

**Guido Reinhardt
Sven Gärtner
Julia Münch
Sebastian Häfele**



Ökologische Optimierung regional erzeugter Lebensmittel: Energie- und Klimagasbilanzen



Heidelberg 2009

Erstellt im Auftrag der Universität Rostock als Teilprojekt im Vorhaben „Regionale Erzeugung, Verarbeitung und Vermarktung von Lebensmitteln“, gefördert vom Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV).

Diese Studie ist im Internet unter www.ifeu.de/lebensmittel abrufbar.

IMPRESSUM

Herausgeber: ifeu – Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH

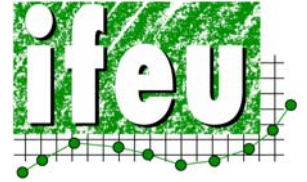
Autoren: Dr. Guido Reinhardt
Sven Gärtner
Julia Münch
Sebastian Häfele

Gestaltung: ifeu – Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH,
www.ifeu.de

Erscheinungsjahr: 2009

Bildquellen: Titelblatt, S. 6, S. 8-13, S. 51: © felix / **FOTOLIA**
Titelblatt, S. 6, S. 14-19, S. 51: © jerome signoret / **FOTOLIA**
Titelblatt, S. 6, S. 20-29, S. 51: © Teamarbeit / **FOTOLIA**
Titelblatt, S. 6, S. 30-35, S. 52: © Helmut Niklas / **FOTOLIA**
Titelblatt, S. 6, S. 36-41, S. 52: © wrw / **PIXELIO**
Titelblatt, S. 6, S. 42-48, S. 52: © seen / **FOTOLIA**

60 Seiten



Inhalt

1	Hintergrund und Ziel	1
2	Methodik und Vorgehensweise	3
2.1	Vorgehensweise	3
2.2	Analysierte Umweltwirkungen	4
2.3	Datenbasis	5
2.4	Auswahl der Produkte	6
2.5	Allgemeine Festlegungen	7
3	Lebensmittel im Vergleich	8
3.1	Apfel	8
3.1.1	Beschreibung der untersuchten Lebenswege	8
3.1.2	Ergebnisse	10
3.1.3	Diskussion	12
3.1.4	Fazit	13
3.2	Kopfsalat	14
3.2.1	Beschreibung der untersuchten Lebenswege	14
3.2.2	Ergebnisse	15
3.2.3	Diskussion	18
3.2.4	Fazit	18
3.3	Rindfleisch	20
3.3.1	Beschreibung der untersuchten Lebenswege	20
3.3.2	Ergebnisse	23
3.3.3	Diskussion	27
3.3.4	Fazit	28
3.4	Bier	30
3.4.1	Beschreibung der untersuchten Lebenswege	30
3.4.2	Ergebnisse	31
3.4.3	Diskussion	34
3.4.4	Fazit	34
3.5	Brot	36
3.5.1	Beschreibung der untersuchten Lebenswege	36
3.5.2	Ergebnisse	38
3.5.3	Diskussion	40
3.5.4	Fazit	40

3.6	Milch	42
3.6.1	Beschreibung der untersuchten Lebenswege	42
3.6.2	Ergebnisse	44
3.6.3	Diskussion	47
3.6.4	Fazit	48
4	Zusammenfassung, Schlussfolgerungen und Handlungsempfehlungen	49
4.1	Ergebniszusammenfassung	49
4.2	Schlussfolgerungen	52
4.3	Handlungsempfehlungen	53
5	Literatur	57

Danksagung

Das Vorhaben „Regionale Erzeugung, Verarbeitung und Vermarktung von Lebensmitteln“ wurde vom Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) unterstützt, dem wir für die Förderung danken. Die vorliegende Teilstudie „Ökologische Optimierung regional erzeugter Lebensmittel“ wurde von der Universität Rostock in Auftrag gegeben. Wir bedanken uns herzlich bei Prof. Dr. Hans Kögl für die Auftragsvergabe und die reibungslose Zusammenarbeit im Projekt. Ebenso geht unser Dank an Dr. agr. Ines Heer, aktuell an der Justus-Liebig-Universität Gießen, die an der Initiierung des Projekts beteiligt war. Besonders bedanken wir uns bei Jana Tietze, die das Projekt koordiniert hat, für eine äußerst fruchtbare und angenehme Zusammenarbeit.

Unser besonderer Dank gilt Martina Krüger und Andreas Detzel aus unserem Hause, die Daten zu Verpackungen bereitgestellt und durch ihre Einsatzbereitschaft entscheidend zur Qualität der Studie beigetragen haben. Des Weiteren bedanken wir uns bei allen Personen am IFEU, welche die Güte unserer Studie mit ihren kritischen Anmerkungen und konstruktiven Vorschlägen noch verbessert haben.

Darüber hinaus sei hier den vielen Personen gedankt, die für Befragungen zur Verfügung standen und deren Auskünfte und Hintergrundinformationen entscheidend zum Gelingen der Studie beitrugen. In alphabetischer Reihenfolge seien hier genannt:

Herr J. Bünnemeyer aus Friesoythe, Herr W. Engelhart von der Ulmer Fleisch Schlacht- und Zerlegebetriebe GmbH, Herr G. Hager von der Pack-Marketing GmbH, Herr M. Harsch der LVVG Aulendorf, Herr Ch. Hintze von der LVG Heidelberg, Herr A. Holtmanns von der Fa. Schommer, Frau M. Hubar vom Milchindustrie Verband, Herr M. Köhler & Herr K. Krieg von der LEL, Frau Dr. M. Lanari vom Nationalen Institut für Agrartechnologie Argentinien, Herr U. Liebe-Beyer von der ZMP GmbH, Herr L. Lücken von der CMA, Herr Dr. Luxenhofer von der Pack Force Oberursel, Herr Dr. J. Martin vom Institut für Tierproduktion Dummerstorf, Herr M. Moosmeyer vom Institut für Landtechnik, Freising, Herr M. Müller vom Wissenschaftszentrum Weihenstephan, Herr. Dr. R. Over von der LEL, Herr J. Peschek von der LfL Bayern, Herr I. Kreye der Poppen GmbH, Frau H. Sauer von der LVG Heidelberg, Herr Dr. S. Schäfer vom Institut für Agrar- und Ernährungswissenschaften Halle, Herr J. Schlaghecken vom Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum Rheinpfalz, Frau M. Seng vom BVL, Frau Dr. M. Siegmund-Schultze vom Institut für Tierproduktion in den Tropen und Subtropen Hohenheim, Frau Dr. M. Velik vom Institut für Nutztierforschung in Irdning, Herr B. Voss von der Molkerei Ammerland eG und Herr D. Widemann vom Obstgroßmarkt Markdorf.

Herzlich bedanken möchten wir uns auch bei Christina Braml für die sprachliche Überarbeitung des Berichtes.

Zudem danken wir ganz herzlich unseren Familienmitgliedern und Freunden für fruchtbare Diskussionen und stete seelische Unterstützung in Zeiten erhöhten Arbeitsaufwandes.

1 Hintergrund und Ziel

Diverse Lebensmittelskandale in den vergangenen Jahren haben zu einer starken Verunsicherung der Konsumenten geführt. Diese interessieren sich inzwischen verstärkt für die Bedingungen, unter welchen ihre Nahrungsmittel produziert und vertrieben werden. Regionale Produkte erfreuen sich daher immer größerer Beliebtheit. Ein nachhaltiges Produkt sollte energieeffizient produziert werden, die Umwelt möglichst wenig belasten, dabei aber preisgünstig und sozial verträglich sein. Um zu einer ganzheitlichen Bewertung der Vor- und Nachteile regionaler Produkte zu gelangen, initiierte das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz 2007 das Projekt „Regionale Erzeugung, Verarbeitung und Vermarktung von Lebensmitteln“. Dieses Projekt widmet sich der Fragestellung, inwieweit regionale Produkte tatsächlich dem oben genannten Nachhaltigkeitsanspruch gerecht werden. Durchgeführt wird es von der Universität Rostock in Zusammenarbeit mit dem Thünen-Institut für Regionalentwicklung e. V. und dem Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg (IFEU).

Verbraucher gehen oft davon aus, dass regionale Produkte nicht nur sozial vorteilhaft sind, beispielsweise durch eine damit verbundene Förderung ländlicher Entwicklung, sondern auch ökologisch, da für solche Produkte im Vergleich zu importierten Lebensmitteln aus der EU oder vom Weltmarkt weniger Energie beim Transport aufgewendet werden muss. Diese Annahme ist aber nur richtig, wenn die Produktionsmethoden exakt übereinstimmen. Sind diese unterschiedlich, dann können überregional oder international produzierte Lebensmittel auch ökologische Vorteile gegenüber regionalen Produktionsweisen zeigen – nämlich dann, wenn die höheren Aufwendungen für den längeren Transport durch geringere Aufwendungen in der Produktion kompensiert werden können.

In den letzten Jahren wurden in diversen Studien die ökologischen Auswirkungen der Produktion verschiedener Lebensmittel untersucht (Carbon Trust 2006, Carlsson-Kanyama & Faist 2000, Defra 2006, EEA 2005, Fritsche & Eberle 2007, Hirschfeld et al. 2008, Jungbluth 2000, Jungbluth & Demmeler 2005, Wiegmann et al. 2005, u. a.). Jedoch finden sich wenige Untersuchungen, die eine regionale Produktion mit überregionaler oder internationaler Produktion vergleichen, und dabei mehrere Lebensmittel aus unterschiedlichen Produktgruppen betrachten. Daher wurde das IFEU beauftragt, in dem Teilbereich „Ökologische Optimierung regional erzeugter Lebensmittel“ des oben aufgeführten Forschungsvorhabens die ökologischen Folgewirkungen der Produktion ausgewählter Lebensmittel hinsichtlich Klima- und Ressourcenschutz zu analysieren.

Ziel der Studie ist die ökologische Bewertung von Lebensmitteln verschiedener Produktgruppen auf der Basis von Energie- und Klimagasbilanzen. Dabei sind insbesondere folgende Teilziele von Interesse:

- Ökologischer Vergleich regional erzeugter Produkte und regionaler Vermarktungswege mit überregionaler Produktion und deren Vermarktung auf Basis des Verbrauchs an fossilen Energieträgern und der Emission von Treibhausgasen
- Ermittlung von Optimierungspotenzialen durch Untersuchung verschiedener Variationen in Produktion, Transport, Vermarktung, Einkauf, etc.
- Ableitung von Handlungsempfehlungen

Zur Durchführung der Studie wurden für jedes betrachtete Lebensmittel Energie- und Treibhausgasbilanzen erstellt und Schwachstellen analysiert. Darauf aufbauend wurden Sensitivitätsanalysen durchgeführt, welche Aufschluss darüber geben, inwieweit Änderungen an einem betrachteten Parameter wie z. B. Transportlänge, Kühlung, etc. das Ergebnis beeinflussen.

In den folgenden Kapiteln werden zuerst die Vorgehensweise und Methodik kurz erläutert (Kap. 2) und anschließend die sechs untersuchten Lebensmittel präsentiert (Kap. 1). Jedes Unterkapitel (Kap. 3.1 bis 1.1) ist dabei gegliedert in eine Beschreibung der jeweiligen Produktlebenswege, in die Darstellung und Diskussion der Ergebnisse sowie in ein Fazit. In Kap. 1 werden die Einzelergebnisse kurz zusammengefasst, Schlussfolgerungen abgeleitet sowie Handlungsempfehlungen gegeben.

2 Methodik und Vorgehensweise

Die ökologische Nachhaltigkeit der Nahrungsmittelproduktion ist neben der sozialen und wirtschaftlichen Nachhaltigkeit von großer Bedeutung, da die Auswirkungen einer nicht-nachhaltigen Produktion für den Verbraucher sowohl unmittelbar im Alltagsleben, als auch mittelbar zu spüren sind: unmittelbar beispielsweise, wenn Pestizid-Rückstände in Lebensmitteln nachgewiesen werden oder durch fehlerhafte Fruchtfolgestaltung Ernteausfälle auftreten, und mittelbar, wenn durch die Produktion ein Übermaß an fossilen Ressourcen verbraucht oder ein Produkt besonders klimaschädlich produziert wird. Um die ökologische Nachhaltigkeit eines Produktes bewerten zu können, muss daher dessen gesamter Lebenszyklus betrachtet werden. Dies geschieht mithilfe einer Übersichts-Ökobilanz.

2.1 Vorgehensweise

Die Energie- und Treibhausgasbilanzen für die einzelnen Lebensmittel wurden als Übersichts-Ökobilanzen in Anlehnung an die Ökobilanz-Normen 14040 & 14044 erstellt (DIN 14040/44 2006). Aufgrund der Art des Erkenntnisinteresses wurden übersichtsartige Bilanzen angefertigt, die keiner externen Begutachtung (wie in den Normen vorgeschrieben) unterzogen wurden. Dennoch können die Ergebnisse als belastbar angesehen werden. Der Schwerpunkt der Übersichtsökobilanzen liegt auf Energie- und Klimagasbilanzen, da dies der Verknappung der Ressourcen und dem Klimawandel als aktuellen Themen Rechnung trägt. Im Detail werden alle Transporte, Nebenprodukte und deren Nutzen sowie Abfälle und Emissionen berücksichtigt, so dass eine solche Lebensweganalyse 500 bis 1000 Einzelprozesse beinhalten kann. Der Lebensweg eines Produkts wird „von der Wiege bis zur Bahre“ vollständig betrachtet. Insbesondere werden berücksichtigt:

- Input- und Outputflüsse (Rohstoffe, Produktionsmittel, Energieaufwand, Abfälle, Emissionen, usw.)
- potenzielle Umweltwirkungen wie Treibhauseffekt und Verbrauch fossiler Ressourcen des betrachteten Produktsystems

Damit liefern Ökobilanzen umfassende Informationen nicht nur zu den ökologischen Auswirkungen des gesamten Lebenswegs, sondern auch zu Einflüssen einzelner Produktionsschritte. In Abb. 2-1 sind die einzelnen Lebenswegabschnitte beispielhaft anhand eines vereinfachten, schematischen Lebenswegs für das Produkt Apfel aufgeführt. Für jeden Abschnitt werden die benötigten Inputs und Outputs erfasst. Somit wird der Einfluss der einzelnen Lebenszyklusabschnitte auf das Gesamtergebnis sowie die sich daraus ergebenden wichtigsten Parameter identifiziert. Anhand dieser Parameter werden dann über Sensitivitätsanalysen (Variationen) ökologische Schwachstellen ermittelt und mögliche Optimierungspotenziale ausgedeutet. Dadurch lassen sich Optionen ableiten, wie ökologisch vorteilhafte bzw. nachteilige Pfade regionaler Produkte zu optimieren sind.

Auf Basis dieser Informationen erfolgt abschließend eine Bewertung und es werden Handlungsempfehlungen abgeleitet.

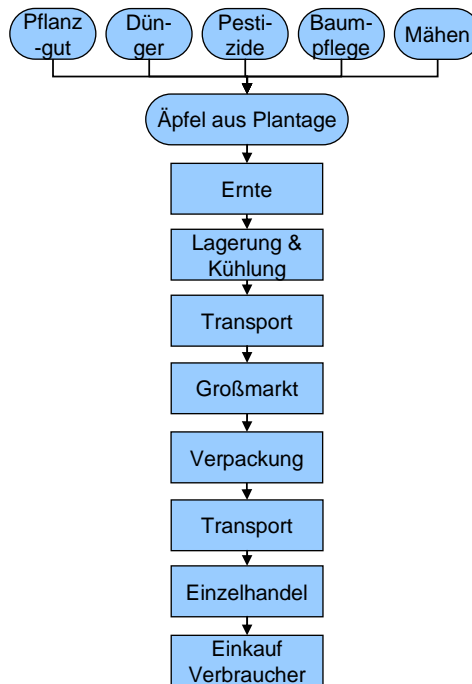


Abb. 2-1: Vereinfachter schematischer Lebensweg für das Produkt Apfel (Quelle: IFEU 2009)

Sensitivitätsanalysen können zum einen aufzeigen, wie sich reale Veränderungen in Daten, beispielsweise in Transportdistanzen, auf die Bilanzergebnisse auswirken. Zum anderen dienen Sensitivitätsanalysen dazu, Datenunsicherheiten aufzugreifen und die Richtungssicherheit von Ergebnissen sicherzustellen. Ist beispielsweise der Energiebedarf einer Produktion mit einer hohen Datenunsicherheit belastet, so hilft die Variation des Energiebedarfs, die Auswirkungen dieser Datenunsicherheit zu bestimmen. In der vorliegenden Studie wurden für viele Prozessschritte zunächst Durchschnittswerte angesetzt und anschließend deren Datengüte und damit auch die Richtungssicherheit der Ergebnisse durch Sensitivitätsanalysen zusätzlich abgesichert.

2.2 Analyisierte Umweltwirkungen

Die hier bilanzierten Umweltwirkungen ‚Energieaufwand‘ und ‚Treibhauseffekt‘ sind in Tabelle 2-1 beschrieben. In Tabelle 2-2 sind für diese Umweltwirkungen die Indikatoren, Sachbilanzgrößen und Äquivalenzfaktoren zusammengestellt.

Tabelle 2-1: Untersuchte Umweltwirkungen

Umweltwirkung	Beschreibung
Energieaufwand	In der Kategorie Ressourceninanspruchnahme sind die nicht erneuerbaren (fossilen) Energieträger Erdöl, Erdgas und Kohle sowie Uranerz dargestellt. Im Folgenden wird diese Umweltwirkung der einfacheren Formulierung wegen mit „Energieaufwand“ bezeichnet und über die sogenannte Primärenergie (PE) in MJ zusammengefasst.
Treibhauseffekt	Erwärmung der Atmosphäre in Folge der Freisetzung klimawirksamer Gase, wobei hier nur der anthropogene Treibhauseffekt betrachtet wird. Neben Kohlenstoffdioxid (CO ₂) wird eine Reihe weiterer Spurengase wie Methan (CH ₄) und Lachgas (Distickstoffoxid, N ₂ O) erfasst. Da diese Klimagase unterschiedlich stark zum Treibhauseffekt beitragen, wird ihr Treibhauspotenzial mittels Äquivalenzfaktoren in Kohlenstoffdioxid-Äquivalente (CO ₂ -Äquivalente) umgerechnet.

Tabelle 2-2: Indikatoren, Sachbilanzgrößen und Äquivalenzfaktoren zu den untersuchten Umweltwirkungen

Umweltwirkung	Indikator	Sachbilanzgröße	Formel	Äquivalenzfaktor
Energieaufwand	Kumulierter Primärenergieaufwand aus erschöpflichen Quellen in MJ	Erdöl	-	-
		Erdgas	-	-
		Steinkohle	-	-
		Braunkohle	-	-
		Uranerz	-	-
Treibhauseffekt	CO ₂ -Äquivalente in kg	Kohlenstoffdioxid	CO ₂	1
		Lachgas (Distickstoffoxid)	N ₂ O	298
		Methan fossil*	CH ₄	27,75
		Methan biogen**	CH ₄	25

* inkl. CO₂-Wirkung nach der CH₄-Oxidation in der Atmosphäre

**ohne CO₂-Wirkung nach der CH₄-Oxidation in der Atmosphäre

Quellen: IPCC 2007, IFEU 2008 basierend auf IPCC 2007

2.3 Datenbasis

Die Daten für die Erstellung der Energie- und Treibhausgasbilanzen stammen aus verschiedenen Quellen. Vorwiegend wurden für alle Produkte und Prozesse Durchschnittswerte angesetzt, die keinen spezifischen Einzelprozess widerspiegeln.

- Die meisten Basisdaten für Energiebedarfsmengen und Transportprozesse sind der IFEU-internen Datenbank entnommen. Sie wurden im Laufe der Jahre für diverse Ökobilanzstudien des IFEU erarbeitet, validiert und fortgeschrieben (IFEU 2008).
- Einige Daten zu Produktionsprozessen entstammen ecoinvent (2007) und GEMIS (2007), Daten zu landwirtschaftlichen Prozessen sind unter anderem auf KTBL (2005) und Widemann (2008) zurückzuführen. Alle Daten aus externen Quellen wurden durch das IFEU auf Konsistenz überprüft und gegebenenfalls an die hier zugrunde gelegten Systemgrenzen angepasst.
- Daten zu Verpackungen entstammen der IFEU-internen Datenbank (IFEU 2008). Die Daten wurden in dieser Studie nur in groben Richtwerten abgeschätzt; für eine detailliertere Analyse müssten in einer umfangreicheren Studie konkrete Produktlebenswege betrachtet werden.
- Zudem wurden diverse Ökobilanzstudien, die in den letzten Jahren zu den ausgewählten Produkten erschienen sind, als Datenquelle und zu Vergleichszwecken herangezogen (Blanke & Burdick 2005, Cederberg & Mattson 2000, De Boer 2003, Hospido et al. 2003, Mila i Canals et al. 2006 & 2007, Mouron et al. 2006).
- Wo abschätzbar, sind Lagerverluste bei den jeweiligen Lebensmitteln berücksichtigt und ausgewiesen. Bei allen Lebensmitteln wurde ein 100%iger Verkauf (kein Verderb durch Nicht-Verkauf) angesetzt.

2.4 Auswahl der Produkte

Die Auswahl der Produkte erfolgte in direkter Anlehnung an das Verbundvorhaben „Regionale Erzeugung, Verarbeitung und Vermarktung von Lebensmitteln“ (s. Tietze 2008a). Insgesamt wurden die folgenden sechs Produkte untersucht:



Apfel – stellvertretend für die Produktgruppe Obst



Kopfsalat – stellvertretend für die Produktgruppe Gemüse



Rindfleisch – stellvertretend für die Produktgruppe Fleisch



Bier – stellvertretend für die Produktgruppe Getränke



Brot – stellvertretend für die Produktgruppe Grundnahrungsmittel



Milch – stellvertretend für die Produktgruppe Milchprodukte

Tabelle 2-3: Ausgewählte Produkte und funktionelle Einheit

Produkt	Einheit	Beschreibung
Apfel	2 kg	Durchschnittlicher Apfel, als 2-kg-Pack, in Folie eingeschweißt oder lose
Kopfsalat	1 Stück	Durchschnittlicher Kopfsalat (350 bzw. 250 g), in Folie verpackt oder lose
Rindfleisch	1 kg	Fleisch vom Jungbullen in Folie oder in Polystyrolschale
Bier	1 Liter	Ausschank aus Glasflaschen oder Fässern
Brot	1 kg	Weizenbrot, in Folie oder in Papiertüte
Milch	1 Liter	Vollmilch mit Fettgehalt von 3,5 % und 3,3% Eiweißgehalt, im Getränkekarton, Polyethylen-Schlauch oder in Polycarbonatflasche

Die Lebenswege für alle Produkte setzen sich aus den jeweiligen produkttypischen Besonderheiten in Anbauform, Herstellungsverfahren, Vertriebsweg und Verpackungsart zusammen. Dabei ergeben sich für den Vergleich zwischen regional produziertem und importiertem Produkt je nach Produkttyp unterschiedliche Pfade, die in den Kap. 3.1.1, 3.2.1, 3.3.1, 3.4.1, 3.5.1 und 3.6.1 näher beschrieben sind.

2.5 Allgemeine Festlegungen

- **Funktionelle Einheit:** Die funktionelle Einheit wird je nach Produkt so festgelegt, dass sich sinnvolle, gebräuchliche Größen ergeben, die in etwa dem Konsumverhalten eines Verbrauchers entsprechen. Meist sind das Gewichts- oder Volumeneinheiten (kg bzw. Liter). In Tabelle 2-3 ist die funktionelle Einheit für jedes Produkt angegeben.
- **Geografischer Bezug:** Der Bezugsraum für den Erwerb der Produkte ist Deutschland. Die Produktion kann regional (bis 200 km) erfolgen, überregional (innerhalb Deutschlands), in Europa oder in Übersee. Die Entfernung zwischen dem Produktionsort und der Verkaufsstelle des Produkts ist dabei ausschlaggebend für die Zuordnung des Begriffs ‚regional‘. Wo erforderlich, wird die weltweite Vorkette von Produkten in die Bilanz miteinbezogen.
- **Zeitlicher Bezug:** Die Studie bezieht sich in etwa auf heutige Produktionsbedingungen (2. Hälfte dieses Jahrzehnts).
- **Systemgrenzen:** Grundsätzlich wird der Systemraumerweiterung Vorrang vor der Allokation eingeräumt (Näheres siehe Borken et al. 1999). Bei der Berücksichtigung der Nebenprodukte werden Gutschriften erteilt, da durch deren Verwendung die Produktion äquivalenter Produkte vermieden wird. Fällt beispielsweise bei der Produktion von Rindfleisch durch die Rinderhaltung im Stall Gülle mit einer bestimmten Düngewirkung an, kann dadurch eine gewisse Menge an mineralischem Dünger ersetzt werden, der somit nicht produziert werden muss. Die durch den Einsatz der Gülle vermiedenen Aufwendungen für diese Mineraldüngerproduktion werden dem Rindfleisch gutgeschrieben. Diese Methode nennt man die Äquivalenzprozessbilanzierung.
- **Gutschriften & Aufwendungen:** Verpackungen und andere Materialien müssen am Ende ihres Lebenswegs entsorgt werden. Dies kann entweder durch Recycling geschehen oder auch durch thermische Verwertung, sprich Verbrennung. Beim Recycling von Werkstoffen wie Stahl, Glas oder Aluminium werden gegenüber ihrer Herstellung aus Rohstoffen wie Erzen und Mineralien Energie und Treibhausgase eingespart. Durch die thermische Verwertung von Stoffen wie Polyethylenfolie, Polystyrol und Polycarbonat werden fossile Energieträger ersetzt: beispielsweise können diese Stoffe beim Müllverbrennungsprozess zugegeben werden, bei dem man ansonsten zusätzliche fossile Energieträger benötigen würde. In dieser Studie sind die Aufwendungen für die Produktion des Materials und die Gutschriften für die thermische Verwertung schon vollständig in die Berechnung miteinbezogen, die Ergebnisdarstellung zeigt bereits den Saldo.



3 Lebensmittel im Vergleich

Innerhalb jedes Produktsystems werden mehrere Lebenswege betrachtet. Sie können sich beispielsweise in Anbaubedingungen, Vertriebswegen, Verpackungen und Produktion unterscheiden. Darüber hinaus wird untersucht, inwieweit die Entfernung zwischen Produktionsort und Verkaufsstelle die Energie- und Treibhausgasbilanzen beeinflusst. Es ist zu beachten, dass sich der Begriff ‚ökologisch‘ in dieser Studie ausschließlich auf den Klima- und Ressourcenschutz bezieht. Andere ökologische Auswirkungen wie Versauerung, Nährstoffeintrag, Wasserverbrauch, Agrobiodiversität und Ähnliches wurden im Rahmen dieser Studie nicht untersucht. Im Folgenden werden die einzelnen Produkte jeweils komplett präsentiert, indem zuerst die untersuchten Lebenswege beschrieben, dann die Ergebnisse dargestellt und diskutiert werden und anschließend ein Fazit gezogen wird.

3.1 Apfel

Äpfel werden in Deutschland in großem Maßstab angebaut und sind auch regional durch verschiedene Sorten und Traditionen stark verwurzelt. Der Bedarf an Äpfeln in Deutschland kann jedoch nicht allein aus heimischer Produktion gedeckt werden, Importe aus anderen EU-Ländern und aus Übersee (z. B. Südafrika, Neuseeland) spielen mittlerweile eine große Rolle. Der Produktionszeitraum der Äpfel hängt stark von der Klimazone ab, weshalb sie von März bis August meist von der Südhalbkugel nach Deutschland importiert werden. Frisch können Äpfel hier nur im Zeitraum von August bis November angeboten werden, danach müssen sie bis zu sechs Monate in gekühlten Räumen unter kontrollierter Atmosphäre gelagert werden.

Einige Ökobilanz-Studien haben sich bereits mit den ökologischen Auswirkungen der Produktion und des Vertriebs von Äpfeln beschäftigt – allerdings nicht mit den hier im Vordergrund stehenden Fragestellungen (Blanke & Burdick 2005, Mila i Canals et al. 2006 & 2007, Mouron et al. 2006). Der Schwerpunkt liegt in dieser Studie auf dem Vergleich verschiedener geografischer Produktionsräume und damit zusammenhängenden Randbedingungen wie Vertriebs- und Transportwegen oder unterschiedlicher Lagerungsdauer.

3.1.1 Beschreibung der untersuchten Lebenswege

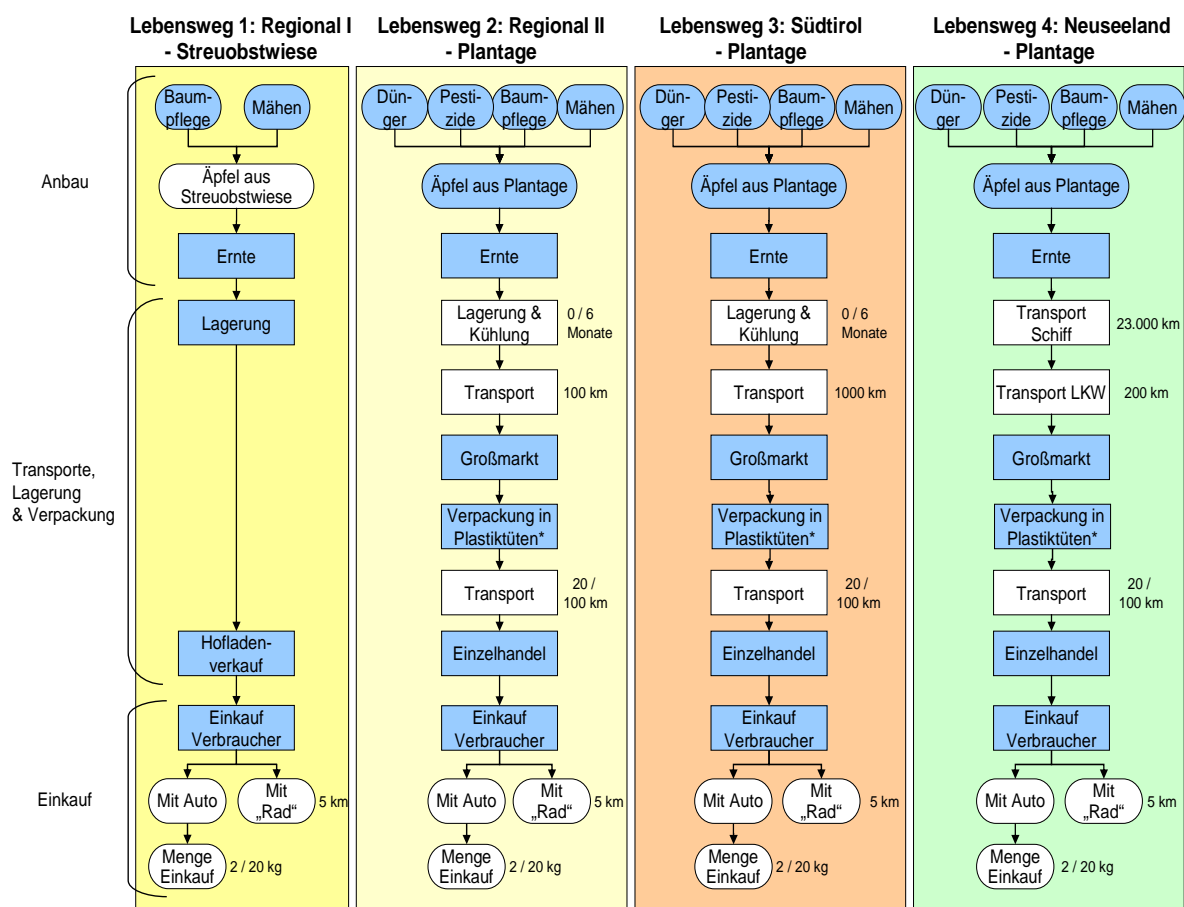
Die vereinfachten schematischen Lebenswege für das Produkt Apfel sind in Abb. 3-1 dargestellt.

Die wesentlichen Charakteristika sind:

- **Äpfel aus Streuobstwiesen** (Lebensweg 1): Ernteertrag 2,5 t pro Hektar und Jahr, kein Pestizid- und Düngemittleinsatz, händische Ernte, kurzfristige Lagerung ohne Kühlung, Erntetransport einfach 10 km mit LKW 7,5 t, Verluste am Hof 10 %, Hofverkauf von 2 kg Äpfeln
- **Äpfel aus Plantagen:**
 - Professioneller Plantagenbetrieb, Ernteertrag 28 t pro Hektar und Jahr, Durchschnittsapfel (Lebenswege 2-4), Verkauf in 2-kg-Tüten aus Polyethylen



- *Transporte bei Regionalproduktion (Lebensweg 2):* Von Erzeugern zu Großmarkt 100 km einfach mit LKW 40 t, vom Großmarkt zu Einzelhandel 100 km mit LKW 12 t (= „Transport lang“; in Variation 20 km = „Transport kurz“)
- *Transporte bei Erzeugung in Südtirol (Lebensweg 3):* Von Erzeugern zu Großmarkt 1000 km einfach mit LKW 40 t, vom Großmarkt zu Einzelhandel 100 km mit LKW 12 t (= „Transport lang“; in Variation 20 km = „Transport kurz“)
- *Transporte bei Erzeugung in Neuseeland (Lebensweg 4):* Von Erzeugern zum Hafen im Kühlschiff 23.000 km einfach, vom Hafen zum Großmarkt 200 km einfach mit LKW 40 t, vom Großmarkt zu Einzelhandel 100 km mit LKW 12 t (= „Transport lang“; in Variation 20 km = „Transport kurz“)



* Die Entsorgung der Verpackungsmaterialien wurde ebenfalls berücksichtigt.

Abb. 3-1: Vereinfachte schematische Lebenswege für Äpfel; weiße Felder kennzeichnen Variationen (Quelle: IFEU 2009)

- *Lagerung mit Kühlung (Lebenswege 2 und 3):* 6 Monate unter kontrollierter Atmosphäre mit Kühlung (in Variation Frischverkauf), Lagerungsverluste 5 %. Die angesetzten Werte für die Kühlung sind Durchschnittswerte, die in einer konkreten Einzelfallbetrachtung überprüft und gegebenenfalls angepasst werden müssen.
- *Einkauf des Verbrauchers:* „Mit Auto“ bedeutet, dass der Verbraucher nur zum Einkauf extra 5 km zum Einkaufsort fährt und dabei entweder nur 2 kg Äpfel („worst case“) oder 20 kg gemischte Ware inklusive 2 kg Äpfel (Standard) einkauft.



Diese Angaben sind nicht als reale Durchschnittsentfernungen zu sehen, sondern beispielhaft gesetzt, um Aussagen über ein mögliches Einkaufsverhalten treffen zu können. Die Bezeichnung „mit Rad“ ist stellvertretend gewählt, um auszusagen, dass der Verbraucher entweder mit dem Rad oder zu Fuß einkauft, oder dass er seinen Einkauf nebenbei auf Wegen erledigt, die er ohnehin fahren würde. In diesen Fällen ergibt sich kein zusätzlicher Kraftstoffaufwand für den Einkauf.

3.1.2 Ergebnisse

Die Ergebnisse der Apfelproduktion für den Energieaufwand und Treibhauseffekt werden im Folgenden präsentiert. Abb. 3-2 zeigt im Detail die ökologischen Auswirkungen, die sich aus dem Kauf von zwei Kilogramm Äpfeln ergeben. Dabei zeigt Grafik A den Verbrauch an erschöpflichen Energieträgern (Erdöl, Kohle, Erdgas und Uranerz, und zwar in Megajoule (MJ) Primärenergie pro Tüte Apfel (2 kg)). Die oberen vier Balken in Grafik A geben den Energiebedarf für die Standardlebenswege 1 bis 4 an. Die Staffelung der Balken erlaubt einen detaillierten Blick auf die Aufteilung der Einzelaufwendungen, welche die Gesamtbilanz bilden. Die darunter liegenden Balken stellen Variationen innerhalb des Lebenswegs 2 dar. Variiert wurden Transport, Lagerungsdauer (Kühlung) der Äpfel und das Einkaufsverhalten des Verbrauchers. In Grafik B werden die Treibhausgasemissionen in CO₂-Äquivalenten pro Tüte Äpfel (2 kg) gezeigt. Die Aufteilung und Staffelung ist analog zu den Balken in Grafik A.

Die Ergebnisse für Energieaufwand und Treibhauseffekt sind in ihrem Muster sehr ähnlich, daher werden sie hier zusammen beschrieben. Erwartungsgemäß hat der Transport einen entscheidenden Einfluss auf die ökologische Wirkung des Produkts Apfel, da die Aufwendungen für die Produktion vergleichsweise gering sind. Es gibt also Prozesse, die die Ergebnisse nur wenig beeinflussen. Dazu gehört beispielsweise die Verpackung der Äpfel in Folie. Demgegenüber haben andere Parameter beträchtlichen Einfluss auf das Gesamtergebnis. Dazu gehören Anbau und Lagerung (=Kühlung) und in noch stärkerer Ausprägung Transport und Einkaufsverhalten des Verbrauchers. Diese vier Parameter werden im Folgenden näher diskutiert:

- In beiden Umweltkategorien schneidet die **Produktion auf Streuobstwiesen** am günstigsten ab. Obwohl hier ein äußerst konservativer Ertrag von nur 2,5 t Äpfel pro Hektar und Jahr angesetzt wurde, fallen Energie- und Treibhausgasbilanz im Vergleich zur Plantagenproduktion vorteilhafter aus. Dies ist vor allem auf die geringen Aufwendungen beim Anbau und die kurzen Transportwege zurückzuführen. Der Einkauf des Verbrauchers auf dem Hof fällt mit 90 % der Gesamtaufwendungen stark ins Gewicht. Angesetzt sind hier ein Einkauf von 20 kg Waren inklusive 2 kg Äpfel und ein Anfahrtsweg von 5 km. Kauft der Verbraucher weniger ein oder ist sein Anfahrtsweg größer, so kann die Bilanz um ein Vielfaches ungünstiger ausfallen.

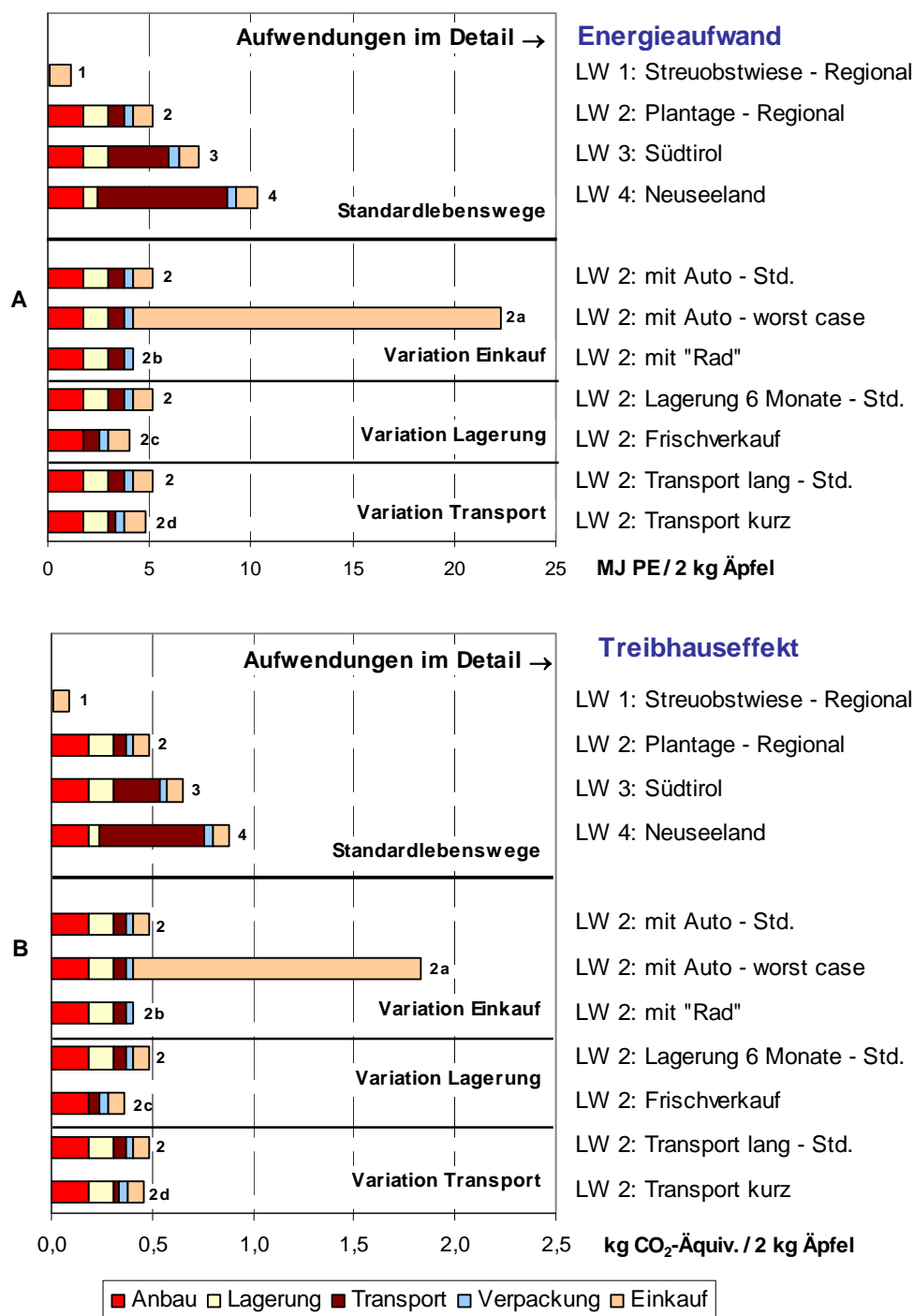


Abb. 3-2: Ergebnisse für die Auswirkungen der Apfelproduktion auf den Energieaufwand und den Treibhauseffekt; PE = Primärenergie, LW = Lebensweg, Std. = Standard (Quelle: IFEU 2009)

Lesebeispiel für Balken 1 „Energieaufwand“ (A):

Werden Äpfel auf Streuobstwiesen angebaut, ca. 10 km transportiert und frisch am Hof verkauft, so ergibt sich ein Energiebedarf von ca. 1,1 MJ Primärenergie pro 2 kg Äpfel.



- Bei der **konventionellen Plantagenproduktion** in Deutschland mit regionalem Vertrieb (Balken 2) machen die Aufwendungen für den Anbau den größten Teil des gesamten Lebenswegs aus, nämlich etwa ein Drittel des Energiebedarfs und der Treibhausgasemissionen. Ebenfalls hohe Aufwendungen verursacht eine gekühlte Lagerung der Äpfel von 6 Monaten, die für fast ein Viertel der gesamten Aufwendungen verantwortlich ist. Dabei muss beachtet werden, dass die angesetzten Aufwendungen für die Kühlung nur Durchschnittswerte darstellen, die je nach Betrieb variieren können. Eine 6-monatige Kühlung ist im Sinne einer Extremabschätzung zu verstehen, da deutsche Äpfel ab Herbst bis etwa Ende März gelagert werden. Werden beispielsweise deutsche Äpfel im Dezember gekauft, so reduziert sich der Lagerungsaufwand entsprechend. Der Frischverkauf von Äpfeln (Balken 2c) ist dagegen ökologisch eindeutig günstiger.
- Bei einem Vergleich der Lebenswege 2 bis 4 fällt auf, dass die Länge der **Transportwege** für die signifikanten Unterschiede verantwortlich ist. Somit zeigt die neuseeländische Apfelproduktion mit ihren langen Transportwegen die ungünstigste Bilanz, selbst gegenüber Äpfeln aus Südtirol oder Deutschland, die 6 Monate gelagert werden. Dies liegt in erster Linie daran, dass die Aufwendungen für die Apfelproduktion insgesamt gering sind, so dass relativ dazu der Transport eine große Bedeutung hat. Werden dagegen innerhalb der Region nur für den Transport vom Großmarkt zum Einzelhandel kürzere Distanzen angesetzt (nur 20 km anstelle von 100 km, Balken 2d), ist dies zwar vorteilhaft, trägt aber nur zu einer geringen Reduzierung des Energieaufwands und Treibhauseffekts bei, da die Variation relativ klein ist und zudem nur einen Transportabschnitt betrifft.
- Die Wahl des Transportmittels und die Länge der **Einkaufswege** haben großen ökologischen Einfluss. Bei der Variation „worst case“ (Balken 2a) sind Energiebedarf bzw. Treibhausgasemissionen größer als die gesamten restlichen Aufwendungen des Lebenswegs. Dabei ist zu berücksichtigen, dass diesem Szenario ein Anfahrtsweg von 5 km zugrunde liegt; ist der Anfahrtsweg kürzer oder länger, fällt die Bilanz entsprechend vorteilhafter bzw. ungünstiger aus. Fährt man mit dem Rad oder ohne zusätzlichen Treibstoffverbrauch, ist die Bilanz am günstigsten.

3.1.3 Diskussion

Weist eine regionale Produktion große ökologische Vorteile auf, so kann die Regionalvermarktung damit argumentativ gestärkt werden. Für den Apfel gilt:

- Ein Anbau auf Streuobstwiesen mit regionaler Vermarktung hat große ökologische Vorteile gegenüber konventionellem Plantagenanbau sowie Produktions- und Vertriebsarten, die eine längere Lagerung und weitere Transportwege beinhalten. Allerdings muss bei einem Hofverkauf bedacht werden, dass dorthin oft lange Anfahrten nötig sind. Ist dies der Fall, so kann der ökologische Vorteil der Streuobstwiesen durch den hohen Kraftstoffverbrauch für den Einkauf zunichte gemacht werden.
- Bei der Plantagenproduktion ist der regionale Vertrieb ökologisch günstiger als Importe aus Europa oder Übersee. Neben dem Anbau sind die Transportwege der bestimmende Faktor in den Gesamtbilanzen.
- Es ist von Vorteil, Obst saisonal einzukaufen. So schneidet ein Einkauf von Äpfeln zur Reifezeit ökologisch besser ab als ein Einkauf von lange eingelagerten Äpfeln im Früh-



jahr. Allerdings ist selbst ein sechs Monate lang gelagerter Apfel aus der Region immer noch einem neuseeländischen Apfel vorzuziehen.

- Der große Einfluss des Einkaufsverhaltens seitens der Verbraucher bedeutet ein hohes Einsparpotenzial für das Produkt Apfel. Werden Autofahrten so angelegt, dass die Einkäufe auf ohnehin notwendigen Fahrten gleich mit eingeplant werden, oder wird der Einkauf mit dem Fahrrad oder zu Fuß erledigt, ist das ökologisch äußerst vorteilhaft.

3.1.4 Fazit

Klima- und Ressourcenschutz bieten eine gute Argumentationshilfe, um den regionalen Vertrieb von Äpfeln zu unterstützen. Folgende Empfehlungen lassen sich ableiten:

- Äpfel von Streuobstwiesen sind allen Plantagenäpfeln vorzuziehen, vor allem, wenn sie regional vertrieben werden. Zukünftig sollte auf einen verstärkten Absatz von Streuobstwiesenäpfeln hingewirkt und damit der Streuobstwiesenanbau ausgedehnt werden. Dies könnte z. B. durch Verbrauchernachfrage forciert oder durch Förderprogramme unterstützt werden.
- Verbraucher sollten möglichst saisonal einkaufen, d. h. bei Äpfeln zwischen August und November. Sollte darüber hinaus ganzjährig Bedarf an Äpfeln bestehen, so sind eingelagerte Äpfel aus der Region europäischen Äpfeln oder Übersee-Importen eindeutig vorzuziehen.
- Eine weitere Möglichkeit für den Verbraucher, direkt Einfluss auf die ökologischen Auswirkungen beim Lebensmittel Apfel zu nehmen, ist der Einkauf: Auf Einzelfahrten für Ergänzungseinkäufe sollte verzichtet werden. Es ist ökologisch äußerst vorteilhaft, Fahrten so zu gestalten, dass möglichst wenig zusätzlicher Kraftstoff verbraucht wird – am besten per Fahrrad oder zu Fuß bzw. durch eine Kombination der Einkaufsfahrt mit anderen Fahrten (z. B. zum Arbeitsplatz).
- Neben dem Verbrauch an fossilen Energieträgern und der Treibhausgasbelastung sind bei einer ökologischen Gesamtbewertung auch noch andere ökologische Kriterien zu berücksichtigen: Die extensive Bewirtschaftung ermöglicht beispielsweise eine höhere biologische Vielfalt, da Streuobstwiesen immer aus einer Mischung verschiedener Obstbäume bestehen und so Monokulturen vermieden werden können. Hinzu kommt, dass auch der Einsatz von Düngemitteln und Pestiziden in Streuobstwiesen gegenüber Plantagen vernachlässigbar gering ist. Damit gibt es bei Streuobstwiesen praktisch kein Risiko von Umweltgefährdungen durch diese Betriebsmittel. Beim Plantagenanbau sind Düngemittel und Pestizide dagegen allgegenwärtig, mit allen damit verbundenen Umweltauswirkungen.



3.2 Kopfsalat

Bei bestimmten Gemüsesorten wie Salaten ist ein weltweiter Handel nur bedingt möglich, da sie extrem empfindlich auf Transport und Lagerung reagieren und schnell an Qualität verlieren. Innerhalb Europas findet aber ein reger Handel statt. Der Kopfsalat kann in Deutschland vor allem im Sommer mit Erfolg produziert werden, im Winter wird er aufgrund günstigerer klimatischer Verhältnisse vorwiegend in Spanien, Italien und Frankreich angebaut. Kopfsalat wird höchstens ein- bis zweimal im Jahr gepflanzt, da mehr Pflanzungen die Anfälligkeit für Schädlinge stark erhöhen. Im Sommer benötigt ein Salatkopf ca. 4 Wochen, bis er erntereif ist und ein Gewicht von ca. 300-400 g erreicht hat, während er im Winter 8-10 Wochen braucht und nur ca. 250 g schwer wird. Wenn er im Winter in Deutschland oder Nordeuropa produziert wird, wird er zum Schutz vor Frost im Gewächshaus gezogen, das je nach Witterung unbeheizt bleibt oder schwach beheizt (temperiert) wird. In südeuropäischen Ländern werden bei Kälte sogenannte Folientunnel angelegt, welche die Salatköpfe im Freiland vor Frost schützen. Der Einsatz von Fungiziden und Insektiziden ist bei allen Anbauformen nötig, da es andernfalls zu teils erheblichen Ernteaufschlägen kommen kann (Kühn 2008).

3.2.1 Beschreibung der untersuchten Lebenswege

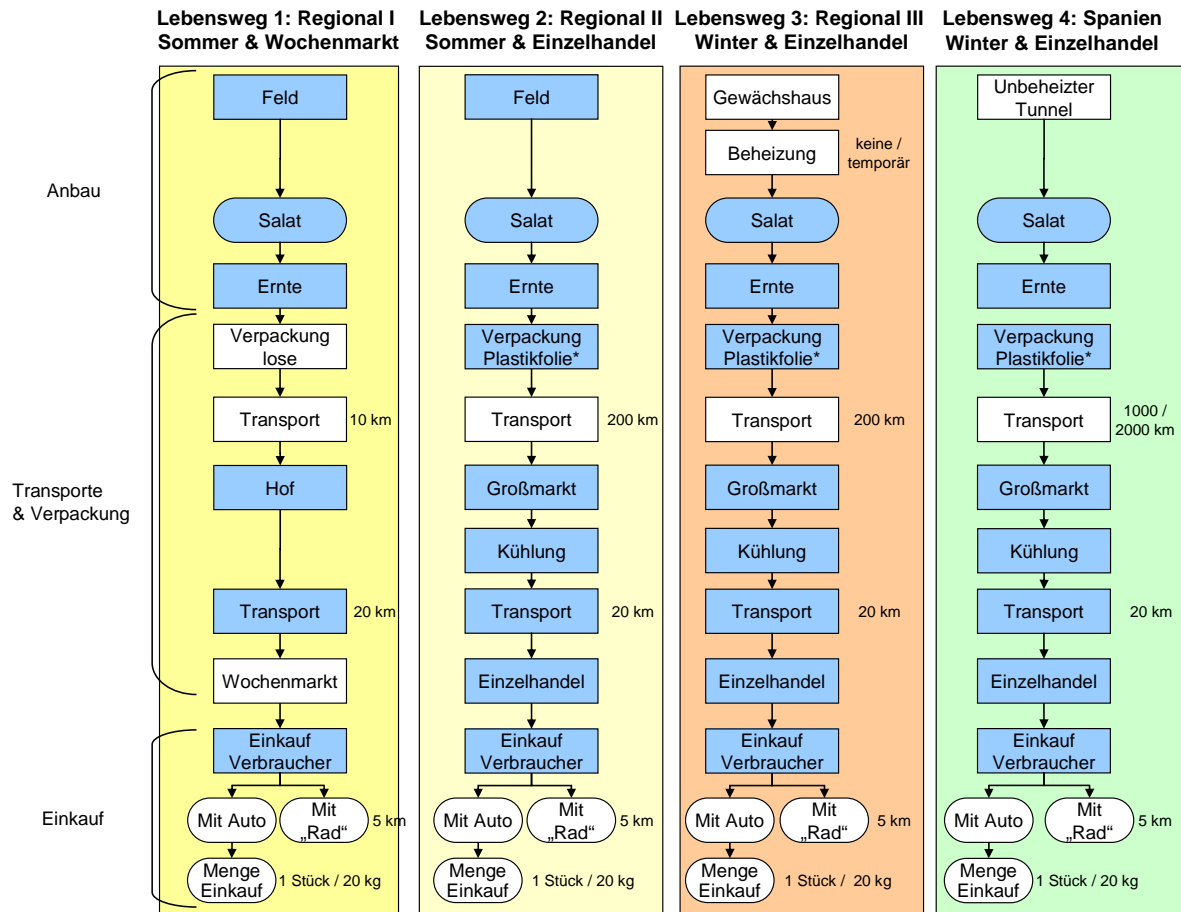
In Abb. 3-3 sind die Lebenswege für Kopfsalat dargestellt. Die Lebenswege wurden so ausgewählt, dass verschiedene Produktionsbedingungen und Distributionswege miteinander verglichen werden können.

Wesentliche Charakteristika der Lebenswege sind:

- Kopfsalat aus der Region – Sommer - Direktvermarktung: Ernteertrag 80.000 Stück pro Hektar à 350 g, konventionelle Durchschnittproduktion, Transport vom Feld zum Erzeuger 10 km einfach, vom Erzeuger zum Wochenmarkt 20 km einfach mit Transporter
- Kopfsalat aus der Region – Sommer - Einzelhandel: Ernteertrag 80.000 Stück pro Hektar à 350 g, konventionelle Durchschnittproduktion, Transport zum Großmarkt 200 km einfach mit LKW 7,5 t, zum Einzelhandel 20 km einfach mit LKW 7,5 t, Salat in Folie verpackt, thermische Verwertung der Folie nach Entsorgung
- Kopfsalat aus der Region – Winter - Einzelhandel: Ernteertrag 80.000 Stück pro Hektar à 250 g, konventionelle Durchschnittproduktion, Glas, Stahl und Aluminium für Gewächshaus, Abschreibung Glas, Stahl und Alu über 10 Jahre, 10.000 Liter Heizöl für 2 Monate temporäre Beheizung, Transport zum Großmarkt 200 km einfach mit LKW 7,5 t, vom Großmarkt zum Einzelhandel 20 km einfach mit LKW 7,5 t, Salat in Folie verpackt, thermische Verwertung der Folie nach Entsorgung
- Kopfsalat aus Spanien - Winter: Ernteertrag 80.000 Stück pro Hektar à 350 g, konventionelle Durchschnittproduktion, Folie und Stahlgestänge für Folientunnel, Entsorgung der Folie auf Deponie, Haltbarkeit der Folie 5 Jahre und des Gestänges 10 Jahre, Transport zum Großmarkt in Deutschland 2000 km (in Variation 1000 km) mit LKW 12 t, vom Großmarkt zum Einzelhandel 20 km einfach mit LKW 7,5 t, Salat in Folie verpackt, thermische Verwertung der Folie nach Entsorgung



- Einkauf des Verbrauchers:** „Mit Auto“ bedeutet, dass der Verbraucher nur zum Einkaufsort extra 5 km zum Einkaufsort fährt und dabei entweder nur 1 Salatkopf („worst case“) oder 20 kg gemischte Ware inklusive 1 Salatkopf (Standard) einkauft. Diese Angaben sind nicht als reale Durchschnittsentfernungen zu sehen, sondern beispielhaft gesetzt, um Aussagen über ein mögliches Einkaufsverhalten treffen zu können. Die Bezeichnung „mit Rad“ ist stellvertretend gewählt, um auszusagen, dass der Verbraucher entweder mit dem Rad oder zu Fuß einkauft oder dass er seinen Einkauf nebenbei auf Wegen erledigt, die er ohnehin fahren würde, so dass sich kein zusätzlicher Kraftstoffaufwand ergibt.



* Die Entsorgung der Verpackungsmaterialien wurde ebenfalls berücksichtigt.

Abb. 3-3: Vereinfachte schematische Lebenswege für Kopfsalat; weiße Felder kennzeichnen Variationen (Quelle: IFEU 2009)

3.2.2 Ergebnisse

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse für den Energieaufwand und den Treibhauseffekt für Vertrieb und Produktion von Kopfsalat dargestellt (Abb. 3-4). Der Verbrauch an erschöpflichen Energieträgern (Erdöl, Kohle, Erdgas und Uranerz) wird in Megajoule (MJ) Primärenergie pro Salatkopf angegeben (Grafik A). Die Staffelung der Balken erlaubt einen detaillierten Blick auf die Einzelaufwendungen für die Lebenswegabschnitte und deren Anteil am Gesamtlebensweg. Die oberen vier Balken der Grafik A stellen die Standardlebenswege 1 bis 4 dar, die in Kap. 3.2.1 beschrieben sind. Die darunter liegenden Balken zeigen Variationen, die beispielhaft an den Lebenswegen 2, 3 und 4 vorgenommen wurden. In Grafik B



werden analog dazu die Ergebnisse für den Treibhauseffekt in kg CO₂-Äquivalenten pro Salatkopf dargestellt.

Die Ergebnisse für Energieaufwand und Treibhauseffekt verlaufen analog. Daher werden sie zusammen diskutiert.

Es gibt Prozesse, die die Ergebnisse nur wenig beeinflussen. Die Kühlung und das Material für Gewächshaus bzw. Folientunnel sind beispielsweise nur für einen geringen Teil der Aufwendungen verantwortlich. Dies gilt auch für unterschiedliche Ausgestaltungen von einzelnen Prozessschritten wie beispielsweise für die Verwertung bzw. Entsorgung der Plastikfolie des Folientunnels: Bei der spanischen Produktion von Salat im Folientunnel wurde eine Entsorgung der Folie auf der Deponie bilanziert, während sie in Deutschland thermisch verwertet würde. Über Sensitivitätsanalysen wurden solche Prozessvariationen abgebildet und in den Ergebnissen nur dann dargestellt, wenn die Auswirkungen signifikant waren. Andere Parameter wie Anbau, Verpackung, Transport, Beheizung und Einkaufsverhalten des Verbrauchers haben dagegen einen beträchtlichen Einfluss auf das Gesamtergebnis und werden im Folgenden näher erläutert.

- Der **Anbau** hat deutliche ökologische Auswirkungen, die sich vor allem beim Treibhauseffekt bemerkbar machen. Dies ist auf einen relativ hohen Düngemittel- und Pestizideinsatz zurückzuführen. Da allerdings die Aufwendungen dafür bei allen Lebenswegen gleich gesetzt wurden, ist der Anbau nicht für die Unterschiede *zwischen* den Lebenswegen verantwortlich.
- Die **Transporte** haben beträchtlichen Einfluss auf die Bilanzergebnisse. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Salatproduktion insgesamt relativ geringe Aufwendungen verursacht, so dass die Transporte entsprechend durchschlagen. Der höchste Energieaufwand und die meisten Treibhausgasemissionen ergeben sich bei einer Produktion des Salates in Spanien und einem Transport nach Deutschland. Damit ist eine Freilandproduktion in Deutschland im Sommer klar vorzuziehen. Regional ergeben sich zwischen dem Wochenmarktverkauf, dem kurze Transportwege zugrunde gelegt sind und dem Einzelhandverkauf, bei dem der Salat häufiger und länger transportiert wird, deutliche Unterschiede.
- Wird der Salat im Gewächshaus gezogen, ist nicht immer eine **Beheizung** notwendig. Je nach Temperaturverlauf kann es jedoch vorkommen, dass zur Vermeidung von Frostschäden eine zeitweilige Beheizung benötigt wird. Ist dies der Fall, dann schneidet eine Winterproduktion in Deutschland ökologisch noch ungünstiger ab als eine Produktion in Spanien. Die Beheizung verursacht dann im Vergleich zu den anderen Lebenswegen eine signifikante Erhöhung des Energiebedarfs und der Treibhausgasemissionen. Wird dagegen das Gewächshaus unbeheizt genutzt (Balken 3a), so erweist sich die regionale Produktion im Winter in Deutschland günstiger als eine spanische Kopfsalatproduktion.
- Die **Verpackung** des Kopfsalats in Folie ist ebenfalls ökologisch relevant. Wird der Salat lose ausgeliefert und erworben (LW 1), so ergibt sich ein beträchtlicher Vorteil gegenüber dem Kauf von verpacktem Salat im Einzelhandel (LW 2 bis 4).

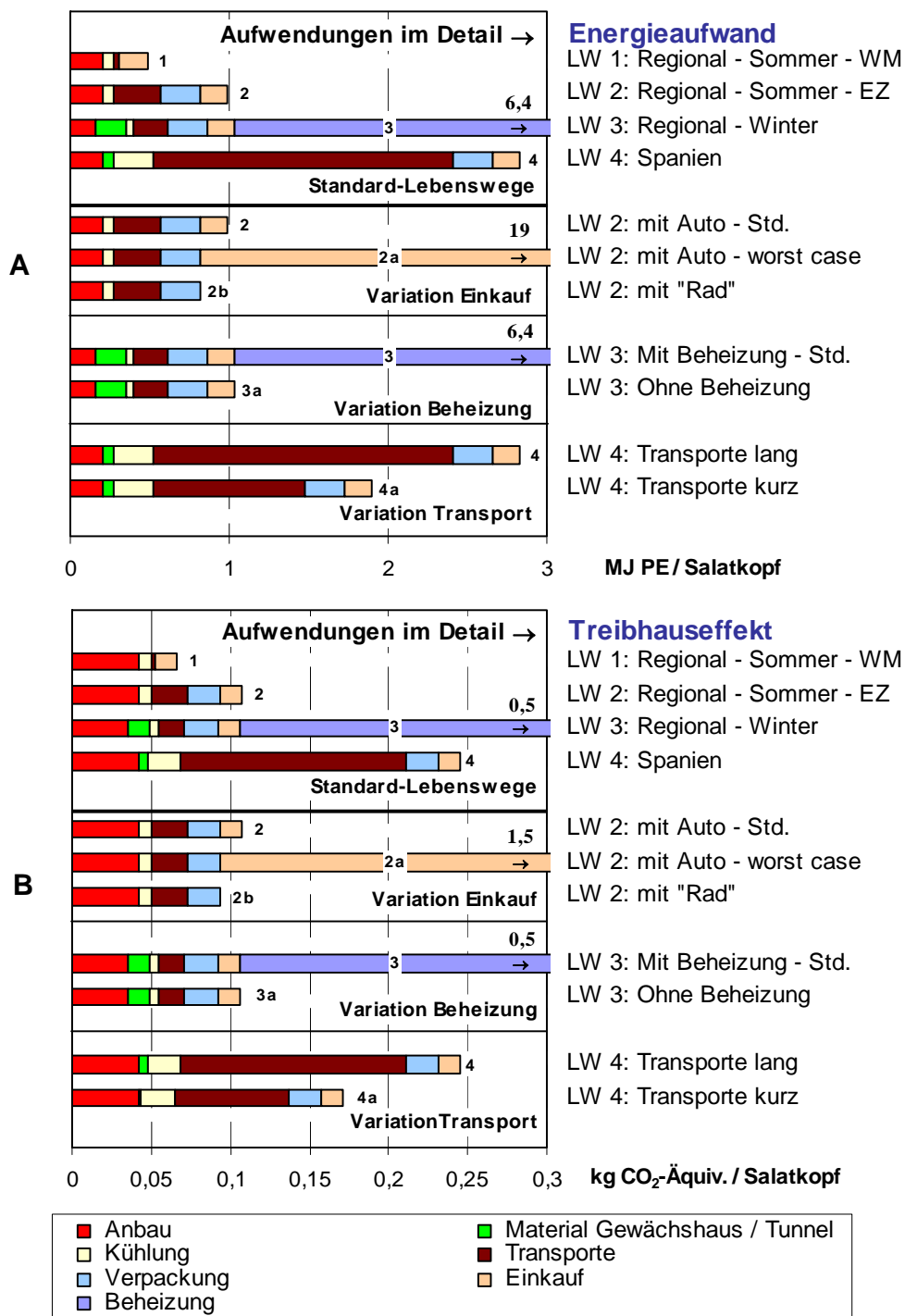


Abb. 3-4: Ergebnisse für die Auswirkungen der Kopfsalatproduktion auf den Energieaufwand und den Treibhauseffekt; Reichen die Balken über die Skalierung hinaus, sind die Endwerte über dem Balken angegeben; PE = Primärenergie, LW = Lebensweg, Std. = Standard, EZ = Einzelhandel, WM = Wochenmarkt (Quelle: IFEU 2009)

Lesebeispiel für Balken 3 für „Treibhauseffekt“ (B):

Wird der Kopfsalat im Winter im Gewächshaus in Deutschland unter temporärer Beheizung konventionell produziert und regional im Einzelhandel verkauft, so werden insgesamt 0,5 kg an Klimagasen (CO₂-Äquivalenten) pro Salatkopf emittiert.



- Beim **Einkauf** mit dem „Rad“ entsteht kein zusätzlicher Energiebedarf (Balken 2b). Kauft der Verbraucher mit dem PKW 20 kg Waren inklusive eines Kopfsalats, ist der hinzukommende Energieaufwand beträchtlich (Balken 2). Bei der „worst case“ Variante (Balken 2a) dagegen fährt der Verbraucher ausschließlich zum Zwecke des Salaterwerbs mit dem PKW: Der Energieaufwand hierfür ist enorm und liegt bei weitem höher als die gesamten restlichen Aufwendungen jedes Lebenswegs. Dabei ist zu berücksichtigen, dass diesem Szenario ein Anfahrtsweg von 5 km zugrunde liegt; ist der Anfahrtsweg kürzer oder länger, fällt die Bilanz entsprechend vorteilhafter bzw. ungünstiger aus. Dies lässt erkennen, welche Bedeutung dem Einkaufsverhalten des Verbrauchers zukommt.

3.2.3 Diskussion

Eine Regionalvermarktung von Kopfsalat aus Freilandproduktion ist gegenüber allen anderen untersuchten Lebenswegen für den Ressourcen- und Klimaschutz vorteilhaft. Ein Import von spanischem Kopfsalat führt demgegenüber aufgrund der weiten Transportwege zu hohem fossilen Energieverbrauch und hohen Treibhausgasemissionen.

Im Winter dagegen erweist sich die regionale deutsche Kopfsalatproduktion als problematisch: ist eine temporäre Beheizung des Gewächshauses mit Heizöl nötig, so sind Kopfsalatimporte aus Südeuropa zu bevorzugen, da die hohen Transportaufwendungen des spanischen Kopfsalats durch die Mehremissionen der Regionalproduktion aufgrund der Beheizung überkompensiert werden. In Deutschland ist der Winteranbau in beheizten Gewächshäusern alleine aufgrund der hohen Heizölkosten auch ökonomisch kaum mehr rentabel. Daher ergibt sich ein klarer Vorteil für die sommerliche Freilandproduktion und für eine saisonale Vermarktung von Kopfsalat. Im Winter ist es deshalb besonders wichtig, dass alternativ zu Kopfsalat winterharte Salatarten angeboten und gekauft werden.

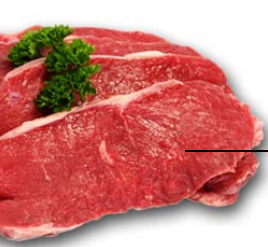
3.2.4 Fazit

Folgende Empfehlungen können abgeleitet werden:

- Kopfsalat aus dem regionalen Freilandanbau weist eine mit Abstand geringere Umweltlast auf als überregional produzierter oder importierter Kopfsalat. Zukünftig sollte auf einen verstärkten Salatabsatz aus regionalem Freilandanbau hingewirkt und dieser damit ausgedehnt werden. Dies könnte z. B. durch Verbrauchernachfrage forciert oder durch Förderprogramme unterstützt werden.
- Eine weitere Möglichkeit für den Verbraucher, direkt Einfluss auf die ökologischen Auswirkungen des Lebensmittels Salat zu nehmen, ist der Einkauf: Auf Einzelfahrten für Ergänzungseinkäufe sollte verzichtet werden. Es ist ökologisch äußerst vorteilhaft, Fahrten so zu gestalten, dass möglichst wenig zusätzlicher Kraftstoff verbraucht wird – am besten per Fahrrad oder zu Fuß bzw. durch eine Kombination der Einkaufsfahrt mit anderen Fahrten (z. B. zum Arbeitsplatz). Auch sind wenige Großeinkäufe weitaus vorteilhafter als viele kleine Einkäufe.
- Um sowohl die beheizte Gewächshausproduktion als auch Importe von Salat zu vermeiden, wird empfohlen, im Winter winterharte Salatsorten wie z. B. Feldsalat verstärkt nachzufragen. Ein saisonaler Einkauf trägt viel zum Klima- und Ressourcenschutz bei.



- Falls Kopfsalat im Winter in Deutschland produziert wird, sollte der Anbau in unbeheizten Gewächshäusern in den „milderen“ Monaten stattfinden. Da der Materialaufwand für den Bau des Gewächshauses nur eine untergeordnete Rolle spielt, ist die Beheizung der ökologische Knackpunkt. Eine weitere Möglichkeit der Optimierung wäre, Gewächshäuser dorthin zu bauen, wo Kraftwerke keine Abnehmer für Wärme finden, und diese Wärme für eine Beheizung zu nutzen.
- Dem Handel wird empfohlen, wenn möglich auf die Verpackung des Kopfsalats in Folie zu verzichten, und die Salatköpfe lose in Kisten zu transportieren, da dies ökologisch günstiger ist.
- Der Handel könnte dem Verbraucher durch eine Kennzeichnung Hinweise auf die Saisonalität der Produkte liefern. Hierfür sollten entsprechende Schritte in die Wege geleitet werden, wie z. B. Förderprogramme oder entsprechende Rahmenbedingungen.
- Es zeigen sich klare ökologische Vorteile für eine Regionalvermarktung von Kopfsalat aus Freilandproduktion. Insofern sind wirksame Maßnahmen für eine Absatzsteigerung entsprechender Salate zu fordern, z. B. entsprechende Förderprogramme oder Kampagnen zur Sensibilisierung des Verbrauchers für die Vorteile saisonaler Produkte und für ökologisches Einkaufsverhalten.



3.3 Rindfleisch

In Deutschland werden pro Kopf und Jahr ca. 60 kg Fleisch verzehrt (BVDF 2008). Schweinefleisch steht mit knapp 40 kg an erster Stelle der Beliebtheitsskala, aber immerhin konsumiert der deutsche Verbraucher im Durchschnitt jährlich auch 8,5 kg Rindfleisch. Aufgrund der BSE-Krise gab es bei diesem Produkt einen hohen Vertrauensverlust auf Seiten der Verbraucher, was mehrere Folgen hatte: Zum einen wird seitdem vermehrt Rindfleisch aus Übersee importiert, vor allem aus Südamerika, da die Rinder dort vorwiegend auf Weiden gehalten werden. Diese Form der Haltung verringert das Risiko, dass die Rinder mit BSE infiziert werden, da die Krankheit vermutlich durch die Fütterung der Rinder mit Tiermehl ausgelöst wird. Zum anderen liegt gerade im erhöhten Gesundheitsbewusstsein eine Chance für die Regionalvermarktung, da offensichtlich ein Markt für hochwertiges Fleisch und der Wunsch nach Qualitätsüberwachung vorhanden sind. Aus diesen Gründen wurde Rindfleisch für diese Studie stellvertretend für die Produktgruppe Fleisch ausgewählt (s. a. Tietze 2008a).

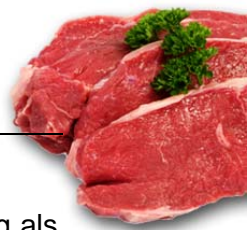
In den letzten Jahren sind bereits einige Ökobilanzen zur Rindfleischproduktion erschienen, die sich jeweils mit unterschiedlichen Aspekten der Rindfleischproduktion befassen (Casey & Holden 2006a & 2006b, Cederberg & Stadig 2003, Garnett 2007, Nemry et al. 2001, Nunez et al. 2005, Subak 1999). Einige davon vergleichen ökologische mit konventioneller Produktion, andere beziehen sich auf jeweils landesspezifische Produktionsweisen. In dieser Studie liegt das Augenmerk allerdings auf dem Vergleich von regionaler und überregionaler Produktion sowie den dazugehörigen Vertriebswegen.

3.3.1 Beschreibung der untersuchten Lebenswege

Es wurden vier Lebenswege für Rindfleisch untersucht, die in Abb. 3-5 vereinfacht dargestellt sind. Sie wurden so ausgewählt, dass verschiedene Verpackungen, Vertriebswege und Transportvarianten miteinander verglichen werden können. Variationen bestimmter Lebenswegabschnitte berücksichtigt diese Studie ebenfalls. So wurden zum Beispiel unterschiedliches Einkaufsverhalten des Verbrauchers und verschiedene Transportdistanzen mit berücksichtigt, oder gar eine alternative Landnutzung.

Wesentliche Charakteristika der betrachteten Lebenswege sind:

- **Produkt:** 1 kg Rindfleisch vom Jungbullen, in Folie (Polyethylen) oder Schale (Polystyrol) verpackt, pro Jungbulle 270 kg Fleisch (Lebenswege 1-4)
- **Rinderhaltung Deutschland:** Konventionelle Durchschnittsproduktion von Jungbullen (500 kg Lebendgewicht / Tier), Stallhaltung (Lebenswege 1-3)
- **Rinderhaltung Argentinien:** Konventionelle Durchschnittsproduktion von Jungbullen (500 kg Lebendgewicht / Tier), Weidehaltung (Lebensweg 4). Dabei wurde berücksichtigt, dass in Argentinien Jungbullen stellenweise in den letzten 2 bis 3 Lebensmonaten im Stall mit Futtermitteln wie Mais, statt auf der Weide gemästet werden (Pordomingo 2005, Rearte 2007).



- Biogasnutzung:** Es wird zugrunde gelegt, dass die Gülle der Rinder aus Stallhaltung als Substrat zur Erzeugung von Biogas dient und dieses in einem Blockheizkraftwerk (BHKW) von 100 kW elektrischer Leistung zur Erzeugung von Strom und Wärme genutzt wird. Dabei wird eine heutige durchschnittliche Biogasanlage mit 20 %iger Wärmenutzung betrachtet (keine Abdeckung des Vorlagers und Gärrestlagers).
- Mutterkuh- vs. Milchviehhaltung:** Um das System Fleischproduktion vollständig zu beschreiben, ist es notwendig, auch die „Eltern- und Großelterngenerationen“ der Rinder mit zu erfassen. Im Falle von Kälbern aus der Milchviehhaltung werden die Umweltauswirkungen der Aufzucht und Lebensphase der Mutterkuh vollständig der Milch zugeschlagen, da die Produktion von Milch als Hauptzweck der Milchviehhaltung gilt. In der Mutterkuhhaltung (argentinische Weidehaltung) dagegen werden die Mutterkühe ausschließlich zur Aufzucht und Fütterung der Kälber gehalten. Deshalb werden hier die Umweltauswirkungen der Aufzucht und Lebensphase vollständig dem Bullenkalb zugeschlagen. In dieser Studie wird angesetzt, dass die deutschen Jungbullen aus der Milchviehhaltung, die argentinischen Jungbullen dagegen aus der Mutterkuhhaltung stammen.

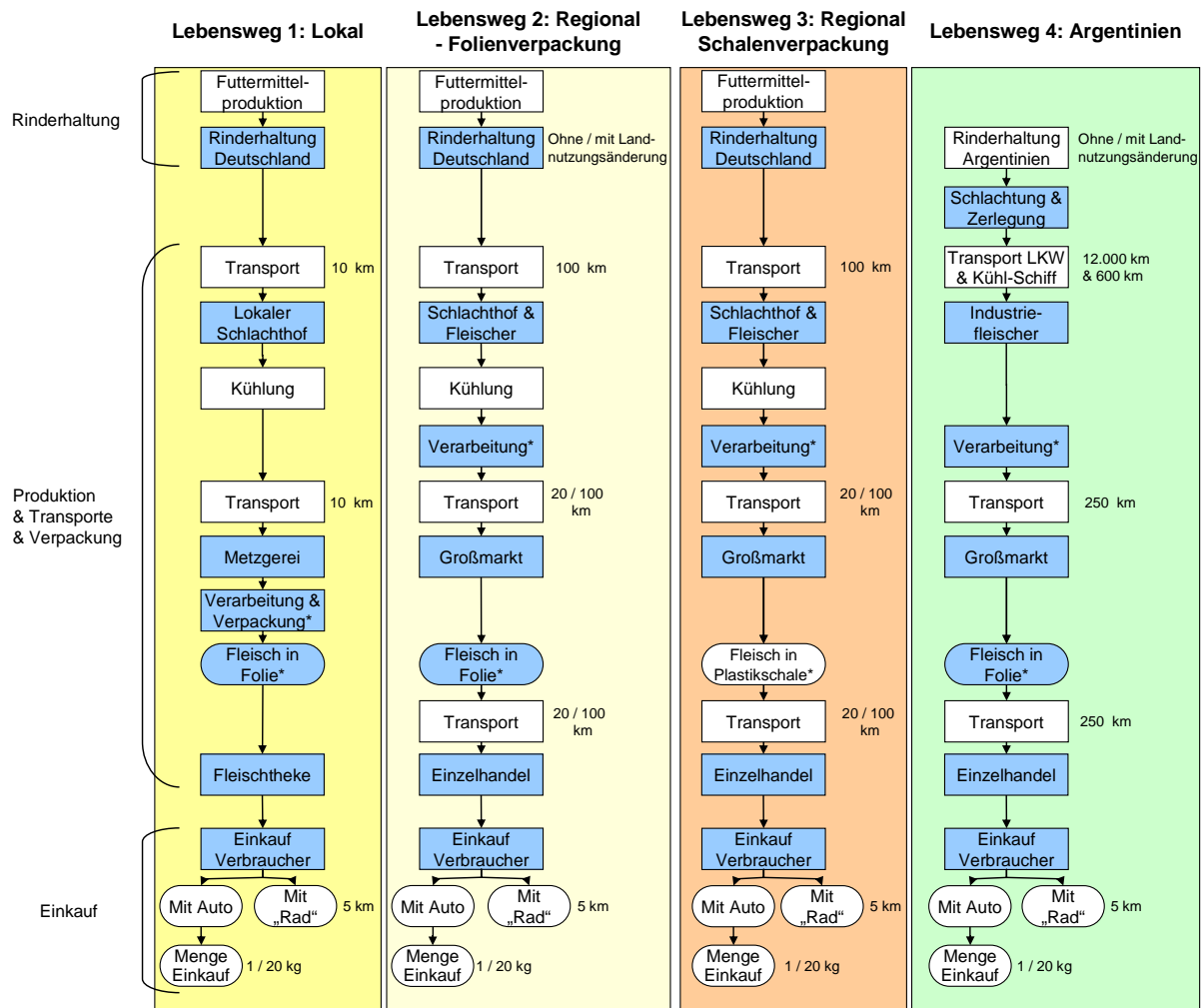
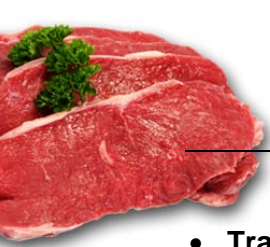


Abb. 3-5: Vereinfachte schematische Lebenswege für Rindfleisch; weiße Felder kennzeichnen Variationen (Quelle: IFEU 2009)



- **Transporte lokal** (Lebensweg 1): Transport zu lokalem Schlachthof 10 km einfach mit Anhänger (7,5t), Transport zu Metzgerei 10 km einfach mit Transporter
- **Transporte regional** (Lebenswege 2 & 3): Transport zu Schlachthof 100 km mit LKW 40t, Transport zu Großmarkt 100 km (in Variation 20 km) mit Kühl-LKW 12 t, Transport zu Einzelhandel 100 km einfach (in Variation 20 km) mit Kühl-LKW 12 t. Jeweils eine Kombination aus den beiden längeren Transporten als Standardfall („Transporte lang“) und aus den beiden kürzeren Transporten („Transporte kurz“) wurde untersucht.
- **Transporte argentinisches Fleisch** (Lebensweg 4): Transport zum Hafen in Buenos Aires 600 km einfach mit Kühl-LKW 40 t, Transport mit Kühlschiff nach Deutschland ca. 12.000 km einfach, Transport 500 km einfach innerhalb Deutschlands mit Kühl-LKW 40 t
- **Einkauf des Verbrauchers:** „Mit Auto“ bedeutet, dass der Verbraucher für seinen Einkauf extra 5 km zum Einkaufsort fährt und dabei entweder nur 1 kg Rindfleisch („worst case“) oder 20 kg gemischte Ware inklusive 1 kg Rindfleisch (Standard) einkauft. Diese Angaben sind nicht als reale Durchschnittsentfernungen zu sehen, sondern beispielhaft gesetzt, um Aussagen über ein mögliches Einkaufsverhalten treffen zu können. Die Bezeichnung „mit Rad“ ist stellvertretend gewählt, um auszusagen, dass der Verbraucher entweder mit dem Rad oder zu Fuß einkauft oder dass er seinen Einkauf nebenbei auf Wegen erledigt, die er ohnehin fahren würde, so dass sich kein zusätzlicher Kraftstoffaufwand für den Einkauf ergibt.
- **Landnutzungsänderung** (Variation Lebensweg 2 & 4): In dieser Studie werden die Landnutzungsänderungen wie folgt berücksichtigt:
 - *Lebensweg 2:* Wird zukünftig verstärkt (regional erzeugtes) deutsches Rindfleisch aus Stallhaltung nachgefragt, so müssen vermehrt Futtermittel produziert werden. Hierfür wird ein Import von Futtermitteln angesetzt. Für deren Produktion wird zusätzliche Fläche im Ausland benötigt und dadurch eine Landnutzungsänderung induziert: beispielhaft wird hier zugrunde gelegt, dass für die zusätzliche Futtermittelproduktion (Kohlenstoffvorrat in annualer Biomasse ca. 2,5 t C / ha) Savannenwald (Kohlenstoffvorrat 40 t C / ha in Biomasse) gerodet wird, so dass es netto zu einem Kohlenstoffverlust 37,5 t C / ha kommt. Der Abschreibungszeitraum des Kohlenstoffverlustes wurde auf 20 Jahre festgesetzt.
 - *Lebensweg 4:* Wird zukünftig verstärkt argentinisches Rindfleisch nachgefragt, so sind zu dessen Produktion zusätzliche Weiden nötig, wofür gegebenenfalls Naturraum zu Weideland umgewidmet werden muss. Eine Rodung von beispielsweise Savannenwald (Kohlenstoffvorrat ca. 40 t C / ha in Biomasse) zur Gewinnung von Weideland (Kohlenstoffvorrat ca. 10 t C / ha in Biomasse) ergibt einen Kohlenstoffverlust ca. 30 t C / ha. Der Abschreibungszeitraum des Kohlenstoffverlustes wurde auf 20 Jahre festgelegt.
 - *Datenunsicherheit:* Es gilt: Die Kohlenstoffvorräte der Vegetationsformen können beträchtlich variieren. Darüber hinaus können ebenfalls Veränderungen im Bodenkohlenstoff auftreten, die in dieser Analyse zu Null gesetzt wurden. Insofern dient die hier vorgenommene Szenarienauswahl lediglich dazu, die Auswirkungen einer Produktionssteigerung grob größenordnungsmäßig aufzuzeigen. Um genauere Aussagen zu treffen, müsste dieses Thema weiter vertieft werden, was den Rahmen dieser Studie sprengen würde.

**Exkurs Landnutzungsänderung:**

Das zentrale Element einer Landnutzungsänderung ist die Veränderung der ursprünglichen Vegetation, die eine Fläche bedeckt. So kann beispielsweise ein natürlicher Wald gerodet und zu landwirtschaftlich genutzter Fläche umgewandelt werden. Wichtig für unsere Betrachtungen ist hierbei, dass diese Veränderungen in der Vegetationsbedeckung mit hohen CO₂-Emissionen verknüpft sein können. Wird beispielsweise ein Stück Wald zu Weideland, unter anderem zur Rindfleischproduktion, gerodet, wird der in den Pflanzen gespeicherte Kohlenstoff als Treibhausgas CO₂ freigesetzt und geht in die Atmosphäre. Da Weideland in der Regel über weniger Biomasse verfügt als Wald und somit auch in Zukunft weniger Kohlenstoff speichert als dieser, treten Nettoemissionen von CO₂ auf, die sich negativ auf das Klima auswirken.

3.3.2 Ergebnisse

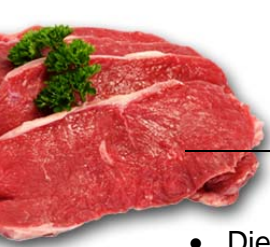
In diesem Kapitel werden die Ergebnisse für die Umweltauswirkungen Energieaufwand und Treibhauseffekt für die Rindfleischproduktion unter unterschiedlichen Bedingungen präsentiert. Abb. 3-6 zeigt im Detail die ökologischen Auswirkungen, die sich aus dem Kauf von einem Kilogramm Rindfleisch ergeben können. Dabei wird in Grafik A der Verbrauch an erschöpflichen Energieträgern (Erdöl, Kohle, Erdgas und Uranerz) angegeben, und zwar in Megajoule (MJ) Primärenergie pro kg Rindfleisch. Die Staffelung der Balken erlaubt einen detaillierten Blick auf die Einzelaufwendungen für die Lebenswegabschnitte und deren Anteil am Gesamtlebensweg. Die oberen vier Balken der Grafik A stellen die Standardlebenswege 1 bis 4 dar, die in Kap. 3.3.1 beschrieben sind. Die darunter liegenden Balken stellen Variationen dar, die beispielhaft an Lebensweg 2 vorgenommen wurden. In Grafik B zeigen die ersten vier Balken die Treibhausgase der Standardlebenswege. Für die einzelnen Lebenswegabschnitte sind hier die Treibhausgasemissionen in kg CO₂-Äquivalenten pro kg Rindfleisch angegeben. Die unteren Balken in Grafik B stellen eine Variation des Lebenswegs 4 (Näheres siehe Kap. 3.3.1) und des Lebenswegs 2 dar.

Wenn man die Gesamtsummen betrachtet, folgen die Ergebnisse für den Energieaufwand einem anderen Muster als die Ergebnisse für den Treibhauseffekt. Auch die relativen Beiträge der einzelnen Lebenswegabschnitte zu den Gesamtaufwendungen unterscheiden sich deutlich. Daher werden hier Energieaufwand und Treibhauseffekt getrennt vorgestellt:

Verbrauch fossiler Energieträger

Manche Prozesse beeinflussen die Ergebnisse wenig. Dazu gehört beispielsweise die Kühlung, die nur für einen geringen Teil der Aufwendungen verantwortlich ist. Andere Parameter, wie Aufzucht, Schlachtung und Verpackung, haben dagegen beträchtlichen Einfluss auf das Gesamtergebnis und werden im Folgenden näher erläutert.

- Bei der deutschen Produktion muss im Vergleich zur argentinischen das ungefähr 3-fache an fossiler Energie aufgewendet werden. Für diesen Unterschied ist vor allem die Art der **Aufzucht** verantwortlich (vgl. LW 2 und 4). Der Energiebedarf für die Futtermittelproduktion für deutsche Rinder allein übersteigt bereits den energetischen Gesamtaufwand für argentinisches Rindfleisch.



- Die **Transporte** und **Kühlaufwendungen** spielen dagegen nur eine untergeordnete Rolle und haben kaum Einfluss auf die Energiebilanz. Angesichts dessen, dass sich bei argentinischer Weidehaltung kein Energieaufwand für die Futtermittelproduktion ergibt, fallen die längeren Transportwege für argentinisches Rindfleisch kaum ins Gewicht.
- Die **Verpackung** hingegen hat einen wesentlichen Einfluss auf den Energiebedarf: Falls das Rindfleisch nicht nur in Folie verpackt wird, sondern in eine Polystyrol-Schale, wie man sie im Einzelhandel oft in den Kühlregalen findet, erhöhen sich die energetischen Aufwendungen für die Verpackung um das mehr als 6-fache (vgl. LW 2 und 3). Dies liegt daran, dass die Herstellung der Polystyrolschalen an sich einen höheren Energiebedarf aufweist als die Produktion der Folien und darüber hinaus mehr Material davon benötigt wird, um die gleiche Menge an Fleisch zu verpacken.
- Es zeigt sich, dass sich die Wahl des Transportmittels für den **Einkauf** durch den Verbraucher sowie die Menge des gekauften Guts unmittelbar auf die Energiebilanz auswirkt. Den größten Verbrauch an fossiler Energie weist das Einkaufsverhalten auf, bei dem der Verbraucher 5 km mit dem Auto fährt, um 1 kg Fleisch zu erwerben („worst case“). Kauft er jedoch 20 kg Lebensmittel ein – und dabei 1 kg Fleisch – so reduziert sich der Verbrauch fossiler Energieträger für den gesamten Lebensweg demgegenüber um ca. ein Viertel. Fährt der Verbraucher mit dem Rad oder plant er seine Fahrten so, dass kein zusätzlicher Kraftstoffverbrauch erfolgt, so ergibt sich gegenüber dem „worst case“-Szenario ebenfalls eine weitere Reduktion des Primärenergieverbrauchs. Es ist zu beachten, dass die Entfernungen sowie Mengenangaben, die diesen Szenarien zugrunde liegen, beispielhaft gewählt sind. Somit lassen sich daraus Tendenzen ablesen; im Einzelfall sind allerdings genauere Angaben zugrunde zu legen.
- Eine weitere Variante stellt die Nutzung der anfallenden Gülle als Substrat für eine **Biogasanlage** dar. Setzt man auf Stallhaltung und nutzt die anfallende Gülle zu 100 % in einer Biogasanlage zur Strom- und Wärmeerzeugung, so ergibt sich eine drastische Reduktion des Energieaufwands: die Bilanzergebnisse für eine regionale Rindfleischproduktion mit Nutzung der Gülle in einer heutigen Biogasanlage sind dann annähernd so vorteilhaft wie die Bilanzergebnisse für argentinisches Rindfleisch.

Treibhauseffekt

Wie oben schon angedeutet wurde, folgen die Gesamtemissionen und Beiträge der einzelnen Lebenswegabschnitte der Treibhausgase einem anderen Muster wie der Energieaufwand. Dies ist im Wesentlichen auf den enormen Einfluss der Methanemissionen zurückzuführen, die die Rinder während ihrer Verdauung produzieren. Methan ist ein äußerst klimawirksames Gas, wirkt sich aber nicht auf den Energiebedarf aus. Mehr Aufschluss über die einzelnen Faktoren gibt eine genauere Betrachtung der Ergebnisse:

- Alle Lebenswege 1 bis 4 resultieren in Treibhausgasemissionen zwischen 24 und 28 kg CO₂-Äquivalenten pro Kilogramm Rindfleisch. Verantwortlich für diese hohen Emissionen ist in erster Linie das Methan, das die Rinder während ihres Lebens produzieren. Zu über 50 % werden die Lebenswege davon bestimmt.
- Den Unterschied zwischen den Lebenswegen 1 bis 3 und dem Lebensweg 4 verursacht im Wesentlichen die Haltungform. Bei der Mutterkuhhaltung (Argentinien) wird den Jungbullen jeweils noch ein Anteil der Methanemissionen der Mutterkuh zugerechnet, wie



in Kap. 3.3.1 beschrieben. Der Großteil der Methanemissionen der Kühe aus der Milchviehhaltung (Deutschland) dagegen wird der produzierten Milch zugeschlagen und spielt in dieser Bilanz daher keine Rolle. Da argentinische Rinder auf der Weide gehalten werden, führt der Kauf von argentinischem Fleisch zu ca. 15 % höheren Treibhausgasemissionen als der Kauf von deutschem Rindfleisch. Der Unterschied ist relativ gering, da die Futtermittelproduktion für das deutsche Rindfleisch den Nachteil des argentinischen Rindfleischs aus der Mutterkuhhaltung zu einem großen Teil wieder ausgleicht.

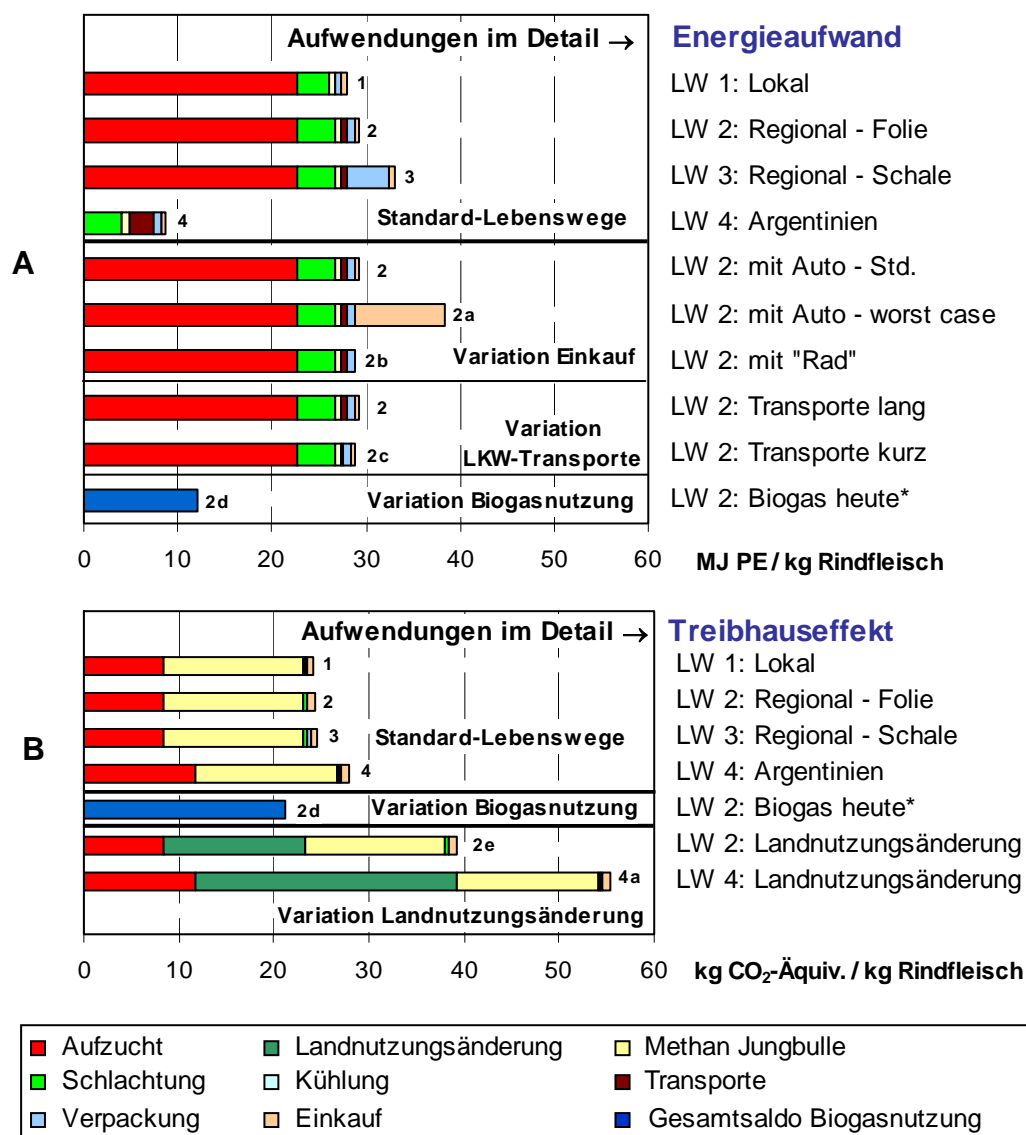
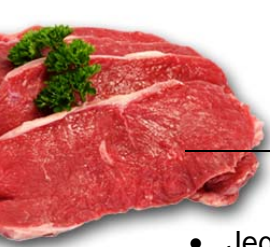


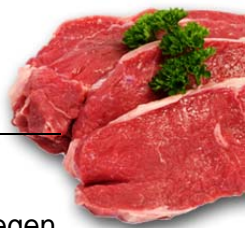
Abb. 3-6: Ergebnisse für die Auswirkungen der Rindfleischproduktion auf den Verbrauch fossiler Energieträger und den Treibhauseffekt; PE = Primärenergie; LW = Lebensweg; *nur Darstellung der Gesamtsalden (Quelle: IFEU 2009)

Lesebeispiel für Balken 3 für „Energieaufwand“ (A):
 Wird das Rindfleisch in Deutschland konventionell produziert, regional verkauft und in Schale verpackt, so müssen 33 MJ an fossilen Energieträgern aufgewendet werden, um ein Kilogramm Fleisch zur Verfügung zu stellen.



- Jegliche andere Unterscheidungen nach Transportwegen, Einkauf und Verpackung verlieren im Vergleich zum Einfluss der Aufzucht und des Methanausstoßes der Rinder an Bedeutung. Dennoch können die Erkenntnisse bezüglich des Verbrauchs fossiler Energieträger in punkto Verpackung, Transport und Einkaufsverhalten analog dazu auf den Treibhauseffekt übertragen werden. Wie gering jedoch die Bedeutung dieser Prozessschritte für die Gesamtemissionen der Lebenswege ist, sieht man beispielsweise daran, dass der Anteil der Aufwendungen für die Polystyrol-Verpackung im Lebensweg 3 am gesamten Energieaufwand noch 14 % beträgt, während ihr Anteil an den gesamten Treibhausgasemissionen des Lebenswegs 3 nur noch bei 1 % liegt.
- Wird die Gülle aus der regionalen Stallhaltung für eine Strom- und Wärmeerzeugung in einer **Biogasanlage** genutzt (Balken 2d), so vermindern sich dadurch die gesamten Treibhausgasemissionen um 14 % gegenüber einer Nutzung der Gülle als Düngemittel (Balken 2).
- Eine **Steigerung der Rindfleischproduktion** kann unterschiedliche Auswirkungen haben: Wird deutsches Rindfleisch stärker nachgefragt und produziert, so können sich durch die zusätzlich benötigte Fläche für vermehrte Futtermittelproduktion eventuell Landnutzungsänderungen ergeben, die sich äußerst unvorteilhaft auf die Bilanzergebnisse auswirken können. Wird die argentinische Rindfleischproduktion erhöht, kann es aufgrund von Weideknappheit ebenfalls zu Landnutzungsänderungen kommen. Diese wirken sich umso stärker auf die argentinische Rindfleischproduktion aus, da bei der dortigen extensiven Weidehaltung mehr Fläche pro Rind benötigt wird als für die Futtermittelproduktion für deutsche Rinder. Sollten aufgrund steigender Nachfrage neue Flächen in Nutzung genommen werden (siehe „Exkurs **Landnutzungsänderung**“ in Kap. 3.3.1), muss dafür eventuell Wald, beispielsweise Savannenwald gerodet werden, um neues Weideland zu schaffen. Hierbei kann der Verlust an Biomasse zu einer Freisetzung von 110 t CO₂-Äquivalenten pro Hektar führen. Geht man davon aus, dass dieses gerodete Stück Fläche 20 Jahre lang als Weideland für Rinder genutzt wird, so ergeben sich pro Kilogramm argentinischen Rindfleischs, das auf dieser Fläche produziert wird, 28 kg CO₂-Äquivalente an Mehremissionen, wie Balken 4a zeigt. Benutzt man eine gerodete Fläche zur Futtermittelproduktion für deutsche Rinder, so führt dies zu Mehremissionen von knapp 15 kg CO₂-Äquivalenten pro Kilogramm Fleisch.

Der große Unterschied zwischen beiden Systemen ist auf die Flächenbelegung zurückzuführen: trotz des gleichen zugrunde gelegten Kohlenstoffinventars der gerodeten Ursprungs-Biomasse schneidet das deutsche Rindfleisch besser ab, da gegenüber der Weidehaltung hier nur etwa die Hälfte an Fläche pro Rind zur Ernährung benötigt wird. Insgesamt zeigt diese Betrachtung, wie wichtig es ist, länderspezifische Randbedingungen und globale Effekte einer Änderung der Lebensmittelnachfrage zu kennen. Argentinien ist hier nur beispielhaft als Fleischproduzent herausgegriffen. Ebenso ist die Rodung von Savannenwald nur beispielhaft gewählt. In Ländern mit hohem Waldanteil und wenig Weideland, die aufgrund steigender Nachfrage dennoch Fleisch in extensiver Weidehaltung produzieren wollen (z. B. Brasilien), können die ökologischen Folgewirkungen demnach ganz anders ausfallen als in Ländern, in denen ausreichend Weideland zur Verfügung steht. Entscheidend ist die Höhe des Kohlenstoffverlustes durch Rodung – je mehr Kohlenstoff in der Biomasse gespeichert ist, desto höher fallen die Treibhausgasemissionen aus, die durch eine Vernichtung der Ursprungs-Vegetation entstehen.

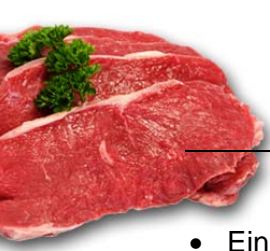


- **Vergleich mit anderen Studien:** Die Ergebnisse aus unseren Standardlebenswegen reihen sich durchaus in die Ergebnisse aus anderen Studien ein: Für die konventionelle Rindfleischproduktion sind in der Literatur Werte zwischen 16 und 26 kg CO₂-Äquivalenten pro Kilogramm Rindfleisch zu finden (Hirschfeld et al. 2008). Diese sind allerdings nur bedingt vergleichbar, zumal die Themen Landnutzungsänderungen und Muttertier-Generationen bisher nicht tiefer thematisiert wurden.

3.3.3 Diskussion

Weist eine regionale Produktion ökologische Vorteile auf, so können diese als Argumentationshilfe für die Regionalvermarktung hilfreich sein. Diese Studie beschränkt sich in ihrer Betrachtung auf die Umweltwirkungskategorien Energieaufwand und Treibhauseffekt, so dass der Begriff „ökologisch“ hier nur in diesem Sinne verstanden werden darf. Es ergibt sich für Rindfleisch:

- Die lokale oder regionale konventionelle Produktion in Deutschland mit Stallhaltung weist im Hinblick auf den **Verbrauch von Ressourcen** unter heutigen Bedingungen deutliche Nachteile gegenüber einer argentinischen Rindfleischproduktion auf. Da die übrigen Aufwendungen für das Schlachten, Zerlegen und Kühlen in etwa ähnlich sind und die längeren Transportwege aus Argentinien kaum ins Gewicht fallen, kann daraus für den Ressourcenschutz kein Vorteil für eine regionale Produktion abgeleitet werden.
- Wird die Gülle in einer Biogasanlage zur Erzeugung von Strom und Wärme genutzt, kann regionales Rindfleisch aus intensiver Stallhaltung in punkto Ressourcenschutz zwar ebenso gut abschneiden wie argentinisches Rindfleisch. Allerdings ist für den Betrieb eines Biogas-BHKWs mit 100 kW elektrischer Leistung Gülle von mindestens 1.200 Jungbullen nötig. Da in Deutschland die meisten Betriebe zwischen 120 und 250 Tiere halten, müsste die Gülle aus mehreren Betrieben angeliefert werden. Ökonomisch lohnt sich eine Gülleerschließung aufgrund der hohen Transportkosten und des geringen spezifischen Energieertrags pro Tonne Substrat allerdings bislang kaum, was ein Grund dafür ist, dass noch nicht einmal das aktuell vorhandene Güllepotenzial in Deutschland ausgeschöpft ist. Unter diesen Voraussetzungen ist eine energetische Verwertung der Gülle nur bedingt wahrscheinlich, sollte aber unter allen Umständen gefördert werden. Wenn auf intensive Stallhaltung gesetzt wird, so ist eine 100 %ige Güllenutzung nachdrücklich zu empfehlen. Vor allem wirkt sich eine Nutzung günstig auf den Ressourcenschutz aus, der Beitrag zum Klimaschutz ist weitaus geringer.
- In ihren Auswirkungen auf den **Treibhauseffekt** zeigt sich eine regionale Produktion dem Import von argentinischem Rindfleisch unter heutigen Bedingungen leicht überlegen. Dies ist hauptsächlich auf die Haltungform der Mutterkühe zurückzuführen. Da die Mutterkühe in argentinischer Weidehaltung nahezu ausschließlich zur Produktion von Kälbern gehalten werden, müssen die von ihnen produzierten Methanemissionen in der Bilanz dem Nachwuchs, also den Jungbullen, angerechnet werden, so dass die Treibhausgasemissionen aus der argentinischen Aufzucht die Emissionen aus der deutschen Futtermittelproduktion übertreffen. Die Methanemissionen der Jungbullen selbst sind allerdings so hoch, dass die übrigen Aufwendungen vergleichsweise gering ausfallen. Eine Optimierung aller anderen Lebenswegabschnitte bringt insgesamt nur geringfügige Vorteile.



- Eine Entscheidung für oder gegen argentinisches Rindfleisch kann damit nicht eindeutig getroffen werden und bleibt somit in gewissem Maße subjektiv. Zwar ist der Vorteil beim Verbrauch fossiler Ressourcen im Standardfall ungleich höher als der Nachteil bei den Klimagasemissionen, dennoch ist eine objektive Gewichtung nicht möglich. Eine endgültige Entscheidung beruht auf einer subjektiven Prioritätensetzung.
- Ein Umstieg auf vermehrte Weidehaltung in Deutschland bringt aus Klimaschutzgründen nur dann Vorteile, wenn die Mutterkühe als Milchvieh genutzt werden, so dass die Methanemissionen der Mutterkühe nicht der Fleischproduktion angelastet werden müssen. Allerdings steigt dadurch der Flächenbedarf, so dass es zu Konflikten mit anderen Klimaschutzzielen kommen kann. Wie die Analyse zeigt, ist es schwer, die Milchproduktion getrennt von der Fleischproduktion zu betrachten. Insofern ist es sinnvoll, dies künftig als gekoppeltes System zu untersuchen.
- Wie die Sensitivitätsanalyse zeigt, ist eine Steigerung der Fleischproduktion in jedem Fall nachteilig für den Klimaschutz. Zum einen bedeuten mehr Rinder einen zusätzlichen Ausstoß des hoch klimawirksamen Methans. Kommt es zum anderen zur Beseitigung von Vegetation, die viel Kohlenstoff speichert, um Futtermittel anzubauen oder Weideland zu gewinnen, so führt dies zu beträchtlichen Mehremissionen an Treibhausgasen. Die wirksamste Option, die hohen Treibhausgasemissionen zu senken, ist, den Rindfleischkonsum generell zu reduzieren.
- Da die Produktion von Polystyrol energieintensiver ist als die Produktion von Polyethylen, sollte der Verbraucher Verpackungen aus Polystyrol meiden. In Kühlregalen mit Selbstbedienung sind sowohl Polystyrol-Schalen als auch PET-Schalen zu finden, die der Normalverbraucher nicht unbedingt unterscheiden kann. Ein Einkauf an der Fleischtheke, wenn vorhanden, ist daher vorzuziehen, da dort meist nur Verpackungen aus Polyethylen verwendet werden.
- Es zeigt sich, dass der Verbraucher den Ressourcenverbrauch stark minimieren kann, wenn er seinen Einkauf zu Fuß oder per Fahrrad erledigt oder wenn er seine Autofahrten so plant, dass er für den Einkauf keinen zusätzlichen Kraftstoffaufwand hat, sondern ihn während anderer Fahrten „beiläufig“ mit erledigt. Darüber hinaus kann er durch Großeinkäufe ebenfalls zur Schonung fossiler Ressourcen beitragen. Daraus lässt sich ableiten, dass die lokale Metzgerei gegenüber dem Einzelhandel mit seinem durchmischten Warenangebot nur dann ökologisch vorteilhaft abschneidet, wenn der Einkauf ohne zusätzlichen Kraftstoffverbrauch durchgeführt wird.

3.3.4 Fazit

Aus der Ergebnisdiskussion lassen sich folgende Empfehlungen ableiten:

- Betrachtet man nur die beiden Kriterien Ressourcenschutz und Treibhauseffekt, so zeigen sich gegenläufige Ergebnisse: Stellt man den Ressourcenschutz in den Vordergrund, ist argentinisches Rindfleisch zu bevorzugen; ist der Klimaschutz primäres Ziel, sollte regionales Rindfleisch gewählt werden. Die Frage dreht sich in diesem Fall weniger um Regionalität, als vielmehr um verschiedene Produktionsweisen von Fleisch und der Aufteilung von Emissionen auf die Milch- und Fleischproduktion. Daher kann im Hinblick auf die zwei Umweltkategorien Ressourcenschutz und Treibhauseffekt keine eindeutige Empfehlung für oder wider regionales Rindfleisch abgeleitet werden.



- Setzt man auf Rindfleisch aus intensiver Stallhaltung, so bietet sich zumindest für den Ressourcenschutz ein deutliches Optimierungspotenzial durch eine Güllenutzung als Biogassubstrat. Eine mögliche Vermarktungsstrategie könnte die Kennzeichnung von ‚regionalem Rindfleisch mit 100 %iger Güllenutzung‘ sein. Allerdings müsste dann durch Nachweise sichergestellt werden, dass auch tatsächlich 100 % der Gülle zur Biogasproduktion genutzt werden und das Biogas dann in einem BHKW zur Strom- und Wärmeproduktion eingesetzt wird.
- Um den Verbrauch fossiler Energieträger und die Klimagasemissionen aus der deutschen Rindfleischproduktion zu reduzieren, könnte in Deutschland verstärkt auf Weidehaltung gesetzt werden. Als positiver Nebeneffekt würden sich gegebenenfalls der Einsatz von Medikamenten und die Stressbelastung der Tiere verringern lassen. Zudem könnte die Geschmacksqualität steigen. All dies sind Kriterien, die den bewusst konsumierenden Verbraucher ansprechen und somit eine regionale Vermarktung unterstützen könnten. Allerdings sind zwei Punkte zu bedenken: Zum einen ist Weidehaltung aus Klimaschutzgründen nur sinnvoll, wenn garantiert ist, dass die Mutterkühe auch zur Milchproduktion eingesetzt werden, selbst wenn die Milchleistung geringer ausfallen mag. Zum anderen ist zu bedenken, dass die Weidehaltung in Deutschland nicht ganzjährig möglich ist, was den Futtermittelbedarf nur teilweise senkt. Darüber hinaus sind Flächenkonkurrenzen durch andere Zielvorgaben absehbar, beispielsweise durch den Ausbau der erneuerbaren Bioenergieproduktion zum Erreichen der Klimaschutzziele. Es wäre im Rahmen eines größeren Projektes zu prüfen, inwieweit sich die zwei Effekte gegenseitig aufheben würden: Freisetzung von Flächen durch verstärkte Weidehaltung und damit einhergehender Verringerung des Futtermittelbedarfs und zusätzliche Belegung von Flächen durch vermehrte Weidehaltung. Insgesamt sollten Leitziele für eine deutsche Landwirtschaft entwickelt werden, innerhalb derer auch das Thema der Extensivierung behandelt werden sollte.
- Klimaschutz durch Rindfleischproduktion ist jedoch nicht möglich: Wird der Rindfleischkonsum generell gesteigert, ist dies immer mit einem enormen Anstieg des Klimagasausstoßes verbunden. Dafür sorgen alleine schon die Methanemissionen der Rinder, ganz zu schweigen von den Treibhausgasemissionen, die durch eine Landnutzungsänderung induziert werden können. Die einzige Möglichkeit, dem entgegenzuwirken ist die Reduzierung des Rindfleischkonsums. In dieser Hinsicht wäre eine verstärkte Sensibilisierung des Verbrauchers für die Folgewirkungen von Fleischkonsum zu begrüßen. In der Regionalvermarktung könnte mit diesem Argument für qualitätvollen Genuss anstelle von Quantität geworben werden.
- Der Verbraucher sollte beim Einkauf unnötige Einfahrten mit dem Auto vermeiden und seine Fahrten sorgfältig planen. Am ökologisch günstigsten ist ein Einkauf zu Fuß, mit dem Fahrrad oder auf Strecken, die der Verbraucher ohnehin fahren muss. Eine konsequente Umsetzung hätte darüber hinaus auch eine weitreichende positive Auswirkung, da sich diese im generellen Einkaufsverhalten zeigen würde.
- Zudem sollte der Verbraucher - wann immer möglich - auf den Kauf von Fleisch verzichten, das in Polystyrolschalen verpackt ist. Der Einzelhandel ist angehalten, hier Alternativen anzubieten.
- Neben den ökologischen Aspekten können weitere Gründe eine Rolle für den Ausbau der regionalen Erzeugung spielen, beispielsweise die Förderung der ländlichen Entwicklung, die Pflege der Kulturlandschaft und der Erhalt des Landschaftsbildes.

3.4 Bier

Bier ist eines der beliebtesten deutschen Getränke und stark regional verwurzelt. Viele Menschen verbinden mit lokalen und regionalen Brauereien oft auch ein Stück Heimat. Insofern findet sich hier ein wichtiger Markt für regionale Produkte. Andererseits existiert eine Reihe von Markenbieren, die deutschlandweit verbreitet sind, in vielen Gaststätten bestellt und in fast jedem Getränkemarkt gekauft werden können. Zunehmend werden auch ausländische Biersorten nachgefragt. In dieser Studie wird der Vertrieb von Bier im Gastronomiebereich untersucht, da die Gastronomie mehr Variationsmöglichkeiten bei der Wahl der Verpackung hat als der Einzelverbraucher (Tietze 2008a). In Gaststätten wird sowohl Fassbier als auch Flaschenbier verkauft, wobei ersteres oft aus regionalen Brauereien stammt. Deutschlandweit verbreitete Biersorten oder ausländisches Bier werden dagegen oft in Glasflaschen abgefüllt. Die Verpackung ist ein wichtiges Unterscheidungsmerkmal, da die Produktionsbedingungen selbst, mit Ausnahme der Transportwege, meist ähnlich sind.

3.4.1 Beschreibung der untersuchten Lebenswege

Es wurden drei Lebenswege für Bier untersucht, die in Abb. 3-7 schematisch abgebildet sind.

Die wesentlichen Charakteristika der betrachteten Lebenswege sind:

- **Produkte:** 1 Liter Bier: Regionale Biersorte (Lebensweg 1), deutschlandweit vertriebene Biersorte (Lebensweg 2), Bier aus dem Ausland, Beispiel Irland (Lebensweg 3)
- **Verpackung:** Regionales Bier in 50 Liter-Stahlfässern (LW 1), deutsches Bier in 0,5 l Glas-Mehrwegflaschen, die etwa 25-mal wiederbefüllt werden (LW 2), irisches Bier in 0,5 l Glas-Einwegflaschen (LW 3)
- **Produktion (Variante LW 1):** Da man annehmen kann, dass kleinere Regionalbrauereien eine geringere Energieeffizienz haben als Industriebrauereien, wurde hier eine Variation zum Standardfall (Energiebedarf für alle Lebenswege gleich) untersucht, in welcher ein um 20% höherer Energiebedarf für die Mälzerei sowie für die Brauerei angesetzt wurde.
- **Transporte Bier aus der Region (Lebensweg 1):** Transport der Gerste zur Brauerei 100 km (in Variation 20 km) einfach mit Transporter, Transport Bierfässer zur Gastronomie 50 km (in Variation 20 km) mit Transporter. Untersucht wurde jeweils eine Kombination aus den beiden längeren Transporten als Standardfall („Transporte lang“) und aus den beiden kürzeren Transporten („Transporte kurz“).
- **Transporte deutsches Bier (Lebensweg 2):** Transport der Gerste zur Brauerei 200 km (in Variation 100 km) einfach mit LKW 12 t, Transport in Deutschland zur Gastronomie 500 km einfach mit LKW 12 t. Im Standardfall wird der weitere Transport der Gerste zugrunde gelegt („Transport lang“), in Variation der kürzere („Transport kurz“).
- **Transporte irisches Bier (Lebensweg 3):** Transport der Gerste zur Brauerei 200 km (in Variation 100 km) einfach mit LKW 12 t, Transport von Dublin nach Hamburg ca. 1.600 km einfach mit Schiff, Transport in Deutschland 500 km einfach mit LKW 12 t. Im Standardfall wird der weitere Transport der Gerste zugrunde gelegt („Transport lang“), in Variation der kürzere („Transport kurz“).



Die Lebenswege wurden so ausgewählt, dass verschiedene Verpackungen und Transportvarianten miteinander verglichen werden können.

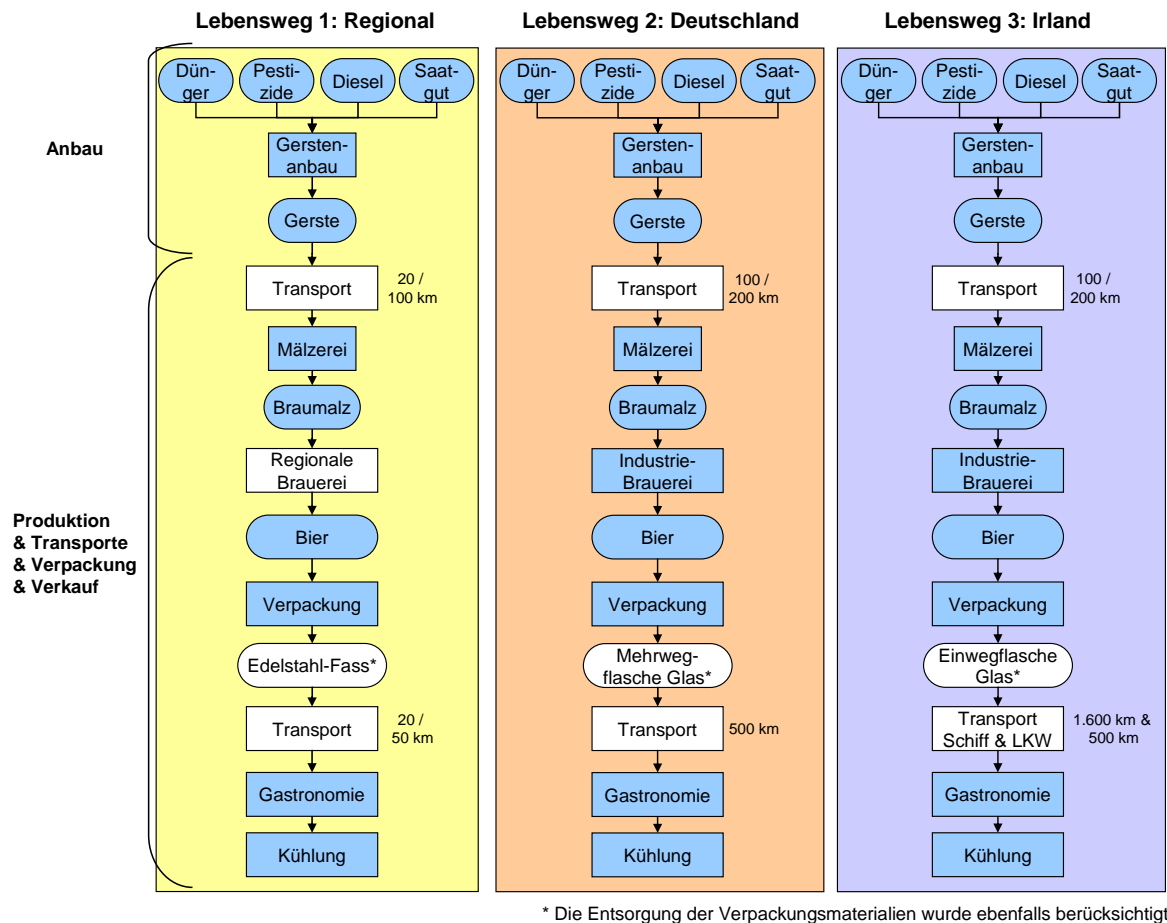



Abb. 3-7: Vereinfachte schematische Lebenswege für Bier; weiße Felder kennzeichnen Variationen (Quelle: IFEU 2009)

3.4.2 Ergebnisse

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse für die Umweltauswirkungen Energieaufwand und Treibhauseffekt für die Bierproduktion und den Vertrieb in der Gastronomie präsentiert. Abb. 3-8 zeigt im Detail die ökologischen Auswirkungen, die sich aus dem Kauf von 1 Liter Bier in einer Gaststätte ergeben. Dabei wird in Grafik A der Verbrauch an erschöpflichen Energieträgern (Erdöl, Kohle, Erdgas und Uranerz) angegeben, und zwar in Megajoule (MJ) Primärenergie pro Liter Bier. Die obersten drei Balken zeigen, wie sich die Aufwendungen auf die einzelnen Abschnitte der Lebenswege 1 bis 3 aufteilen. Die darunter liegenden Balken stellen die Auswirkungen verschiedener Variationen dar. Dabei zeigt der Balken 1a eine Variation des Energiebedarfs der regionalen Brauerei. Die restlichen Balken stellen Variationen der Transportwege dar. Grafik B zeigt – dem gleichen Muster folgend – die Treibhausgasemissionen und ihre Aufteilung auf die einzelnen Abschnitte der Lebenswege 1 bis 3 in kg CO₂-Äquivalenten pro Liter Bier an.



Es gibt eine Reihe von Prozessen, welche die Ergebnisse wenig beeinflussen. Dazu gehören der Anbau der Gerste (Landwirtschaft) und die Kühlung des Biers in der Gastronomie, die nur für einen geringen Teil der Aufwendungen verantwortlich sind. Andere Parameter wie die Bierproduktion, die Transporte und die Verpackung haben dagegen beträchtlichen Einfluss auf das Gesamtergebnis und werden im Folgenden näher erläutert.

Verbrauch fossiler Energieträger

- Die Aufwendungen für die **Produktion** von Bier sind beträchtlich. Lebensweg 1 zeigt, dass der Großteil an fossilen Energieträgern für Mälzerei und Brauerei verbraucht wird. Allerdings sind diese Aufwendungen nicht ursächlich für die Unterschiede *zwischen* den Lebenswegen, da gleiche Produktionsbedingungen für alle drei Lebenswege angesetzt sind.
- Vergleicht man den regionalen Pfad mit dem überregionalen und irischen Pfad, so schneidet Bier aus der Region äußerst vorteilhaft ab. So muss für Bier aus der Region im Vergleich zu Bier aus Irland knapp die Hälfte weniger an fossiler Energie aufgewendet werden, um den Verbraucher in der Gaststätte mit einem Liter Bier zu versorgen. Verantwortlich für die Unterschiede sind der Transport und die Verpackung.
 - Die **Transporte** haben deutliche Auswirkungen auf den Ressourcenschutz: aufgrund des hohen spezifischen Gewichts der Flaschen und des Produkts, führen längere Transporte zu einem bedeutenden Mehraufwand an fossiler Energie, verglichen mit kurzen Transporten. Es ist also der Transport der Verpackung und der Flüssigkeit, der in den Bilanzen durchschlägt (siehe Balken 1b). Der Transport der Gerste zur Mälzerei dagegen ist kaum relevant (siehe Balken 2a und 3a).
 - Ebenfalls relevant ist die Art der **Verpackung** und deren Wiederbefüllung: das Fass schneidet dabei am besten ab. Zum einen ist das Verhältnis von Gewicht zu Inhalt günstiger als bei den Glasflaschen, zum anderen wird das Fass mindestens 50-mal wiederbefüllt. Daher ist der Materialaufwand pro Liter Bier geringer als bei den Glasflaschen. Im Vergleich zur Mehrwegflasche wird nur ein Drittel an fossiler Energie für die Verpackung benötigt, im Vergleich zur Einwegflasche sogar nur ein Zehntel. Die Umlaufzahl von 50 ist eine grobe Schätzung, das Fass bleibt so lange im Einsatz, bis der Stahl Schäden zeigt. Deutlich aufwendiger dagegen ist die Verpackung in Glasflaschen. Dabei ist zur Produktion, Abfüllung und Entsorgung der Mehrwegflasche mit durchschnittlich 25 Umläufen trotz notwendiger Reinigungsvorgänge bedeutend weniger Energie nötig als für die Produktion, Abfüllung und Entsorgung der Einwegflasche.
- **Variation Energieaufwand für Produktion:** Ein um 20 % höherer Energieaufwand in einer kleinen Mälzerei und Brauerei wirkt sich nicht signifikant auf die Ergebnisse aus (siehe Balken 1a). Geht man davon aus, dass die Produktion im kleineren Maßstab weniger energieeffizient ist, so schneidet die regionale Produktion dennoch besser ab als die überregionale, da der Transport der Glasflaschen und die Aufwendungen für deren Produktion viel stärker ins Gewicht fallen. Dies gilt nur unter der Maßgabe, dass das regionale Bier in Fässer abgefüllt wird. Wird es dagegen in Einweg-Glasflaschen vertrieben, so ist der spezifische Vorteil von Regionalbier nicht mehr gegeben.

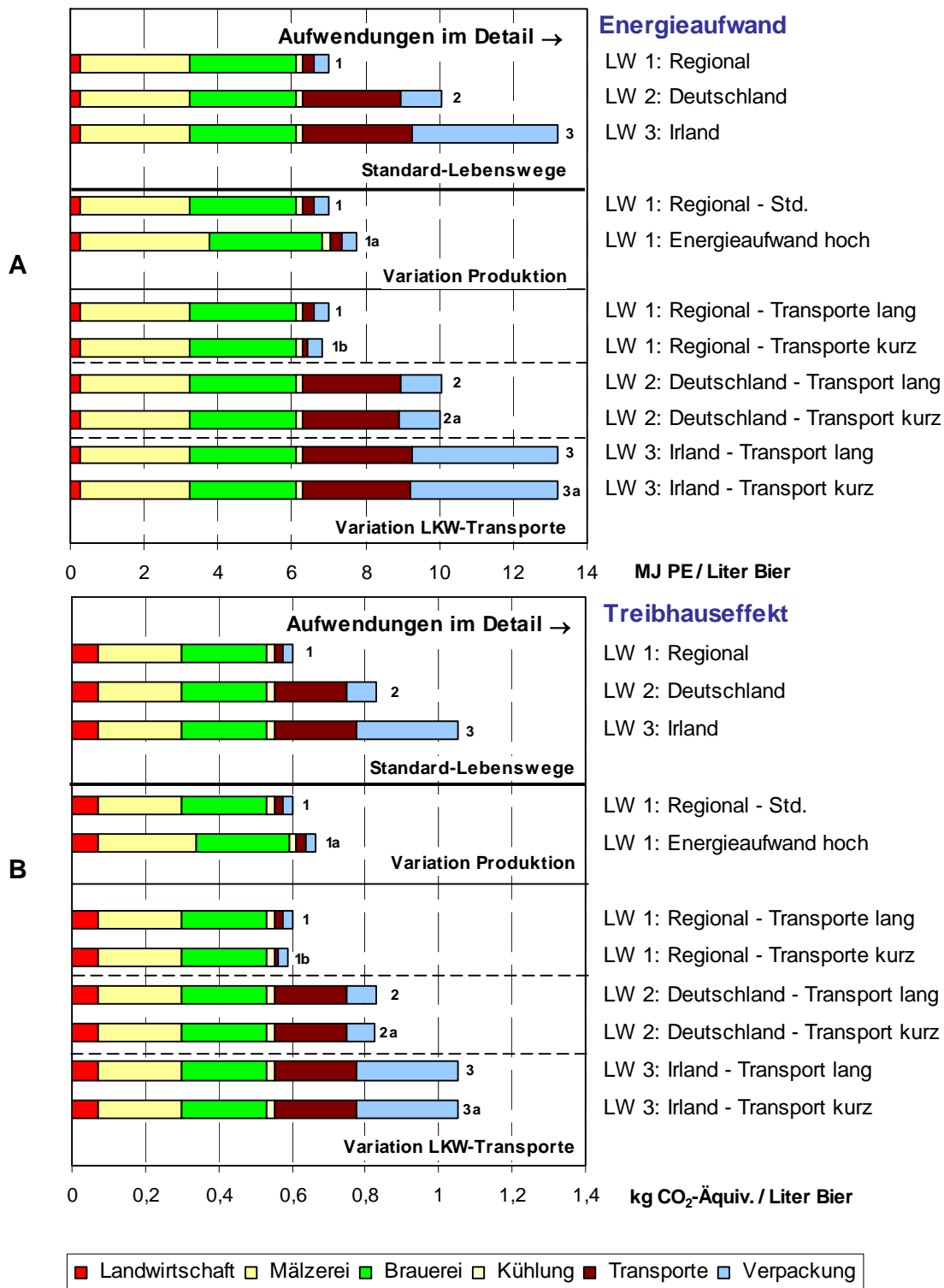


Abb. 3-8: Ergebnisse für die Auswirkungen der Bierproduktion samt Vertrieb auf den Verbrauch fossiler Energie und den Treibhauseffekt; Std. = Standard, PE = Primärenergie (Quelle: IFEU 2009)

Lesebeispiel für Balken 1 für „Treibhauseffekt“ (B):

Wird das Bier regional produziert, in Fässer abgefüllt und durch die Gastronomie vertrieben, so werden pro Liter Bier 0,6 kg an Treibhausgasen emittiert.



Treibhauseffekt

Die Ergebnisse für den Treibhauseffekt folgen dem gleichen Muster wie der Verbrauch fossiler Energieträger. Die Landwirtschaft wirkt sich anteilig etwas stärker aus, ansonsten gelten die Ergebnisse wie bereits dargelegt.

3.4.3 Diskussion

Weist eine regionale Produktion ökologische Vorteile auf, so ist das für eine Regionalvermarktung hilfreich. Der Begriff ‚ökologisch‘ bezieht sich in dieser Studie lediglich auf den Ressourcen- und Klimaschutz und wird im Folgenden nur in dieser Bedeutung verwendet.

- Regionalbier aus Fässern weist gegenüber überregional produziertem Bier aus Glasflaschen in der Regel ökologische Vorteile auf. Selbst bei erhöhtem Produktionsaufwand ist Regionalbier vorzuziehen. Diese Aussage gilt, wenn das regionale Bier als Fassbier abgefüllt wird. Zwar ist Regionalbier aus Glasmehrwegflaschen überregionalem Bier aus Glasmehrwegflaschen ebenfalls überlegen, Regionalbier aus Glas-Einwegflaschen hingegen nicht mehr.
- Weite Entfernungen und eine schwere Verpackung führen zu hohem Energiebedarf und hohen Treibhausgasemissionen. Abmildern lässt sich dieser Effekt durch die Auswahl von Mehrwegverpackungen, die im Vergleich zum Inhalt ein geringes Eigengewicht haben, wie z. B. großen Fässern, die möglichst oft wiederverwendet werden sollten.

3.4.4 Fazit

Ressourcen- und Klimaschutz bieten zur Unterstützung der Regionalvermarktung von Bier gute Argumentationshilfen:

- Es ist ökologisch nachteilig, Produkte mit hohem spezifischen Gewicht lange Strecken in Verpackungen mit hohem Eigengewicht zu transportieren. Der Verbraucher kann daher ökologisch handeln, indem er regionales Bier kauft – sowohl in Gaststätten als auch für den Heimkonsum. Grundsätzlich sollte er vor allem auf ausländisches Bier verzichten, wenn es in Einwegflaschen importiert wird. Zum Heimkonsum sollte er auf Bier in Mehrwegflaschen zurückgreifen.
- Die Gastronomie sollte möglichst Fassbier aus der Region ausschenken.
- Der Handel ist angehalten, verstärkt Bier aus regionaler Herstellung in Mehrwegflaschen zu listen und zu vermarkten.
- Nach alternativen Abfüllkonzepten sollte gesucht werden: Ausländisches Bier könnte beispielsweise in Fässern importiert und vor Ort abgefüllt werden, um die negativen ökologischen Auswirkungen so gering wie möglich zu halten.



- Für eine Regionalvermarktung eignet sich Bier besonders gut, da in vielen Gegenden Deutschlands lokale und regionale Brauereien existieren und von den Menschen geschätzt werden. Neben den ökologischen Aspekten lässt sich darüber hinaus auch mit Geschmacksvielfalt und Tradition für regionales Bier werben.



3.5 Brot

3.5.1 Beschreibung der untersuchten Lebenswege

Brot ist ein traditionelles Grundnahrungsmittel in Deutschland. Der jährliche Verbrauch liegt in Deutschland in etwa bei 84 kg Backwaren pro Kopf (GMF 2008). Zu den Umweltauswirkungen der Brotproduktion samt Transport und Verkauf sind in den letzten Jahren einige Ökobilanz-Studien entstanden (Braschkat et al. 2003, Andersson & Ohlsson 1999). Dabei wurden mehrere Aspekte untersucht, wie beispielsweise der Weizenanbau (ökologisch versus konventionell) oder die Herstellung (Industriebäckerei gegenüber Familienbäckerei oder Brotautomat). Dennoch wird dieser Studie Brot noch einmal ökobilanziell betrachtet, um einen aktuellen Vergleich zwischen regionaler und überregionaler Produktion durchführen zu können.

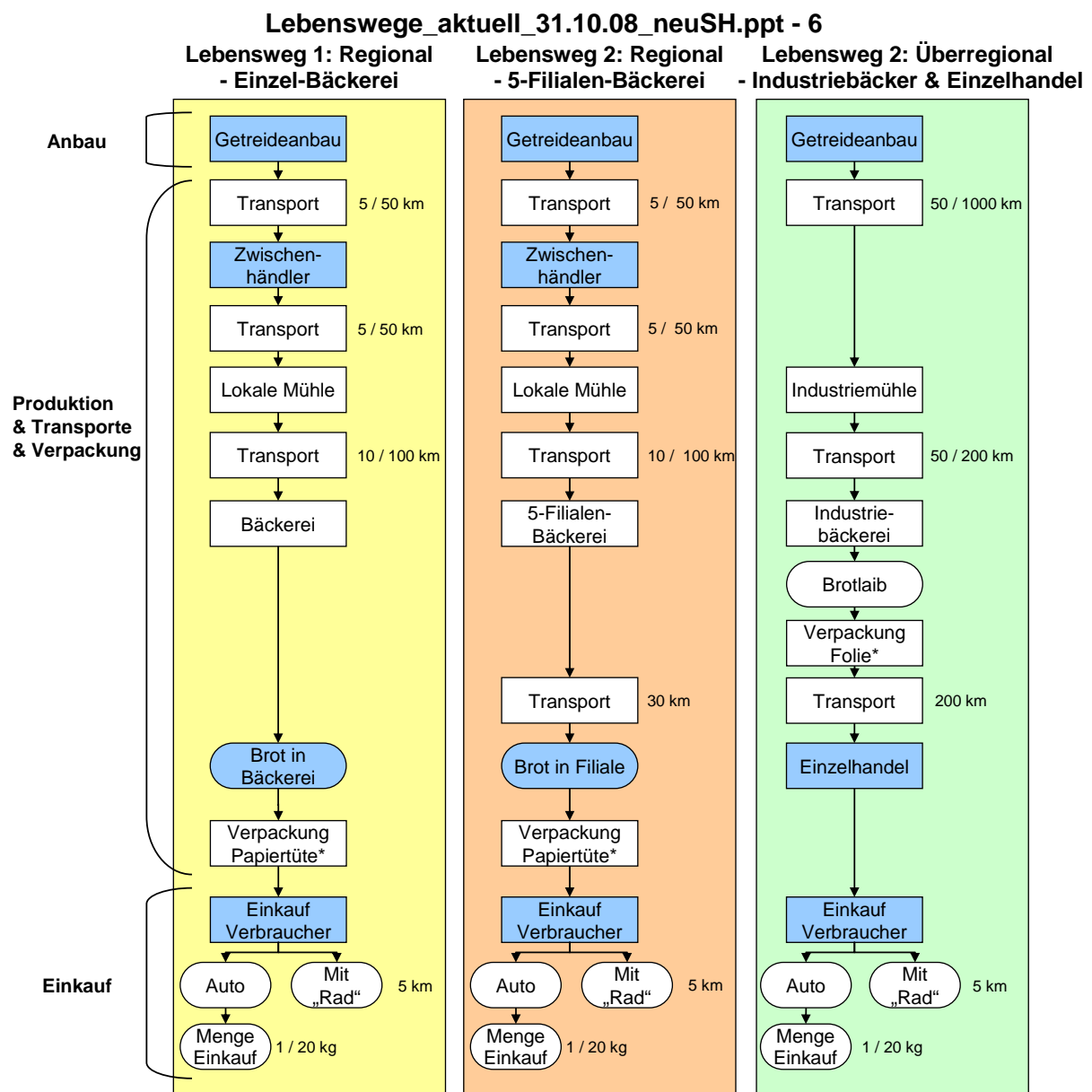
Früher war fast ausschließlich die Bäckerei für das Backen und Verteilen von Brot verantwortlich. Zunehmend finden sich allerdings große Firmen, die in ganz Deutschland im Einzelhandel die gleichen Brotsorten anbieten. Dazu wird in einer Industriebäckerei das Brot in großem Maßstab gebacken. Der Einzelhandel verkauft dieses dann meist verpackt und geschnitten. In der vorliegenden Studie werden drei Herstellungsoptionen für Brot betrachtet: die Produktion in einer Einzel-Bäckerei, die Produktion in einer Bäckerei, die fünf Filialen in ihrer näheren Umgebung versorgt (5-Filialen-Bäckerei), und die Großproduktion in einer Industriebäckerei, die überregional den Einzelhandel beliefert. In Abb. 3.9 sind die betrachteten Lebenswege für Brot dargestellt. Die Lebenswege wurden so ausgewählt, dass verschiedene Verpackungen, Distributionswege und Transportvarianten miteinander verglichen werden können.

Die wesentlichen Charakteristika der Lebenswege sind:

- **Produkt:** 1 kg Brotlaib aus konventioneller Weizenproduktion
- **Backprozess:**
 - *Lokale Einzel-Bäckerei* (Lebensweg 1) und *5-Filialen-Bäckerei* (Lebensweg 2): hoher Energiebedarf
 - *Industriebäckerei* (Lebensweg 3): effizientere Produktion, um 50% geringerer Energiebedarf
- **Verpackung:** In Bäckerei in Papiertüte (Lebensweg 1 & 2), im Einzelhandel in Folie (Lebensweg 3)
- **Transporte Einzel-Bäckerei regional** (Lebensweg 1): Transport Getreide zu lokaler Mühle 10 km (in Variation 100 km) einfach mit LKW 40 t, Transport Mehl zu Bäckerei 10 km (in Variation 100 km) mit LKW 12 t. Untersucht wurde jeweils eine Kombination aus den beiden längeren Transporten („Transporte lang“) und aus den beiden kürzeren Transporten („Transporte kurz“, Standardfall).



- **Transporte 5-Filialen-Bäckerei regional** (Lebensweg 2): Transport Getreide zu lokaler Mühle 10 km (in Variation 100 km) einfach mit LKW 40 t, Transport Mehl zu Bäckerei 10 km (in Variation 100 km) mit LKW 12 t, Transport in fünf verschiedene Filialen 30 km mit Transporter. Jeweils eine Kombination aus den beiden längeren Transporten („Transporte lang“) und aus den beiden kürzeren Transporten („Transporte kurz“, Standardfall) wurde untersucht.
- **Transporte überregional** (Lebensweg 3): Transport Getreide zu Industriemühle 50 km (in Variation 1000 km) einfach mit LKW 40 t, Transport Mehl zu Industriebäckerei 50 km (in Variation 200 km) mit Silo-LKW, Transport zu Filialen oder Einzelhandel 200 km mit LKW 12 t. Jeweils eine Kombination aus den beiden längeren Transporten („Transporte lang“) und aus den beiden kürzeren Transporten („Transporte kurz“, Standardfall) wurde untersucht.



* Die Entsorgung der Verpackungsmaterialien wurde ebenfalls berücksichtigt.

Abb. 3.9: Vereinfachte schematische Lebenswege für Brot; weiße Felder kennzeichnen Variationen (Quelle: IFEU 2009)



- **Einkauf des Verbrauchers:** „Mit Auto“ bedeutet, dass der Verbraucher nur zum Einkaufen extra 5 km zum Einkaufsort fährt und dabei entweder nur 1 kg Brot („worst case“) oder 20 kg gemischte Ware inklusive 1 kg Brot (Standard) einkauft. Diese Angaben sind nicht als reale Durchschnittsentfernungen zu sehen, sondern beispielhaft gesetzt, um Aussagen über ein mögliches Einkaufsverhalten treffen zu können. Die Bezeichnung „mit Rad“ ist stellvertretend gewählt, um auszusagen, dass der Verbraucher entweder mit dem Rad oder zu Fuß einkauft, oder dass er seinen Einkauf nebenbei auf Wegen erledigt, die er ohnehin fahren würde, so dass sich in keinem Fall ein zusätzlicher Kraftstoffaufwand für den Einkauf ergibt.

3.5.2 Ergebnisse

Die Auswirkungen der Brotherstellung samt Vertrieb und Einkauf auf den Energiebedarf und Treibhauseffekt sind in Abb. 3.10 dargestellt. Dabei wird in Grafik A der Verbrauch an erschöpflichen Energieträgern (Erdöl, Kohle, Erdgas und Uranerz) angegeben, und zwar in Megajoule (MJ) Primärenergie pro kg Brot. Die obersten drei Balken zeigen, wie sich die Aufwendungen auf die einzelnen Abschnitte der Lebenswege 1 bis 3 aufteilen. Die darunter liegenden Balken zeigen die Auswirkungen verschiedener Variationen. Grafik B zeigt – dem gleichen Muster folgend – die Treibhausgasemissionen und ihre Aufteilung auf die einzelnen Abschnitte der Lebenswege 1 bis 3 in kg CO₂-Äquivalenten pro kg Brot an.

Energiebedarf und Treibhauseffekt

Einige Prozesse beeinflussen die Ergebnisse nur wenig. Dazu gehören beispielsweise die Vermahlung des Korns und die Verpackung des Brots. Andere Parameter sind dagegen ergebnisbestimmend, wie Anbau, Backprozess, Einkaufsverhalten des Verbrauchers und Transport. Diese werden im Folgenden näher erläutert.

- Der Einfluss des **Anbaus** des Korns ist relevant: je nach Lebensweg macht er grob 20 % bis 40 % der Gesamtbilanz aus. Hierzu wurden in dieser Studie keine Variationen untersucht. Greift man allerdings die Ergebnisse aus Braschkat et al. (2003) auf, so zeigt sich, dass durch ökologischen Anbau des Weizens die Bilanz erheblich verbessert werden kann.
- Der Energiebedarf für den **Backprozess** ist allerdings die entscheidende Größe für die Bilanzergebnisse und bestimmt im Wesentlichen den Unterschied zwischen regionaler und überregionaler Produktion. Der Backprozess in der Industriebäckerei besitzt gegenüber dem Backen in einer kleinen Bäckerei einen um 50 % geringeren Energiebedarf und verursacht 55 % weniger Treibhausgasemissionen.
- Auch das **Einkaufsverhalten** des Verbrauchers fällt stark ins Gewicht. Fährt der Verbraucher mit dem PKW zum Bäcker, um nur 1 kg Brot zu kaufen, so verbraucht er dadurch mehr fossile Energie und verursacht mehr Treibhausgasemissionen als alle restlichen Aufwendungen zusammengenommen (Balken 1a). Erledigt der Verbraucher dagegen seinen Einkauf mit dem Fahrrad oder zu Fuß oder plant er seine Fahrten so, dass kein zusätzlicher Kraftstoffverbrauch durch den Einkauf entsteht, so führt das zu großen ökologischen Vorteilen (Balken 1b). Auch ein Großeinkauf mit dem PKW schneidet aus ökologischer Sicht verhältnismäßig günstig ab (Balken 1).

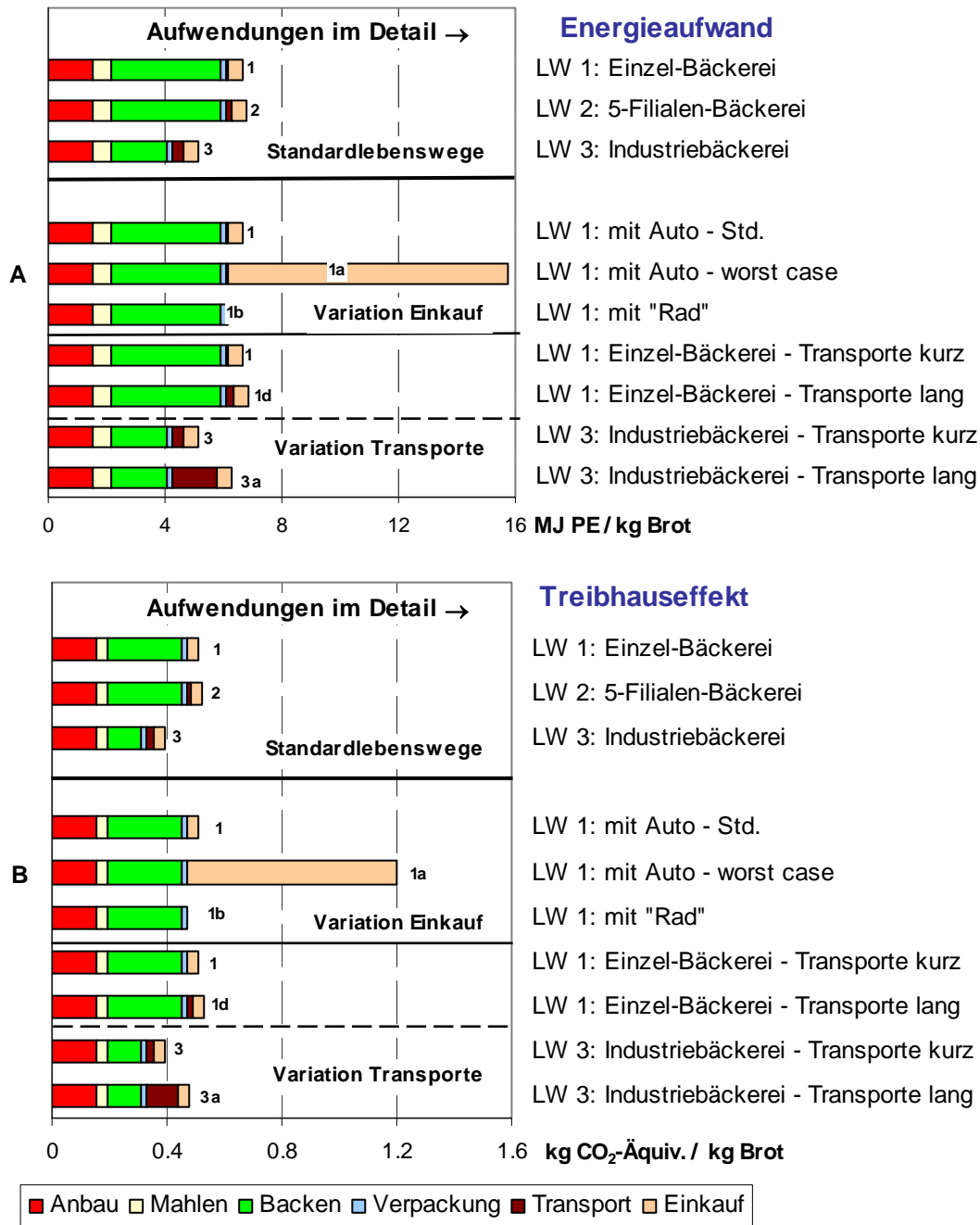


Abb. 3.10: Ergebnisse für die Auswirkungen der Brotproduktion auf den Verbrauch fossiler Energieträger und den Treibhauseffekt; PE = Primärenergie; LW = Lebensweg (Quelle: IFEU 2009)

Lesebeispiel für Balken 1 für „Energieaufwand“ (A):

Wird Brot in einer lokalen Bäckerei gebacken und dort verkauft, so müssen dafür 6,6 MJ an fossilen Energieträgern pro Kilogramm Brot aufgewendet werden.



- Der **Transport** spielt in den meisten Szenarien nur eine untergeordnete Rolle im Vergleich zu den bereits erwähnten Parametern. Die 5-Filialen-Bäckerei hat zwar im Vergleich zur Einzel-Bäckerei ein leicht höheres Transportaufkommen, welches aber anteilmäßig nur wenig ausmacht. Allerdings haben lange Transportwege (Balken 3a, Transporte: 1.400 km), beispielsweise durch Getreideimporte und durch lange Wege zwischen Mühle und Industriebäcker beträchtlichen Einfluss auf das Gesamtergebnis. Dadurch wird der Vorteil der Industriebäckerei gegenüber der Einzel-Bäckerei nahezu aufgehoben.

3.5.3 Diskussion

Weist eine regionale Produktion ökologische Vorteile auf, so ist das für eine Regionalvermarktung hilfreich. Der Begriff ‚ökologisch‘ bezieht sich in dieser Studie lediglich auf den Ressourcen- und Klimaschutz und wird im Folgenden in dieser Bedeutung verwendet.

- Aus ökologischer Sicht zeigt regional in kleinem Maßstab produziertes Brot Nachteile gegenüber in Industriebäckereien gebackenem Brot. Dies liegt in erster Linie an dem wesentlich energieintensiveren Backprozess von kleinen Bäckereien.
- Falls jedoch das Getreide importiert wird und sowohl das Mehl als auch das Brot in Deutschland weite Strecken transportiert werden, dann wird der Punkt erreicht, an dem der energieeffizientere Backprozess der Industriebäckerei durch die höheren Transportaufwendungen konterkariert wird und die Industriebäckerei gegenüber der Einzel-Bäckerei keine Vorteile mehr aufweist (vgl. Balken 1 & 3a). Transporte sind also durchaus relevant und daher möglichst kurz zu halten.
- Ein beträchtlicher Teil der Verantwortung für das ökologische Abschneiden von Lebensmitteln liegt jedoch beim Verbraucher selbst: Benutzt er den PKW lediglich zum Einkauf von 1 kg Brot, hat das einen so hohen Energiebedarf und verursacht so hohe Treibhausgasemissionen, dass vergleichsweise dazu alle übrigen Optimierungsversuche kaum mehr ins Gewicht fallen. Großeinkäufe, Einkäufe mit dem Fahrrad oder zu Fuß oder klug geplante Einkaufsfahrten ohne zusätzlichen Kraftstoffverbrauch sind aus ökologischer Sicht dagegen begrüßenswert.
- Die Weizenproduktion hat mit 20% bis 40% einen bedeutenden Anteil an den Gesamtaufwendungen für Energie und an den Treibhausgasemissionen. Eine Umstellung auf ökologische Weizenproduktion könnte die Energie- und Treibhausgasaufwendungen signifikant reduzieren, wie Braschkat et al. (2003) gezeigt haben. Die Einbeziehung von ökologischem Landbau war aber hier nicht Teil der Untersuchung, daher kann nur eine qualitative Aussage getroffen werden.

3.5.4 Fazit

Aus der Ergebnisdiskussion ergeben sich folgende Empfehlungen:

- Will man nicht-erneuerbare Ressourcen schonen und Treibhausgase reduzieren, so empfiehlt sich der Einkauf von Brot aus fabrikmäßiger Produktion. Dies gilt allerdings nicht in jedem Fall: werden vor allem die damit verbundenen Transportwege für Getreide übermäßig lang, so wird der Vorteil neutralisiert bzw. ins Gegenteil verkehrt. Da der Verbraucher schlecht nachvollziehen kann, welche Transportdistanzen hinter einem Produkt stehen, ist



hier die Backindustrie in der Pflicht, die Transportwege möglichst kurz zu halten und gegebenenfalls entsprechende Kennzeichnungen zu entwickeln.

- Um den Nachteil der kleinen Bäckereien gegenüber Backfabriken beim Backvorgang auszugleichen, sollte der Herstellungsprozess von Brot energetisch optimiert werden, z. B. durch bessere Ausnutzung der Ofenkapazitäten oder durch Aussortierung von älteren, ineffizienten Geräten zugunsten neuerer sparsamerer Geräte. Hierzu wurde bereits ein Modellprojekt durchgeführt, bei dem gezeigt wurde, dass deutliche Einsparpotenziale beim Backbetrieb vorhanden sind: so kann zum Beispiel durch bessere Nutzung der Rest- und Abwärme der Öfen der Energiebedarf signifikant gesenkt werden. Das mögliche Einsparpotenzial wurde mit bis zu 25 % angegeben (Bäckerinnung et al. 2004).
- Der Verbraucher sollte sich bewusst sein, dass er mit seinem Einkaufsverhalten einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz leisten kann, so z. B. durch kluge Fahrtenplanung, durch Großeinkäufe oder durch Erledigung kleiner Ergänzungskäufe zu Fuß oder mit dem Fahrrad. Bäckereien können dies unterstützen, indem sie ihre Kunden auf ökologisch vorteilhaftes Einkaufsverhalten hinweisen.
- Bei einer umfassenden ökologischen Bewertung spielen neben der Einsparung von Energie und Treibhausgasen auch noch weitere ökologische Aspekte eine Rolle. Hier sind insbesondere solche Umweltwirkungen zu nennen, die mit der landwirtschaftlichen Produktion von Brotgetreide unter Verwendung von Mineraldüngern und Pestiziden verbunden sind, wie zum Beispiel Versauerung, Überdüngung von Ökosystemen und Abnahme von Biodiversität.
- Neben den rein ökologischen Kriterien sind auch weitere Aspekte von erheblicher Bedeutung. Beispielsweise schätzen viele Verbraucher Brot aus kleinen Bäckereien aufgrund seines speziellen Geschmacks, seiner Frische und der Qualität der Backwaren mehr als abgepacktes Brot aus dem Supermarkt. Hier mag es für manche gerechtfertigt sein, eine Vielfalt an Geschmack aufrechtzuerhalten. Auch sozio-politische Aspekte, wie z. B. die Förderung kleiner oder traditioneller Unternehmen oder ernährungsphysiologische Gesichtspunkte können eine Rolle spielen.



3.6 Milch

Milch ist besonders in Europa ein wichtiges Grundnahrungsmittel. In Deutschland wurden 2007 pro Kopf 65 Liter verbraucht (M & M 2008). Die Selbstversorgungsrate lag in Deutschland 2006 bei 98 % (Tietze 2008a). Obwohl im Norden Deutschlands fast ebenso viel Milch produziert wird wie im Süden, wird sie innerhalb Deutschlands oft weite Strecken transportiert. Die Haupterzeuger sind Bayern und Niedersachsen, wobei in Bayern die Betriebe mit durchschnittlich 30 Milchkühen deutlich kleiner sind als in Niedersachsen mit durchschnittlich 50 Kühen (MIV 2008).

Zur Produktion von Milch sind bereits diverse Ökobilanzen mit unterschiedlichen Schwerpunkten erschienen (Cederberg & Mattson 2000, Cederberg & Stadig 2003, De Boer 2003, Garnett 2007, Kanyarushoki et al. 2008, Sonesson & Berlin 2002). Darin werden meist unterschiedliche Produktionsweisen (ökologisch – konventionell) untersucht und verglichen. In dieser Studie liegt der Fokus weniger auf einer Untersuchung der Milchproduktion unter verschiedenen Bedingungen, als vielmehr auf einem Vergleich verschiedener Vertriebswege (regionaler gegenüber überregionaler Vermarktung), Verpackungen und unterschiedlichem Einkaufsverhalten des Verbrauchers.

3.6.1 Beschreibung der untersuchten Lebenswege

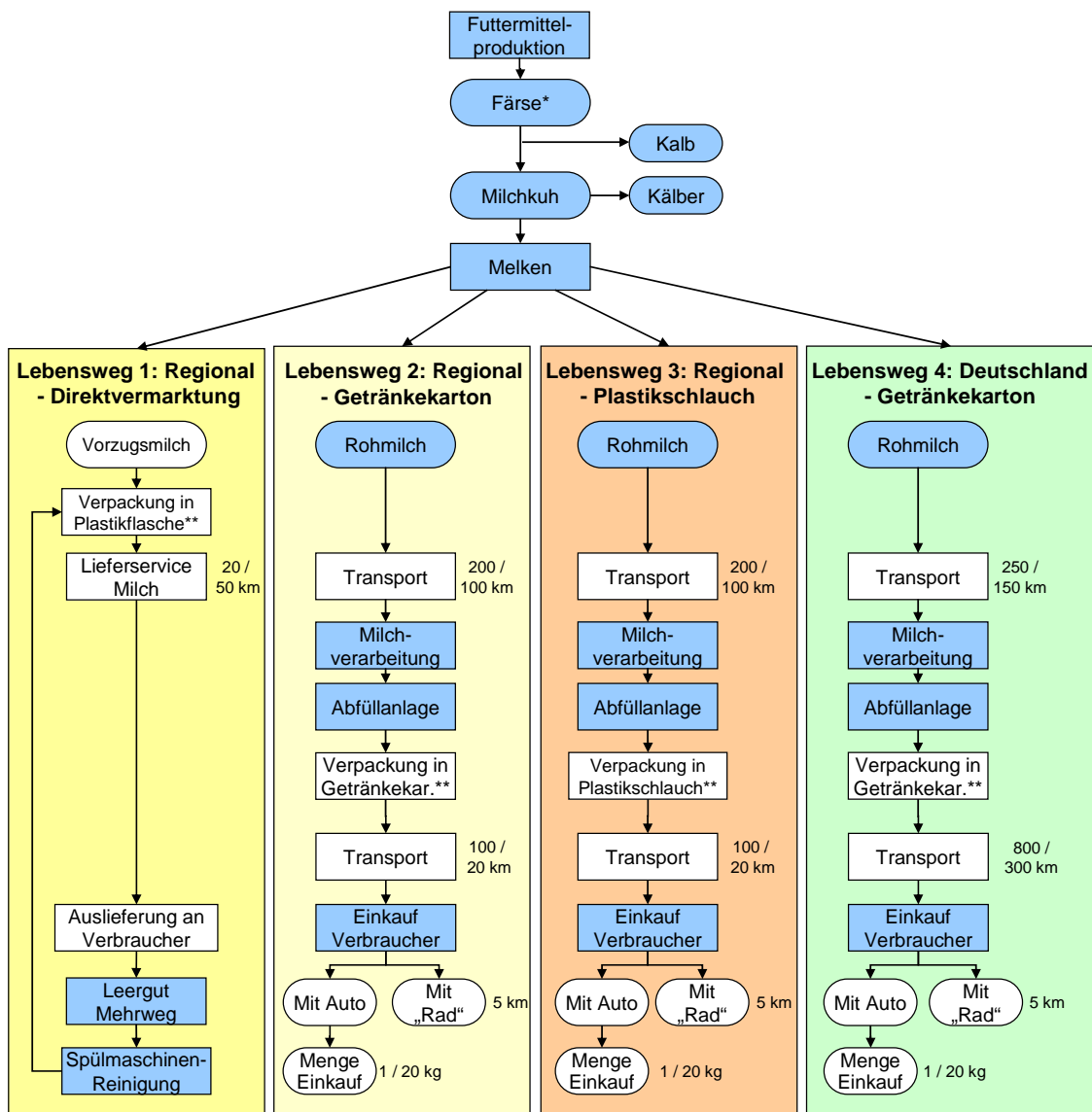
In Abb. 3-11 sind die betrachteten Lebenswege für Milch dargestellt. Die Lebenswege wurden so ausgewählt, dass unterschiedliche Verpackungen und Distributionswege miteinander verglichen werden können.

Die wesentlichen Charakteristika der Lebenswege sind:

- **Vorzugsmilch** (Lebensweg 1): Konventionelle Rohmilchproduktion; Vorzugsmilch ist völlig unbehandelt und darf nur unter hohen Auflagen vertrieben werden: die Betriebe werden intensiv überwacht und müssen strenge Hygienevorschriften einhalten. Eine Weiterverarbeitung in der Molkerei findet nicht statt. Die Milch wird mit einem Transporter in Polycarbonat-Mehrwegflaschen ausgefahren (Umkreis 50 km, in Variation 20 km), die vom Verbraucher nach Leerung der Milch kurz ausgespült und vom Erzeuger maschinell gereinigt werden. Eine Flasche wird laut Hersteller 50-mal wiederbefüllt, bevor sie entsorgt wird (Tietze 2008b).
- **Verarbeitete Vollmilch mit natürlichem Fettgehalt:**
 - Konventionelle Rohmilchproduktion, professionelle Vollmilchproduktion, durchschnittliche Vollmilch mit Fettgehalt 3,5 % (Lebenswege 2-4)
 - *Transport Lebenswege 2 & 3:* Zur Molkerei in Tankwagen (40 t) ohne Kühlung 200 km (in Variation 100 km), zum Einzelhandel Transport 100 km einfach (in Variation 20 km) mit LKW 40 t (Lebenswege 2 & 3). Die Länge des Transportwegs zur Molkerei ist auf die geringe Anzahl von Molkereien mit Frischmilchabfüllung zurückzuführen. Jeweils eine Kombination aus den beiden längeren Transporten als Standardfall („Transporte lang“) und aus den beiden kürzeren Transporten („Transporte kurz“) wurde untersucht.



- *Transport (Lebensweg 4):* Zur Molkerei in Tankwagen (40 t) ohne Kühlung 250 km (in Variation 150 km), zum Einzelhandel Transport 800 km einfach (in Variation 300 km) mit LKW 40 t (Lebensweg 4). Jeweils eine Kombination aus den beiden längeren Transporten als Standardfall („Transporte lang“) und aus den beiden kürzeren Transporten („Transporte kurz“) wurde untersucht.
- *Verpackung* im Getränkekarton (Lebenswege 2 & 4) bzw. Polyethylenschlauch (Lebensweg 3). Ca. 96 % der Vollmilch werden in Getränkekartons abgefüllt, der Schlauchbeutel hat dagegen nur noch einen Marktanteil von unter einem Prozent (Luxenhofer 2009, Hager 2009). Verpackung in Glasflaschen wurde nicht untersucht.



* Färsen = Kuh vor dem ersten Kalben

** Die Entsorgung der Verpackungsmaterialien wurde ebenfalls berücksichtigt.

Abb. 3-11: Vereinfachte schematische Lebenswege für Milch; weiße Felder kennzeichnen Variationen (Quelle: IFEU 2009)

- **Einkauf des Verbrauchers:** „Mit Auto“ bedeutet, dass der Verbraucher nur zum Einkauf extra 5 km zum Einkaufsort fährt und dabei entweder nur 1 Liter Milch („worst case“) oder 20 kg gemischte Ware inklusive 1 Liter Milch (Standard) einkauft. Diese Angaben sind nicht als reale Durchschnittsentfernungen zu sehen, sondern beispielhaft gesetzt, um Aussagen über ein mögliches Einkaufsverhalten treffen zu können. Die Bezeichnung „mit Rad“ ist stellvertretend gewählt, um auszusagen, dass der Verbraucher entweder mit dem Fahrrad oder zu Fuß einkauft, oder dass er seinen Einkauf nebenbei auf Wegen erledigt, die er ohnehin fahren würde, so dass sich kein zusätzlicher Kraftstoffaufwand ergibt.

3.6.2 Ergebnisse

Im Folgenden werden die Auswirkungen der Produktion, des Vertriebs und des Einkaufs von Milch auf Energiebedarf und Treibhauseffekt präsentiert. Abb. 3.12 zeigt im Detail die ökologischen Auswirkungen, die sich aus dem Kauf von einem Liter Milch ergeben. Dabei wird in Grafik A der Verbrauch an erschöpflichen Energieträgern (Erdöl, Kohle, Erdgas und Uranerz) angegeben, und zwar in Megajoule (MJ) Primärenergie pro Liter Milch. Die Staffelung der Balken erlaubt einen detaillierten Blick auf die Einzelaufwendungen für die Lebenswegabschnitte und deren Anteil am Gesamtlebensweg. Die oberen vier Balken der Grafik A stellen die Standardlebenswege 1 bis 4 dar, die in Kap. 3.6.1 beschrieben sind. Die darunter liegenden Balken zeigen Variationen, die beispielhaft an den Lebenswegen 1, 2 und 4 vorgenommen wurden. Grafik B zeigt analog dazu die Ergebnisse für den Treibhauseffekt in kg CO₂-Äquivalenten pro Liter Milch.

Da die Bilanzergebnisse für Energieaufwand und Treibhauseffekt sich in ihren Anteilen der Einzelaufwendungen an den Gesamtlebenswegen unterscheiden, werden die Ergebnisse für die beiden Kategorien getrennt erläutert.

Energieaufwand

Es gibt Prozesse, die die Ergebnisse nur wenig beeinflussen (siehe Abb. 3.12). Die Kühlung der Milch ist beispielsweise nur für einen geringen Teil der Aufwendungen verantwortlich und wird daher nicht weiter diskutiert. Andere Parameter wie der Anbau, der Transport, die Verpackung, die Verarbeitung und das Einkaufsverhalten des Verbrauchers haben dagegen beträchtlichen Einfluss auf das Gesamtergebnis und werden im Folgenden näher erläutert.

- Die **landwirtschaftlichen Aufwendungen** bis hin zur Rohmilchproduktion machen einen beträchtlichen Anteil der Gesamtaufwendungen aus. Sie beinhalten die Futtermittel für die Milchkuh, das Melken und die Gülleverwertung. Für alle Lebenswege ist die gleiche konventionelle Rohmilchproduktion angesetzt, so dass sich die absoluten Aufwendungen dafür zwischen den Lebenswegen 1 bis 4 nicht unterscheiden. Es variiert aber der Anteil der Aufwendungen am Gesamtlebensweg; so verursacht beispielsweise die Landwirtschaft beim Lebensweg 1 fast die Hälfte aller Aufwendungen, bei der überregionalen Produktion dagegen nur noch ein Fünftel.
- Bei der regionalen Produktion mit Auslieferung an den Verbraucher (LW 1) ist der Verbrauch an fossilen Energieträgern am geringsten. Das liegt zum einen daran, dass der gesamte Energiebedarf der **Molkerei** eingespart wird, da die Rohmilch ohne Verarbeitung direkt an den Verbraucher ausgeliefert wird.

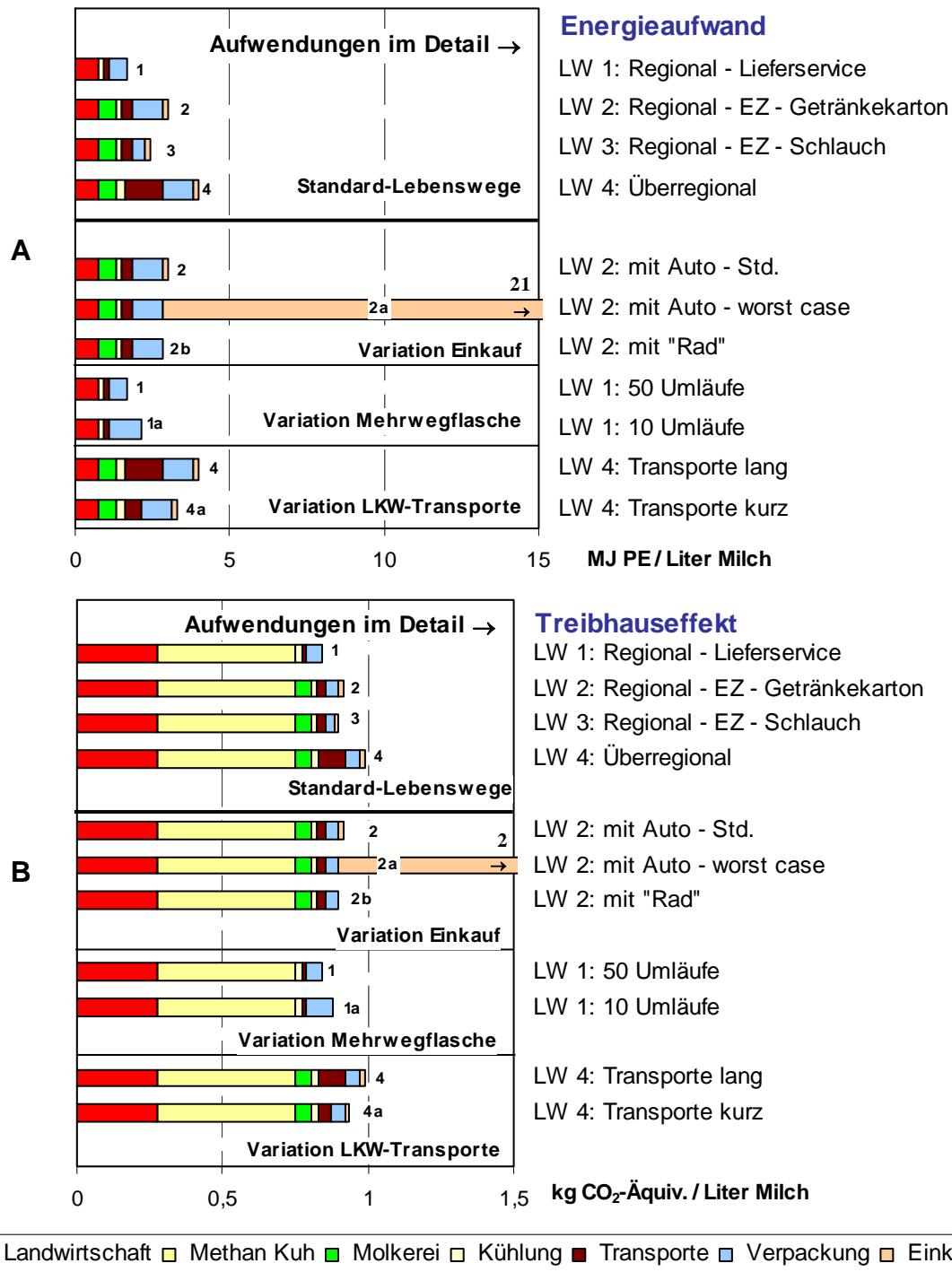


Abb. 3.12: Ergebnisse für die Auswirkungen der Milchproduktion auf den Verbrauch fossiler Energieträger und den Treibhauseffekt; Reichen die Balken über die Skalierung hinaus, sind die Endwerte über dem Balken angegeben; PE = Primärenergie; LW = Lebensweg; EZ = Einzelhandel, Std. = Standard (Quelle: IFEU 2009)

Lesebeispiel für Balken 1 für „Energieaufwand“ (A):

Um dem Verbraucher einen Liter Milch zur Verfügung zu stellen, müssen bei regionaler Milchproduktion, Abfüllung in Polycarbonat-Mehrwegflaschen und Auslieferung an den Verbraucher 1,7 MJ an fossiler Energie aufgewendet werden.



Zum anderen liegt es an der Auslieferung in **Mehrwegflaschen**. Obwohl Polycarbonat sehr energieaufwendig in der Herstellung ist, wirkt sich das nur geringfügig aus, wenn die Flaschen tatsächlich 50-mal wiederbefüllt werden. Im Vergleich zur überregionalen Produktion von verarbeiteter Milch (LW 4) werden für eine regionale Produktion von Vorzugsmilch nur ca. 40 % an fossilen Energieträgern benötigt.

- Die **Verpackung** ist ebenfalls relevant: Milch im Polyethylen-Schlauch verursacht einen geringeren Verbrauch fossiler Energieträger, da weniger Material benötigt wird und dementsprechend der Produktionsaufwand geringer ist. Der Verbrauch ist um etwa 44 % geringer als für den Getränkekarton. Auch gegenüber der Mehrweg-Polycarbonatflasche des Lieferservices mit 50 Umläufen (LW 1) ist der PE-Schlauch im Vorteil. Werden die Mehrwegflaschen nicht 50-mal, sondern nur 10-mal wiederbefüllt, so verdoppeln sich die Energieaufwendungen für die Verpackung (LW 1a). Der relativ geringe sichtbare Zuwachs ist darauf zurückzuführen, dass zur Verpackung nicht nur die Materialproduktion zählt, sondern auch die Entsorgung, Reinigung und Wiederbefüllung, welche ebenfalls einen Teil der Aufwendungen bei der Mehrwegflasche ausmachen.
- Der **Transport** beeinflusst das Bilanzergebnis deutlich: So ist zur Bereitstellung von einem Liter Milch ein signifikant höherer Energieaufwand nötig, wenn die Milch 1000 km (LW 4) anstelle von 300 km (LW 2 & 3) transportiert wird.
- Beim **Einkauf** mit dem „Rad“ entsteht kein zusätzlicher Energiebedarf (Balken 2b). Kauft der Verbraucher 20 kg Waren inklusive 1 Liter Milch, ist der hinzukommende Energieaufwand ebenfalls relativ gering und fällt in der Summe kaum ins Gewicht (Balken 2). Bei der „worst case“ Variante (Balken 2a) dagegen fährt der Verbraucher ausschließlich zum Zwecke des Milchkaufs mit dem PKW: der Energieaufwand hierfür ist enorm und macht fast 90 % der Gesamtaufwendungen aus. Dies lässt erkennen, welche Bedeutung das Einkaufsverhalten des Verbrauchers hat. Der gesamte Energiebedarf ist in diesem Fall bei weitem höher als die gesamten restlichen Aufwendungen des Lebenswegs.

Treibhauseffekt

Die Ergebnisse für den Treibhauseffekt verlaufen analog zu den Ergebnissen für den Energieaufwand bei den Parametern Einkauf, Transport, Kühlung und Molkerei. Allerdings ist ihr Anteil an den Gesamtemissionen deutlich geringer, da zwei andere Parameter hauptsächlich die Bilanzergebnisse beeinflussen: hauptverantwortlich für die hohen Treibhausgasemissionen sind die Landwirtschaft und die Methanemissionen der Milchkühe. Im Vergleich dazu verlieren die übrigen Parameter an Bedeutung.

- Aufgrund der hohen Treibhausgasemissionen aus der **Landwirtschaft** und vor allem aus der **Methanproduktion der Kühe** sind die Klimagasemissionen der regionalen Vorzugsmilchproduktion mit Lieferservice (LW 1) gegenüber der überregionalen Milchproduktion (LW 4) nur noch 15 % niedriger. Gegenüber der regionalen Milchproduktion (LW 2 & 3) bestehen kaum noch Unterschiede.
- Ausschlaggebend für die noch bestehenden geringen Unterschiede *zwischen* den Lebenswegen sind Transport, Verpackung und Molkereiprozess:
 - Der Vorteil des Lieferservices von Vorzugsmilch (LW 1) gegenüber der regionalen Milchproduktion (LW 2) liegt im Wesentlichen in der Vermeidung der Emissionen aus dem **Molkereiprozess**.



- Bezüglich des Treibhauseffekts erweist sich die **Verpackung** Polyethylenschlauch wiederum als vorteilhafter als der Getränkekarton wie ein Vergleich zwischen LW 2 und LW 3 zeigt. Allerdings ist der Unterschied nur noch gering, aufgrund des hohen Anteils der Landwirtschaft und der Methanemissionen am Gesamt-Lebensweg.
- Die überregionale Milchproduktion ist für den Klimaschutz am ungünstigsten, da die weiteren **Transportwege** für Mehremissionen gegenüber einer regionalen Produktion sorgen.
- **Vergleich zu anderen Publikationen:** Andere Studien zu konventioneller Milchproduktion geben eine Bandbreite von Treibhausgasemissionen von 0,9 kg bis 1,4 kg CO₂-Äquivalenten pro Liter Milch an. Unsere Ergebnisse lassen sich in diese Bandbreite einordnen, wenn auch am unteren Ende. Eine genauere Vergleichbarkeit zu anderen Studien ist allerdings nicht gegeben, da die Rahmenbedingungen je nach spezifischer Fragestellung unterschiedlich gewählt sind.

3.6.3 Diskussion

Der im Folgenden verwendete Begriff ‚ökologisch‘ bezieht sich in dieser Studie nur auf die Umweltwirkungen Energieaufwand und Treibhauseffekt.

- Nach diesen zwei ökologischen Kriterien zu urteilen ist der regionale Produktions- und Vertriebsweg von Vorzugsmilch mit Lieferservice der vorteilhafteste. Mit seinen kurzen Transportwegen, die auch gleichzeitig dem Verbraucher den Einkaufsweg ersparen, sorgt er für den geringsten Energieaufwand und für die wenigsten Treibhausgasemissionen. Zudem wird der energieintensive Verarbeitungsprozess in der Molkerei vermieden.
- Der Transport wirkt sich deutlich auf die Bilanzergebnisse aus. Daher sollten lange Transportwege vermieden und verstärkt regional produzierte Milch gekauft werden.
- Der Verbraucher verursacht den größten Energiebedarf und die höchsten Treibhausgasemissionen, wenn er nur zum Zwecke des Milcherwerbs den PKW benutzt. Ein Großeinkauf oder ein Einkauf mit dem Rad, zu Fuß oder ohne zusätzlichen Kraftstoffverbrauch führen dagegen zu wesentlich niedrigerem Ressourcenverbrauch und geringeren Klimagasemissionen.
- Die Mehrwegverpackung aus Polycarbonat ist trotz der energieintensiven Herstellung vorteilhaft, wenn sie tatsächlich 50-mal wiederbefüllt wird und die Transportwege kurz gehalten werden. Auch wenn der Schlauchbeutel zur Zeit kaum noch auf dem Markt und daher nicht für jeden Verbraucher eine Alternative ist, zeigt sich, dass er aus ökologischer Sicht am besten abschneidet und dem Getränkekarton vorzuziehen ist.
- Futtermittelproduktion und Methanausstoß der Milchkühe haben den größten Einfluss auf die Treibhausgasbilanzen, so dass im Vergleich dazu die übrigen Emissionen aus Molkerei, Transport und Kühlung an Bedeutung verlieren.

3.6.4 Fazit

Aus der Ergebnisdiskussion ergeben sich folgende Empfehlungen:

- Es ist am ökologisch vorteilhaftesten, auf Vorzugsmilch aus regionaler Produktion mit Lieferservice zurückzugreifen. Diese ist allerdings nicht lange haltbar und muss spätestens nach drei Tagen verbraucht sein. Alternativ dazu ist der Kauf von verarbeiteter Vollmilch aus der Region zu empfehlen; auf Milch aus überregionaler Produktion sollte hingegen verzichtet werden. Dabei ist zu beachten, dass Herkunftsangaben auf der Milchverpackung nichts über die tatsächliche Herkunft der Milch aussagen, die oftmals aus anderen Bundesländern zur Molkerei transportiert wird. Daher wird eine entsprechende Kennzeichnungspflicht für die Milch verarbeitenden Betriebe dringend empfohlen, so dass der Verbraucher eindeutig erkennen kann, welche Milch tatsächlich ‚regional‘ ist.
- Darüber hinaus kann der Verbraucher mit seinem Einkaufsverhalten die Ergebnisse der Ökobilanz von Milch wesentlich beeinflussen: Der Einkauf ist am ökologischsten, wird er mit dem Fahrrad oder zu Fuß ausgeführt. Da jedoch der Transport im PKW in vielen Fällen unumgänglich ist, sollte darauf geachtet werden, dass Fahrten klug geplant werden, so dass der Einkauf möglichst ohne zusätzlichen Kraftstoffaufwand erfolgt, d. h. während ohnehin vorgesehener Fahrten. Ist das nicht möglich, sollten zumindest Großeinkäufe getätigt werden, bei denen viele Waren in einem Einkauf erworben werden.
- Der Polyethylen-Schlauch hat sich in Deutschland als Milchverpackung nicht durchgesetzt, obwohl er die ökologisch beste Verpackungsart ist. Insofern empfiehlt sich aus ökologischer Sicht, den Schlauchbeutel wieder verstärkt in den Markt zu bringen. Dabei sind die bisher aufgetretenen Problembereiche wie Verluste durch Beschädigung oder ungünstige Transportierbarkeit für den Verbraucher zu optimieren.
- Die Treibhausgasemissionen können reduziert werden, indem vermehrt auf extensive Weidehaltung gesetzt wird, da so ein Teil der Futtermittelproduktion vermieden werden kann. Ein positiver Nebeneffekt ist dabei, dass sich der Einsatz von Medikamenten und die Stressbelastung der Milchkühe reduzieren lassen. Dies sind zusätzliche Kriterien, die den bewusst konsumierenden Verbraucher ansprechen und sich vor allem für die Regionalvermarktung eignen. Allerdings ist zu bedenken, dass die Weidehaltung in Deutschland nicht ganzjährig möglich ist und daher der Futtermittelbedarf nur teilweise gesenkt werden kann. Darüber hinaus sind Flächenkonkurrenzen durch andere Zielvorgaben absehbar, beispielsweise durch den Ausbau der erneuerbaren Bioenergien zum Erreichen der Klimaschutzziele. Es wäre im Rahmen einer umfangreicheren Untersuchung zu prüfen, inwieweit sich der zusätzliche Flächenbedarf für eine vermehrte Weidehaltung und die Flächenfreisetzung durch verringerte Futtermittelproduktion aufgrund dessen aufheben würden. Insgesamt ist es nötig, Leitziele für eine deutsche Landwirtschaft in Abstimmung mit Umweltschutzziele und der Förderung von ländlicher Entwicklung zu entwickeln, innerhalb derer auch das Thema Extensivierung behandelt werden sollte (vergleiche Kap. 3.3.4).
- Eine weitere Möglichkeit, zum Klimaschutz beizutragen, ist eine Einschränkung des Verzehrs von Milchprodukten. Da der größte Anteil an Treibhausgasen von den Milchkühen selbst produziert wird, kann nur eine Reduzierung des Konsums von Milchprodukten eine durchschlagende positive ökologische Wirkung haben. Dies betrifft nicht nur Trinkmilch, sondern auch den Verzehr von Joghurt, Quark, Käse und anderen Milchprodukten.

4 Zusammenfassung, Schlussfolgerungen und Handlungsempfehlungen

In den Kapiteln 3.1 bis 1.1 wurden der Verbrauch an fossilen Energieträgern und die Treibhausgasemissionen untersucht, die sich für sechs verschiedene Lebensmittel aus folgenden Einflussgrößen ergeben: Anbau/Aufzucht, Produktion, Verpackung, Vertrieb und Einkaufsverhalten des Verbrauchers. Ziel der Untersuchung war, ökologische Vergleiche von regional erzeugten Produkten und regionalen Vermarktungswegen mit einer überregionalen Produktion und Vermarktung durchzuführen und daraus Handlungsempfehlungen abzuleiten. Damit sollen zum einen die Regionalvermarktung unterstützt und zum anderen Handel und Verbrauchern Informationen und Entscheidungshilfen gegeben werden.

Diese Studie liefert grob abgeschätzte Ergebnisse, die qualitativ stabil sind. Um alle Inputs und Outputs für jeden Lebensweg bei jedem Produkt konkret zu erfassen, müssten genauere fallspezifische Daten erhoben werden. Dies kann nur im Rahmen einer ausführlicheren Untersuchung geschehen.

Der im Folgenden verwendete Begriff ‚ökologisch‘ bezieht sich ausschließlich auf den Klima- und Ressourcenschutz, da andere ökologische Auswirkungen wie Versauerung, Nährstoffeintrag, Wasserverbrauch, Ackerbiodiversität und Ähnliches in dieser Studie nicht untersucht wurden.

4.1 Ergebniszusammenfassung

Bei gleichen Produktionsbedingungen sind regional produzierte Lebensmittel immer vorteilhaft, da Transporte vermieden werden, die Energie kosten und Treibhausgasemissionen verursachen. Bei unterschiedlichen Produktionsbedingungen können die Ergebnisse dagegen anders ausfallen: So hat sich gezeigt, dass in Einzelfällen internationale Produktionsweisen ökologisch vorteilhaft sein können, nämlich dann, wenn günstigere Produktionsbedingungen die längeren Transportentfernungen überkompensieren. Damit sind regional produzierte Lebensmittel nicht grundsätzlich ökologisch vorteilhafter als überregional oder im Ausland produzierte. Im Folgenden sind ausgewählte Beispiele für beide Kategorien aufgeführt:

- **Vorteil von Lebensmitteln aus regionaler Produktion:**

- Für den Klima- und Ressourcenschutz ist es vorteilhafter, Äpfel aus der Region anstelle von Äpfeln aus Übersee zu erwerben.
- Es wirkt sich günstig auf den Klima- und Ressourcenschutz aus, wenn man sich in der Gaststätte Bier aus der Region anstelle eines überregional produzierten Bieres kauft.
- Vollmilch aus regionaler Produktion hat insbesondere durch kürzere Transportdistanzen ökologische Vorteile gegenüber überregional produzierter Vollmilch.

- **Nachteil Regionalproduktion:**

- Der Import von spanischem Kopfsalat im Winter ist ökologisch günstiger als der Kauf von regional produziertem Salat aus beheizten Gewächshäusern.
- Der Kauf von industriell und überregional produziertem Brot ist dem Kauf von Brot aus einer kleinen Bäckerei vorzuziehen, wenn Ressourcen- und Klimaschutz als Entscheidungsmaßstab dienen.

Demgegenüber gibt es auch Fälle, bei denen keine eindeutige Empfehlung abgeleitet werden kann. Dazu zählt beispielsweise Rindfleisch: Eine erhöhte Nachfrage nach deutschem Rindfleisch kann im Ausland ungünstige ökologische Folgen haben, wenn dort zusätzliche Futtermittel produziert werden müssen. An diesem Beispiel werden auch globale Zusammenhänge in der Lebensmittelproduktion deutlich. Daher ist es wichtig, das jeweilige Produkt im Einzelnen zu betrachten und zu bewerten, da sich kaum allgemeingültige Erkenntnisse ableiten lassen, die für alle Lebensmittel gleichermaßen gelten.

Zudem sind manche Einzelparameter wie Transport, Verpackung oder Produktion jeweils produktspezifisch von mehr oder weniger großer Bedeutung. Daher lassen sich aus ihnen keine grundsätzlichen Zusammenhänge ableiten. Andere Parameter dagegen erweisen sich bei allen Produkten als ergebnisbestimmend. Dazu zählt das Einkaufsverhalten des Verbrauchers. Die wichtigsten allgemeinen und Einzelergebnisse sind:

Allgemeine Ergebnisse

- Die ausgewählten Lebensmittel und zugrunde gelegten Lebenswege dienen vor allem dazu, Tendenzen aufzuzeigen. Sie sind beispielhaft ausgewählt, mit dem Anspruch, grundsätzliche Zusammenhänge der Ergebnisse sowie Entwicklungs- und Optimierungsmöglichkeiten aufzuzeigen. Daher liegt der Fokus in allen Szenarien in erster Linie auf der Qualität der Aussagen, nicht auf dem quantitativen Ergebnis. Dabei sind einige der verwendeten Daten mit großen Unsicherheiten behaftet. Dies liegt zum einen daran, dass im Rahmen dieser Studie nur generische Daten verwendet wurden, die vorwiegend grobe Durchschnittswerte darstellen. Zum anderen weisen einige Werte große Bandbreiten auf. So ist die Ungenauigkeit durchschnittlicher Produktionsdaten bereits größer als die Ungenauigkeit, die sich durch eine Variation der Betriebsgrößen ergäbe. Beispielsweise variiert der Energiebedarf für die Kühlung der Milch in der Literatur stark; solche Variationen finden sich bei vielen Basisdaten. Die diesbezüglich durchgeführten Sensitivitätsanalysen dienen dazu, solche Unsicherheiten abzufedern, indem vor allem die ergebnisbestimmenden Parameter variiert wurden.
- Die vorliegenden Ergebnisse der Bilanzen liegen in ähnlichen Bereichen wie die Ergebnisse anderer Publikationen. Unterschiede sind auf spezifische Rahmenbedingungen und individuelle Fragestellungen zurückzuführen. Dies macht deutlich, wie wichtig die Wahl einer exakten Fragestellung und von Systemgrenzen ist.
- Für alle betrachteten Lebensmittel gilt: das Einkaufsverhalten des Verbrauchers bestimmt entscheidend die ökologischen Folgen. Eine Autofahrt mit dem Zweck, lediglich ein Kilogramm oder ein Stück des jeweiligen Lebensmittels zu erwerben, kann die Ergebnisse der Bilanzen deutlich verändern, wie die aufgeführten Beispiele zeigen. Zum Teil ist der damit

verbundene Energiebedarf sogar höher als alle anderen Aufwendungen für die Produktion, Verarbeitung und Verpackung des Produktes zusammen.

- Verluste durch verdorbene Lebensmittel schlagen sich quantitativ zwar durchaus nieder, qualitativ beeinflussen sie die Ergebnisse jedoch nicht. In speziellen Fällen mit extrem hohen Verlusten wäre jedoch eine entsprechende Einzelfallbetrachtung erforderlich.

Einzelergebnisse

Im Folgenden werden die wichtigsten Einzelergebnisse für die untersuchten Produkte kurz zusammengefasst. Nähere Details sind in den jeweiligen Einzelkapiteln in Kap. 1 zu finden.



Apfel: Den größten Beitrag zu Ressourcen- und Klimaschutz leisten regional vermarktete Äpfel aus Streuobstwiesen, da kaum landwirtschaftliche Aufwendungen nötig sind, wenig Transporte anfallen und keine lange Lagerung stattfindet. Auch der deutsche Plantagenanbau bietet bei regionalem Vertrieb einen Vorteil gegenüber Importen, da die Transportaufwendungen niedrig gehalten werden können. Der

Frischverkauf dieser Äpfel ist ökologisch bedeutend günstiger als eine längere Lagerung, die allerdings immer noch einem Import aus Übersee vorzuziehen ist.



Kopfsalat: Der Kauf von Kopfsalat aus der Region in den Sommermonaten bringt die größten ökologischen Vorteile. Nachteilig ist dagegen der Anbau von Kopfsalat im Winter im beheizten Gewächshaus. Lange Transportwege wirken sich ebenfalls ungünstig aus, so dass Salatimporte aus Südeuropa weitgehend vermieden werden sollten. Alternativ dazu könnten im Winter verstärkt andere, winterharte Salatsorten aus der Region nachgefragt werden.



Rindfleisch: Es kann keine Empfehlung für oder gegen regional produziertes oder importiertes Rindfleisch ausgesprochen werden. Je nach Einzelbetrachtung fallen die Ergebnisse günstiger oder ungünstiger aus. Die argentinische Rindfleischproduktion verbraucht beispielsweise gegenüber einer regionalen Produktion in Deutschland zwar deutlich weniger fossile Energie, verursacht dafür aber mehr

Treibhausgasemissionen. Eine Entscheidung für oder gegen argentinisches Rindfleisch bleibt damit subjektiv. Die Transporte sind hier von geringerer Bedeutung, entscheidend sind die Haltungsform der Rinder und die damit verbundenen Methanemissionen der Mutterkuh. Diese werden in der vorliegenden Ökobilanz rechnerisch dem Fleisch ihrer Kälber angelastet, da der einzige Zweck der Mutterkuhhaltung die Fleischproduktion ist. Eine 100 %ige Biogasverwertung der Gülle bei Stallhaltung verbessert die Energiebilanz für regionales Rindfleisch deutlich. Daneben spielt auch die Verpackung des Rindfleisches beim Verkauf eine erhebliche Rolle: Polystyrol-Schalen schneiden gegenüber der reinen Folienverpackung deutlich schlechter ab. Letztlich bleibt anzumerken, dass die Rinderhaltung per se zu außerordentlich hohen Treibhausgasemissionen beiträgt, da Rinder als Wiederkäuer beim Verdauen viel klimawirksames Methan produzieren. Mit einer grundsätzlichen Reduktion des Fleischkonsums wäre im Hinblick auf Energieeinsparung und Minderung des Treibhauseffektes am meisten erreicht.



Bier: Die regionale Produktion und der regionale Vertrieb in Fässern sind die ökologisch günstigste Variante für Bier. Dies liegt in erster Linie an der Verpackung und den Transportwegen: da Bier zum Großteil aus Wasser besteht, wirken sich lange Transportwege deutlich negativ auf die Bilanzergebnisse aus. Insofern weist importiertes Bier in Einwegglasflaschen die größten ökologischen Nachteile auf. Nach dem regional produzierten Fassbier stellt die Mehrwegglasflasche die zweitbeste Alternative dar.



Brot: Die industrielle Produktion von Brot verursacht den geringsten Energieaufwand und die niedrigsten Klimagasemissionen, da der Backprozess in Industriebäckereien bedeutend energieeffizienter durchgeführt werden kann als in kleinen Bäckereien. Lediglich überlange Transportwege „quer durch Deutschland“ können dieses Ergebnis umkehren. Optimieren lassen sich demnach die Transportprozesse beim Industriebrot und die Backprozesse bei den Familienbäckereien.



Milch: Milch aus regionaler Produktion ist Milch aus überregionaler Produktion vorzuziehen. Von allen Alternativen der Milchproduktion und des Vertriebs verursacht Vorzugsmilch per Lieferservice aus regionaler Produktion den geringsten Energieverbrauch und die niedrigsten Klimagasemissionen. Konventionelle Milchproduktion mit regionalem Vertrieb ist in dieser Hinsicht ebenfalls günstiger als ein überregionaler Vertrieb mit langen Transportwegen. Auch die Verpackung ist relevant für das Ergebnis: Der Getränkekarton schneidet ökologisch schlechter ab als der Polyethylen-Schlauch und die Mehrweg-Polycarbonat-Flasche mit 50-maliger Wiederbefüllung. Milch in Glasflaschen wurde nicht untersucht.

4.2 Schlussfolgerungen

- Als wichtigste Erkenntnis aus der Studie ist festzuhalten, dass die dargestellten Einzelergebnisse für Energiebedarf und Klimagasemissionen nicht verallgemeinert werden können. Das gilt nicht nur für die Übertragbarkeit der Ergebnisse *zwischen* den Produkten, sondern auch *innerhalb* der einzelnen Produktlebenswege. Die Ergebnisse sind in hohem Maße abhängig von der genauen Fragestellung, den spezifischen Bedingungen der Produktion und des Vertriebs.
- Die hier aufgeführten Ergebnisse und Empfehlungen sollten grundsätzlich in Verbindung mit den zugrunde gelegten Randbedingungen kommuniziert werden, denn nur in Ausnahmefällen konnten bei den betrachteten Lebensmitteln pauschal gültige Aussagen getroffen werden. Auch innerhalb der Produktlebenswege ist dies nicht immer möglich: so schonnt zwar argentinisches Rindfleisch im Vergleich zu regional produziertem Rindfleisch unter bestimmten Randbedingungen fossile Ressourcen; durch die in Argentinien übliche Mutterkuhhaltung werden dafür dort mehr Klimagasemissionen verursacht als bei einer intensiven Stallhaltung in Deutschland.

- Die regionale Produktion und Vermarktung von Produkten ist nicht per se ökologisch vorteilhaft. Je nach Produkt und Szenario kann eine Regionalvermarktung zum Ressourcen- und Klimaschutz beitragen, wie beispielsweise bei Produktion und Vertrieb von Äpfeln und Bier, oder auch das Gegenteil bewirken, wie beispielsweise bei bestimmten Szenarien der Salat- oder Brotproduktion.
- Um die Regionalvermarktung zu fördern, sollten nicht nur Ressourcen- und Klimaschutz, sondern auch andere ökologische Kriterien eine Rolle spielen, wie z. B. biologische Vielfalt, Erhaltung des Landschaftsbildes, Verringerung der Bodenverdichtung, Nährstoffeintrag, Pestizidbelastung und vieles mehr.
- In diesem Kontext ist auch grundsätzlich die Frage nach den Umweltauswirkungen aus der landwirtschaftlichen Produktion der Lebensmittel zu stellen, da viele Bilanzergebnisse neben dem Transport und der Verpackung insbesondere von der landwirtschaftlichen Produktion der Agrarrohstoffe bestimmt werden. Interessant ist dabei vor allem, inwiefern die landwirtschaftsbedingten Umweltauswirkungen durch bestimmte veränderte Produktionsmethoden wie durch Ökolandbau reduziert werden können.
- Für die untersuchten Szenarien lassen sich durchaus Handlungsempfehlungen ableiten, allerdings nur in Einzelbetrachtungen ohne Abwägung anderer Zielsetzungen. Daher wäre ein übergeordneter Gesamtplan für die Richtungsbestimmung der Landwirtschaft und der ländlichen Entwicklung in Deutschland notwendig, damit sich nicht verschiedene Zielsetzungen widersprechen. Die Landwirtschaft durch vermehrte Weidehaltung zu extensivieren und Streuobstwiesen zu fördern, wäre durchaus positiv für den Klima- und Ressourcenschutz. Allerdings läuft dies dem Trend zuwider, die vermehrten Flächen zum Anbau von Bioenergiepflanzen zu nutzen oder Gülle für die Biogasherstellung zu verwenden, was nur bei Stallhaltung effizient ist. Daher ist ein Zusammenführen der einzelnen Sektoren zu einem Gesamtplan nötig, um nicht Einzelergebnisse zu erhalten, die unkoordiniert nebeneinander stehen und deren Zielsetzungen sich eventuell sogar zuwiderlaufen.

4.3 Handlungsempfehlungen

Im Folgenden sind Handlungsempfehlungen aufgeführt, die aus den dargestellten Ergebnissen abgeleitet wurden. Sie beziehen sich nur auf die ökologischen Aspekte. Wirtschaftliche oder soziale Vor- und Nachteile der Produkte sind an dieser Stelle nicht untersucht worden.

An den Verbraucher

Der Verbraucher ist oft unschlüssig, auf welche Produkte er zugreifen soll, wenn er bewusst ökologisch einkaufen möchte. An dieser Stelle werden allgemeine Empfehlungen aufgeführt, detaillierte Empfehlungen sind in den jeweiligen Einzelkapiteln zu den Produkten zu finden.

- Das **Einkaufsverhalten** kann entscheidend zum Ressourcen- und Klimaschutz beitragen. Es wird empfohlen, Einkäufe zu Fuß oder mit dem Fahrrad durchzuführen oder Autofahrten so zu planen, dass der Einkauf nebenbei, also quasi ohne Umwege, erledigt werden kann. Ist das nicht möglich, so ist es ökologisch vorteilhaft, Großeinkäufe zu tätigen. Einzelfahrten, wie beispielsweise eine sonntägliche Autofahrt zum Brötchenkauf, sind aus

ökologischer Sicht äußerst ungünstig. Das Einkaufsverhalten wirkt sich in der Regel am deutlichsten auf die Bilanzergebnisse aus.

- Die **Verpackung** spielt in einigen Fällen eine entscheidende Rolle wie beispielsweise beim Einkauf von Rindfleisch. Hat man die Wahl zwischen verschiedenen Verpackungsmöglichkeiten, so ist eine Polyethylen-Verpackung (Folien oder Tüten) einer Polystyrol-Verpackung bei gleichem Materialeinsatz vorzuziehen. Fässer (z. B. für Bier) sind Glasflaschen ökologisch überlegen. Mehrwegglasflaschen wiederum schneiden ökologisch deutlich besser ab als Einwegglasflaschen. Beim Kneipenbesuch ist daher der Konsum von Fassbier aus der Region zu empfehlen, beim Kauf in Supermärkten sollte auf Einwegglasflaschen zugunsten von Mehrwegglasflaschen verzichtet werden. Generell kann bei Verpackungen nicht verallgemeinert werden: es müssen die Herstellung, Wiederverwertung, Entsorgung sowie die Nutzungsgleichheit detailliert betrachtet werden, um die Umweltwirkungen einzelner Verpackungen vergleichen zu können.
- **Saisonal** einzukaufen ist immer vorteilhaft, da hierdurch eine lange Lagerung oder energieintensive Kühlung vermieden werden kann. Daher wird dem Verbraucher empfohlen, stärker auf die Saisonalität von Produkten zu achten. Oft bieten sich Alternativen an. Der Verbraucher kann beispielsweise im Winter auf regionale winterharte Salatsorten zurückgreifen, anstatt Importware zu kaufen.
- Beim **Fleisch** kann keine grundsätzliche Empfehlung für oder gegen regionales bzw. importiertes Rindfleisch gegeben werden, da die Ergebnisse je nach Einzelfall unterschiedlich ausfallen. Jedoch ist eine **Reduzierung des Fleischkonsums** auf jeden Fall ein Weg, ökologisch zu handeln. Wer dennoch auf den Fleischkonsum nicht verzichten will, hat die Möglichkeit auf Schweinefleisch zurückzugreifen, da dies generell weniger Klimagase verursacht als Rindfleisch. Denn vor allem Wiederkäuer wie Rinder und auch Schafe emittieren allein durch ihre Verdauung eine beträchtliche Menge an klimawirksamen Methan.

An den Handel

- Die Verpackung hat – je nach Produkt – mehr oder weniger Einfluss auf die Energie- und Treibhausgasbilanzen. So sollte der Handel aus Umweltsicht auf den Verkauf von Glas-Einwegflaschen verzichten und umweltschonendere Verpackungen listen. Ebenso ist es bei gleichem Materialeinsatz ökologisch günstiger, Polyethylen-Folien zu Verpackungszwecken zu nutzen als Polystyrol-Schalen. Fleischtheken in Supermärkten haben den Vorteil, dass Fleisch dort häufiger in Folien abgepackt wird, was einer Schalenverpackung vorzuziehen ist. Werden dennoch Kühlregale mit abgepacktem Schalenfleisch bestückt, so sollten Alternativen zu Polystyrol-Verpackungen gefunden werden. Diese Erkenntnis lässt sich auch auf andere Warengruppen wie z. B. Obst übertragen: Auch hier sollte auf Polystyrol-Schalen verzichtet werden.
- Dem Verbraucher sollten Informationen zur Verfügung gestellt werden, die beispielsweise über saisonale Produkte oder Verpackungsmaterialien aufklären.

An Förderer der Regionalvermarktung

Will man die Regionalvermarktung fördern, so können Klima- und Ressourcenschutz dabei nur teilweise als Argumentationshilfe dienen. Wie die vielfältigen Ergebnisse zeigen, sind regionale Produktion und regionaler Vertrieb nicht immer vorteilhaft. Ansätze zur Förderung sind:

- Unterstützung der Extensivierung von Landwirtschaft, solange gewährleistet ist, dass Mutterkühe immer auch zur Milchproduktion genutzt werden. Ansonsten ist davon abzu-sehen. Eine Extensivierung trägt zudem zum Erhalt traditioneller Landschaftsbilder bei, fördert die biologische Vielfalt und verringert unerwünschte Begleiterscheinungen der intensiven Landwirtschaft wie Eutrophierung und Versauerung durch erhöhten Düngemittel-einsatz und Auswaschung. Eine Extensivierung sollte jedoch nicht auf Kosten naturna-her und natürlicher Flächen geschehen, um negative Auswirkungen auf die Biodiversität dieser Flächen zu vermeiden.
- Regionale Vermarktung von Bier in der Gastronomie, das aus ökologischer Sicht aus Fässern, nicht aus Glasflaschen ausgeschenkt werden sollte.
- Sensibilisierung des Verbrauchers gegenüber saisonalen Produkten: der Kauf von fri-schem Kopfsalat und frischen Äpfeln beispielsweise zeigt große ökologische Vorteile, da auf lange Lagerungszeiten oder ungünstige Transporte verzichtet werden kann.
- Förderung eines ökologisch bewussteren Einkaufsverhalten des Verbrauchers im Zuge der Regionalvermarktung, indem die Bedeutsamkeit des Einkaufsverhaltens und die damit verbundenen ökologischen Folgen besser herausgestellt werden.
- Bei Produkten, deren Herstellung mit einem hohen Energieaufwand verbunden ist, wie beispielsweise die Brotproduktion, kann der Einsatz von Ökostrom zu ökologisch günsti-geren Ergebnissen führen. Es ist ratsam, dies für die Regionalvermarktung von Produkten in Erwägung zu ziehen.

An die Politik

- In dieser Studie liegt der Fokus auf den Energie- und Treibhausgasbilanzen von Lebens-mitteln. Es wäre ratsam, darüber hinaus weitere Umweltwirkungen wie beispielsweise Versauerung oder Nährstoffeintrag sowie andere Umweltschutzaspekte wie z. B. Agro-Biodiversität und Wasserverbrauch zu untersuchen, die gesamten ökologischen Auswir-kungen zu erfassen und den Blick nicht nur auf den Klima- und Ressourcenschutz zu ver-engen.
- Die Politik ist angehalten, Programme zu starten, um Anreize für den Handel zur Kenn-zeichnung von Lebensmitteln zu schaffen (vorteilhafte Verpackungen, Hinweise auf Sai-sonalität). Ebenso sinnvoll wäre eine Kampagne, die über die ökologischen Auswirkungen des Einkaufsverhaltens informiert, da hier beträchtliche Optimierungspotenziale liegen.
- Damit es zu einer sinnvollen Abstimmung zwischen verschiedenen Zielsetzungen des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz und des Bun-desministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit kommt, wird empfohlen, einen übergeordneten Gesamtplan für die gewünschte Entwicklung der Landwirtschaft in Deutschland zu erstellen. Darin könnte die Nutzung der landwirtschaftlichen Flächen in Übereinstimmung mit den Klimaschutzzielen der Bundesregierung, dem Naturschutz, der

Förderung der ländlichen Entwicklung sowie der Erhaltung von Landschaftsstrukturen geregelt werden.

- Aus ökologischer Sicht sollte die extensive Landwirtschaft für die Milchproduktion stärker als bisher gefördert werden, da dies sowohl aus Klimaschutz- als auch aus Naturschutzgründen vorteilhaft ist. Zwar würde durch diesen Vorgang mehr Fläche unter landwirtschaftliche Nutzung gestellt, allerdings würde parallel dazu der Flächenbedarf für die Futtermittelproduktion verringert werden. Bei einer Extensivierung muss auch darauf geachtet werden, dass dadurch naturnahe und natürliche Gebiete gefährdet werden können. Darüber hinaus ist zu bedenken, dass eine Extensivierung zur Fleischerzeugung nur dann vorteilhaft ist, wenn die Mutterkühe gleichzeitig als Milchvieh dienen.
- Ansätze zur Erfassung der Umweltwirkungen von Lebensmitteln werden bereits diskutiert. Um dem Verbraucher eine klare und schnelle Entscheidungshilfe vor Ort zu geben, wird empfohlen, eine Kennzeichnung der Produkte anzustreben. Dabei ist jedoch wichtig, die Kriterien zur Beurteilung der Umweltverträglichkeit so zu fassen, dass auch tatsächlich die gewünschten Ziele erreicht werden. Die Kriterienauswahl sollte dabei nicht zugunsten einer einfacheren Berechnung, sondern einer genauen Abbildung der Realität erfolgen.

All diese Maßnahmen zeigen, dass über viele gesellschaftliche Gruppierungen hinweg große ökologische Optimierungsmöglichkeiten im Lebensmittelsektor bestehen. Um sie zu bestimmen, ist allerdings ein genauer Blick auf die einzelnen Produkte notwendig, wie diese Studie zeigt, da generelle Empfehlungen für alle Lebensmittel nicht möglich sind. Für eine regionale Vermarktung ergibt sich eine Fülle von Gestaltungsmöglichkeiten, um Produkte ökologisch noch verträglicher zu machen und spezifische Vorteile bestimmter Lebensmittel stärker herauszustellen.

5 Literatur

- Andersson & Ohlsson (1999) Andersson, K. & Ohlsson, T.: Life Cycle Assessment of Bread Produced on Different Scales. *International Journal of LCA*, 4 (1): 25-40.
- Bäckerinnung et al. (2004) Bäckerinnung, Bund für Umwelt und Naturschutz (BUND) und Stadtverwaltung Heidelberg: Projekt "Bäcker/Konditoren und Umwelt", Broschüre "Umweltmanagement bei Bäckern und Konditoren" Heidelberg. Online erhältlich unter: http://www.kliba-heidelberg.de/images/web_b_cker-modell_brosch_re.pdf (Zugriff: 24.11.2008).
- Blanke & Burdick (2005) Blanke M. & Burdick B.: Food (miles) for Thought - Energy Balance for Locally-grown versus Imported Apple Fruit. *Environmental Science and Pollution Research*, 12 (3): 125-127 Ecomed Verlag GmbH.
- Borken et al. (1999) Borken, J., Patyk, A. & Reinhardt, G.A.: Basisdaten für ökologische Bilanzierungen. Einsatz von Nutzfahrzeugen in Transport, Landwirtschaft und Bergbau. Vieweg, Braunschweig / Wiesbaden.
- Braschkat et al. (2003) Braschkat J., Patyk A., Quirin M., Reinhardt G.A.: Life cycle assessment of bread production - a comparison of eight different scenarios. Proceedings from the 4th International Conference Life Cycle Assessment in the Agri-food sector. October 6-8, 2003, Bygholm, Denmark.
- BVDF (2008) Bundesverband der Deutschen Fleischwarenindustrie e. V.: 2007: Mehr Appetit auf Fleisch, Pressemitteilung, Bonn 23.01.2008. Online erhältlich unter: <http://www.bvdf.de/presse/fleischverzehr2007-1/> (Zugriff: 14.11.2008).
- Carbon Trust (2006) Carbon Trust: The Carbon Emissions Generated in all that we Consume. Online erhältlich unter: <http://www.carbontrust.co.uk/Publications/publicationdetail.htm?productid=CTC603>, (Zugriff: 15.11.2008).
- Carlsson-Kanyama & Faist (2000) Carlsson-Kanyama A. & Faist M.: Energy Use in the Food Sector: A data survey. Environmental Strategies Research Group, Department of Systems Ecology, Stockholm University Sweden.
- Casey & Holden (2006a) Casey J.W. & Holden N.M.: Quantification of GHG Emissions from Suckler-Beef Production in Ireland. *Agricultural Systems*, 90 (1-3): 79-98.
- Casey & Holden (2006b) Casey J.W. & Holden N.M.: Greenhouse Gas Emissions from Conventional, Agri-Environmental Scheme, and Organic Irish Suckler-Beef Units. *Journal of Environmental Quality*, 35: 231-239.
- Cederberg & Stadig (2003) Cederberg C. & Stadig M.: System Expansion and Allocation in Life Cycle Assessment of Milk and Beef Production. *International Journal of Life Cycle Analysis*, 8 (6): 350-356.
- Cederberg & Mattson (2000) Cederberg C. & Mattsson B.: Life cycle assessment of milk production – a comparison of conventional and organic farming. *Journal of Cleaner Production*, 8: 49-60.
- De Boer (2003) De Boer, I.J.M.: Environmental impact assessment of conventional and organic milk production. *Livestock Production Science* 80, 69-77.

- Defra (2006) Foster C., Green K., Bleda M., Dewick P., Evans, B., Flynn, A., Mylan, J.: Environmental Impacts of Food Production and Consumption: A report for the Department of Environment, Food and Rural Affairs. Manchester Business School. Defra, London.
- DIN 14040/44 (2006) DIN EN ISO 14040 & 14044. Deutsches Institut für Normung e.V. Beuth Verlag, Berlin.
- ecoinvent (2007) Frischknecht, R. et al.: ecoinvent Data v2.0 – Ökoinventare für Energiesysteme. ESU-services, Uster (CH).
- EEA (2005) European Environment Agency: Household consumption and the environment. European Environment Agency, Denmark. Online erhältlich unter: http://reports.eea.eu.int/eea_report_2005_11/en/EEA_report_11_2005.pdf (Zugriff: 15.11.2008).
- Fritsche & Eberle (2007) Fritsche, U. & Eberle U.: Treibhausgasemissionen durch Erzeugung und Verarbeitung von Lebensmitteln. Öko-Institut e. V. Darmstadt / Hamburg, April 2007.
- Garnett (2007) Garnett T.: Meat and dairy production & consumption: Exploring the livestock sector's contribution to the UK's greenhouse gas emissions and assessing what less greenhouse gas intensive systems of production and consumption might look like. Working paper produced as part of the work of the Food Climate Research Network (FCRN), Centre for Environmental Strategy, University of Surrey.
- GEMIS (2007) Global Emission Model for Integrated Systems (GEMIS) Version 4.42.
- GMF (2008) Vereinigung Getreide-, Markt- und Ernährungsforschung: Entwicklung der Herstellung von Backwaren aus Brotgetreide-Mahlerzeugnissen. Getreidewirtschaftsjahr 2006/2007. Online erhältlich unter: <http://www.gmf-info.de/press/wirtschaft/prokopfverbrauch.htm> (Zugriff: 24.11.2008).
- Hager (2009) Hager G., Pack-Marketing GmbH, Mündliche Mitteilung v. 28. Januar 2009.
- Hirschfeld et al. (2008) Hirschfeld J., Weiß J., Preidl M., Korbun T.: Klimawirkungen der Landwirtschaft in Deutschland. Schriftenreihe des IÖW 1 86 / 08, Studie im Auftrag von foodwatch e. V., 2008.
- Hospido et al. (2003) Hospido A., Moreira M.T., Feijoo G.: Simplified life cycle assessment of galician milk production, International Dairy Journal 13, 783-796, 2003.
- IFEU (2008) Institut für Energie- und Umweltforschung: IFEU-interne Berechnungen und Abschätzungen. Heidelberg, 2008.
- IPPC (2007) IPCC Fourth Assessment Report, Chapter 2, Changes in Atmospheric Constituents and Radiative Forcing, 129-234. Online erhältlich unter: <http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg1/ar4-wg1-chapter2.pdf> (Zugriff: 14.11.2008).
- Jungbluth & Demmeler (2005) Jungbluth N. & Demmeler M.: The Ecology of Scale: Assessment of 'Regional Energy Turnover and Comparison with Global Food' by Elmar Schlich and Ulla Fleissner. Letters to the Editor, in: Int J LCA10/3, 168-170.

- Jungbluth (2000) Jungbluth, N.: Umweltfolgen des Nahrungsmittelkonsums: Beurteilung von Produktmerkmalen auf Grundlage einer modularen Ökobilanz. Dissertation ETH Nr. 13499.
- Kanyarushoki et al. (2008) Kanyarushoki C., Fuchs F., van der Werf H.M.G.: Environmental evaluation of cow and goat milk chains in France. LCA in the Agri-Food sector. Presentation at the LCA Food 2008, Online erhältlich unter: <http://www.art.admin.ch/themen/00617/01078/01152/index.html?lang=en&download=M3wBPgDB/> (Zugriff: 24.02.2009)
- Kühn (2008) Kühn U.: Mündliche Mitteilung v. 14.10.2008, Landratsamt Karlsruhe.
- KTBL (2005) Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL): Faustzahlen für die Landwirtschaft. Landwirtschaftsverlag Münster-Hiltrup, 2005.
- Luxenhofer (2009) Luxenhofer K., Pack Force Oberursel, Mündliche Mitteilung v. 21. Januar 2009.
- Mila i Canals (2007) Mila i Canals L., Cowell S., Sim S., Basson, L.: Comparing domestic versus imported apples: A focus on energy use. *Environmental Science and Pollution Research*, 14(5): 338-344, Ecomed Verlag GmbH.
- Mila i Canals (2006) Mila i Canals L., Cowell S., Sim S., Basson, L.: Evaluation of the environmental impacts of apple production using Life Cycle Assessment (LCA): Case study in New Zealand. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 114 (2-4): 226-238.
- M & M (2008) Milch & Markt: Pro-Kopf-Verbrauch von Konsummilch. Online erhältlich unter: http://www.milchindustrie.de/de/milch/nachfrage/pro_kopf_verbrauch_konsummilch.html (Zugriff: 17.11.2008).
- MIV (2008) Milchindustrie-Verband e.V., Geschäftsbericht 2007/2008, Teil II – Statistischer Anhang. Berlin.
- Mouron et al. (2006) Mouron P., Nemecek T., Scholz R.W., Weber O.: Management influence on environmental impacts in an apple production system on Swiss fruit farms: combining life cycle assessment with statistical risk assessment. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 114, 311-322.
- Nemry et al. (2001) Nemry F., Theunis J., Breceht T., Lopez P.: Green Gas Emissions Reduction and Material Flows. Federal Office for Scientific, Technical and Cultural Affairs, Belgium.
- Nunez et al. (2005) Nunez Y., Feroso J., Garcia N., Irusta R.: Comparative Life Cycle Assessment of Beef, Pork and Ostrich Meat: A Critical Point of View. *International Journal of Agricultural Resources, Governance and Ecology*, 4: No. 2.
- Pordomingo (2005) Pordomingo A.J.: Categoría animal. In: Feedlot; alimentación, diseño y manejo. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Nacional de La Pampa, Santa Rosa, Argentinien.
- Rearte (2007) Rearte D.: Argentinean meat production. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria INTA, Buenos Aires, Argentinien.
- Sonesson & Berlin (2002) Sonesson U. & Berlin J.: Environmental impact of future milk supply chains in Sweden: a scenario study. *Journal of Cleaner Production*, 11: 253-266.

- Subak (1999) Subak, S.: Global Environmental Costs of Beef Production. *Ecol. Economics*, 30: 79-91.
- Tietze (2008a) Tietze, J.: Ökobilanzen und Abgrenzung im Problemfeld regionaler Ernährung. Persönliche Mitteilung, 2008.
- Tietze (2008b) Schriftliche E-Mail Kommunikation vom 7. Juli 2008.
- Widemann (2008) Widemann D.: Schriftliche Kommunikation, Obstgrossmarkt Markdorf, Markdorf, E-Mail v. 14.10.2008.
- Wiegmann et al. (2005) Wiegmann K., Eberle U., Fritsche U., Hünecke K.: Umweltauswirkungen von Ernährung – Stoffstromanalysen und Szenarien. Diskussionspapier Nr. 7 und Datendokumentation zum Diskussionspapier, Öko-Institut e.V. Darmstadt / Hamburg.