weinbrennerei GmbH Thälmannplatz 8 02681 Wilthen	Wilthener Weinbrennerei GmbH Thälmannplatz 8 02681 Wilthen	15.91 Herstellung von Spi- rituosen 15.92 Alkoholbrennereiy Erzeugung von Strom, Gas, Dampf und Heiß- wasser
Friesisches Brauhaus zu Jever	Zweigniederlassung der Bavaria St.-Pauli Brauerei AG Elisabethufer 18 D-26441 Jever	15.96
Adlerbrauerei Rettenberg Herbert Zötler GmbH	Grüntenstraße 2 87549 Rettenberg Telefon: 08327 / 70 33 Telefax: 08327 / 74 87	15.96
Bavaria St.-Pauli Brauerei AG	Friesisches Bauhaus zu Jever Elisabethufer 18 26441 Jever	15.96
Bergische Löwen-Brauerei GmbH & Co. KG	Bergisch Gladbacher Straße 116 51065 Köln	15.96
BRAUEREI FRANZ XAVER GLOSSNER	Schwesterhausgasse 9 - 15., Am 92318 Neumarkt i. d. Opf.	15.96 15.98

Name des Antragstellers	Anschrift des Standorts	Tätigkeit am Standort
Brauerei Iserlohn Öko-Audit GbR bestehend aus der Brauerei Iserlohn Produktions GmbH und der Brauerei Iserlohn GmbH	Grüner Talstraße 40 - 50 58644 Iserlohn Telefon: 02371/957-0 Telefax: 02371/957-299	15.96
Brauerei Schlösser Öko-Audit GbR bestehend aus der Brauerei Schlösser Produktions GmbH und der Brauerei Schlösser GmbH	Münsterstraße 15.6 40476 Düsseldorf Telefon: 0211/44 94-0 Telefax: 0211/44 62 89	15.96
Bürger- & Engelbräu AG	Dr.-Karl-Lenz-Str. 68 87700 Memmingen	15.96
Dortmunder Brau Union GmbH	Lütgendortmunder Hellweg 242 44388 Dortmund	15.96
Düsseldorfer Privatbrauerei Frankenheim GmbH & Co. KG	Kreitzweg 10 41472 Neuss	15.96
Flensburger Brauerei Emil Petersen GmbH & Co. KG	Munketoft 12 24937 Flensburg Telefon: 0461 / 863 - 0 Telefax: 0461 / 863 200	15.96
Fürstlich Fürstenbergische Brauerei KG	Postplatz 1 - 4 78166 Donaueschingen Telefon: 0771 / 86 - 0 Telefax: 0771 / 86 - 302	15.96
Heidelberger Schloßquell-Brauerei GmbH	Bergheimer Str. 89-93 69115. Heidelberg Telefon: 06221/90 14-0 Telefax: 06221/90 14-55	15.96
Löwenbrauerei Hall Fr. Erhard GmbH & Co.	Ritterstr. 6 74523 Schwäbisch-Hall Telefon: 0791/509-01 Telefax: 0791/509-340	15.96
Meckatzer Löwenbräu Benedikt Weiß KG	Meckatz 102 88178 Heimenkirch Tel.: 08381/5040 Fax: 08381/50443	15.96
Mercedes-Benz Lenkungen GmbH	Rather Str. 51 40467 Düsseldorf	15.96
Neumarkter Lammsbräu Gebr. Ehmsperger, Inh. Dr. Franz Ehmsperger	Amberger Str. 1 92318 Neumarkt Telefon: 09181/40411 Telefax: 09181/40449	15.96
Oderland Brauerei GmbH Lebuser Chaussee 3 15.234 Frankfurt (Oder)	Oderland Brauerei GmbH Lebuser Chaussee 3 15.234 Frankfurt (Oder)	15.96
Privatbrauerei Moritz Fiege	Scharnhorststraße 19 - 25 44787 Bochum Telefon: 0234 /6898107 Telefax: 0234 /6898111	15.96

Name des Antragstellers	Anschrift des Standorts	Tätigkeit am Standort
Privatbrauerei M. C. Wieninger GmbH & Co. KG	Poststraße 1 83317 Teisendorf Telefon: 08666/8020 Telefax: 08666/802769	15.96
Private Weissbierbrauerei G. Schneider & Sohn KG	Emil-Ott-Str. 1 - 5 93309 Kelheim Telefon: 09441/705-15.5 Telefax: 09441/705-190	15.96
Reudnitzer Brauerei GmbH	Mühlstraße 13 04317 Leipzig Telefon: 0341/26 71-0 Telefax: 0341/26 71 448	15.96
Schultheiss-Brauerei-Verbund Standort Berlin	Indira-Gandhi-Straße 66-69 13053 Berlin Telefon: 030/9609-0 Telefax: 030/9230352	15.96
WARSTEINER BRAUEREI	Haus Cramer GmbH & Co. KG Domring 4 - 10 59581 Warstein Telefon: 02902/88-0 Telefax: 02902/88-299	15.96
Westerwald-Brauerei H. Schneider	Gehlerter Straße 57627 Hachenburg	15.96
Brauerei Iserlohn Öko-Audit GbR bestehend aus der Brauerei Iserlohn Produktions GmbH und der Brauerei Iserlohn GmbH	Grüner Talstraße 40 - 50 58644 Iserlohn Telefon: 02371/957-0 Telefax: 02371/957-299	15.96 Brauerei (D)
Brauerei Reichenbrand GmbH & Co.	Zwickauer Str. 478 09117 Chemnitz	15.96 Brauerei
Einbecker Brauhaus AG	Betriebsstätte Göttingen Brauweg 18 37073 Göttingen Telefon: 0551/50 75 60 Telefax: 0551/50 75 62 3	15.96 Brauerei
Einbecker Brauhaus AG	Papenstraße 4-7 37574 Einbeck Telefon: 05561/79 70 Telefax: 05561/79 72 19	15.96 Brauerei
Rheinisch-Bergische Brauerei GmbH & Co. KG	Alteburger str. 145-15.5 50968 Köln Telefon: 0221/3 77 92 07 Telefax: 0221/3 77 91 33	15.96 Brauerei
Sternquell-Brauerei GmbH	Gewerbegebiet Neuensalz/Nord Zum Plom 18 08529 Plauen	15.96 Brauerei
AuerBräu AG	Münchener Straße 80 - 82 83022 Rosenheim	15.96 Brauerei 15.98 Mineralbrunnen, Herstellung von Erfrischungsgetränken
Licher-Privatbrauerei Ihring-Melchior GmbH & Co. KG	In den Hardtberggärten 35423 Lich Telefon: 06404/820 Telefax: 06404/820-117	15.96, 15.97

Name des Antragstellers	Anschrift des Standorts	Tätigkeit am Standort
Wilh. Heine Malzfabrik GmbH & Co. KG	Friedrich-Ebert-Platz 22 D-31226 Peine	15.97
Westdeutsche Mälzerei GmbH	Weserstr. 31 44579 Castrop-Rauxel Telefon: 02305-73603 Telefax: 02305/77969	15.97 Mälzerei (D)
Apollinaris & Schweppes GmbH & Co.	Landskronerstraße 175 53474 Bad Neuenahr-Ahrweiler Telefon: 02641/82 217 Telefax: 02641/82 144	15.98
Artus Mineralquellen GmbH & Co. KG	Brunnenallee 1 53332 Bornheim Roisdorf	15.98
Artus Mineralquellen GmbH & Co. KG	Im Strang 40 53557 Bad Honningen	15.98
Bad Dürrheimer Mineralbrunnen GmbH & Co. Heilbrunnen	Seestraße 11 78073 Bad Dürrhein Telefon: 07726/6609-0 07726/6609-298	15.98
Blaue Quellen und Mineral- und Heilbrunnen AG Fürst Bismarck Quelle Schönningstedter Straße 215.21 Aumühle	Fürst Bismarck-Quelle im Sachsenwalde Aumühle, Zweign. der Firma Blaue Quellen Mineral- und Heilbrunnen AG Schönningstedter Straße 215.21 Aumühle	15.98
Ensinger Mineral-Heilquellen GmbH	Horrheimer Str. 28-30 71665 Vaihingen/Enz-Ensingen	15.98
Gerolsteiner Brunnen GmbH & Co.	Brunnenstr. 1 54568 Gerolstein Telefon: 06591/14-0 Telefax: 06591/14-206	15.98
Getränke Wüllner GmbH & Co. KG	Detmolder Str. 441 33605 Bielefeld Telefon: 0521/208820 Telefax: 0521/2088220	15.98
HARZER GRAUHOF-BRUNNEN Blaue Quellen Mineral- und Heilbrunnen AG	38664 Goslar Telefon: 05321/566-0 Telefax: 05321/84634	15.98
Hassia & Luise Mineralquellen Bad Vilbel GmbH & Co.	Gießener Str. 18-28 61118 Vilbel	15.98
Odenwald-Quelle Strauch GmbH & Co. KG	Ludwigstr. 100 64646 Heppenheim Telefon: 06252/123-0 Telefax: 06252/123 200	15.98
Rhenser Mineralbrunnen Zweigniederlassung der Blaue Quellen Mineral- und Heilbrunnen AG	Brunnenstraße 2-8 56321 Rhens	15.98
Rietenauer Mineralquellen Zweigniederlassung der Blaue Quellen Mineral- und Heilbrunnen AG	Badstraße 20/28 715.46 Aspach-Rietenau	15.98

Name des Antragstellers	Anschrift des Standorts	Tätigkeit am Standort
Siegsdorfer Petrusquelle GmbH Höpflinger Weg 8 83313 Siegsdorf	Siegsdorfer Petrusquelle GmbH Höpflinger Weg 8 83313 Siegsdorf	15.98
Sinziger Mineralbrunnen GmbH	Bodendorfer Str. 4 53489 Sinzig Telefon: 02642/4006-41 Telefax: 02642/4006-27	15.98
VILSA-Brunnen O. Rodekohl GmbH & Co.	Alte Drift 1 27305 Bruchhausen-Vilsen	15.98
Wildbadquelle Mineralbrunnen GmbH & Co. KG	Ritterstr. 6 74523 Schwäbisch-Hall Telefon: 0791/509-02 Telefax: 0791/509-340	15.98
Margon Brunnen GmbH	Burkhardswalde 011809 Müglitztal Telefon: 035027/7-0 Telefax: 035027/7-103	15.98 Mineralbrunnen, Herstellung von Erfrischungsgetränken
Neuselters Mineralquelle Selters an der Lahn	In den Selterswiesen 35792 Löhnberg Telefon: 06473/39-0 Telefax: 06473/39-140	15.98, 15.99
Oppacher Mineralquellen	Brunnenstraße 1 02736 Oppach Telefon: 035936/37476 Telefax: 035936/37479	15.98, D 15.99 Mineralbrunnen, Herstellung von Erfrischungsgetränken