

Technische Universität München



Wissenschaftszentrum Weihenstephan für
Ernährung, Landnutzung und Umwelt

**Ausgewählte Ansatzpunkte und
Handlungsempfehlungen für den
Klimaschutz im Ernährungsbereich**

Bachelorarbeit
im Fach Ernährungsökologie

Agnes Goebel
November 2007

Referent: Dr. oec. troph. Karl von Koerber
Koreferent: Prof. Dr. Dr. h.c. Alois Heißenhuber

Persönliche Erklärung

Hiermit erkläre ich, Agnes Goebel, dass ich die vorliegende Bachelorarbeit „Ausgewählte Ansatzpunkte und Handlungsempfehlungen für den Klimaschutz im Ernährungsbereich“ selbständig angefertigt habe. Es wurden nur die in der Arbeit benannten Quellen und Hilfsmittel benutzt.

Ort, Datum

Unterschrift

Danksagung

Die Möglichkeit eine Bachelorarbeit im Fach Ernährungsökologie anzufertigen, verdanke ich Herrn Dr. Karl von Koerber, Herrn Jürgen Kretschmer und Prof. Dr. Dr. h.c. Alois Heißenhuber. Für ihre tatkräftige Unterstützung und die wissenschaftliche Betreuung möchte ich an dieser Stelle danken.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Dr. Karl von Koerber für die Übernahme des Referates und Herrn Prof. Dr. Dr. h.c. Alois Heißenhuber für die Übernahme des Koreferates.

Kurzfassung

Die vorliegende Arbeit befasst sich mit der Betrachtung ausgewählter Ansatzpunkte des Ernährungsbereichs und ihrem Potential für den Klimaschutz. Zudem werden Handlungsempfehlungen für die Akteure ausgesprochen. Die Ansatzpunkte Produktionsweise, Verarbeitungsgrad, Herkunft, Lebensmittelauswahl und Haushaltsaktivitäten wurden aufgrund ihrer hohen Einsparmöglichkeiten für Primärenergie und Treibhausgas-Emissionen ausgewählt.

Das größte Potential steckt im Ansatzpunkt Lebensmittelauswahl, da die Verbraucher durch ihr Ernährungs- und Einkaufsverhalten Einfluss auf alle Kettenglieder des Systems Ernähren nehmen. Eine Kostform mit wenig tierischen Produkten und vielen frischen bzw. gering verarbeiteten pflanzlichen Produkten ist klimafreundlich. Der Konsum saisonaler und regionaler Erzeugnisse aus ökologischer oder integrierter Landwirtschaft trägt weiter zum Klimaschutz bei.

Das System Ernähren besteht aus den Teilbereichen Landwirtschaft, Verarbeitung, Handel, Transport und Haushaltsphase. Dabei ist der Bereich Landwirtschaft für den größten Teil der Umweltbelastungen durch Ernährung verantwortlich. Vor allem durch die Produktion tierischer Waren. Die Reduktion des Fleischverzehrs um die Hälfte spart etwa 7% der durch die Ernährung im Jahr 2000 verursachten Emissionen an CO₂-Äquivalenten. Veganer, die weder Fleisch(erzeugnisse) noch Milch(produkte) verzehren, senken den Primärenergieeinsatz um etwa 25% und den Ausstoß von Treibhausgasen um etwa 30%. Die Haushaltsphase (Zubereitung und Lagerung von Lebensmitteln, Spülen, Einkaufsfahrten) besitzt innerhalb der Teilbereiche das zweitgrößte Potential zum Klimaschutz. Die Nutzung energieeffizienter Geräte und der Einkauf zu Fuß, mit dem Fahrrad oder mit öffentlichen Verkehrsmitteln reduzieren den Primärenergieeinsatz im Ernährungsbereich um etwa 12% und die CO₂-Äquivalente um etwa 5%. In Industrie und Handel ist die Verwendung energieeffizienter Kühl- und Gefriergeräte ebenfalls wichtig. Die Bereiche Verpackung und Transport haben jeweils einen relativ geringen Anteil am Primärenergieverbrauch und dem Ausstoß von Treibhausgasen.

Die Optimierung der Umweltbilanz aller Teilbereiche des Systems Ernähren bewirkt große Einsparungen und wird deshalb von allen Prozessteilnehmern (Landwirte, Industrie, Handel, Verbraucher) gefordert. Die aufgezeigten Handlungsempfehlungen helfen bei der Umsetzung.

Schlagwörter: Ansatzpunkte, Einsparpotential, Ernährung, Handlungsempfehlungen, Klimaschutz

Inhaltsverzeichnis

Persönliche Erklärung	2
Danksagung	3
Kurzfassung	4
Inhaltsverzeichnis	5
Abbildungsverzeichnis	7
Tabellenverzeichnis	8
Abkürzungsverzeichnis	9
1 Einleitung und Fragestellung	11
2 Grundlagen	13
2.1. Vergleichbarkeit der Studien – Diskussionsgrundlagen.....	13
2.2. Indikatoren zur Bewertung des Umweltbelastungspotentials.....	13
2.3. Beitrag der Teilbereiche des Systems Ernähren zum Umweltbelastungspotential	15
3 Ergebnisse und Diskussion	17
3.1 Produktionsweise: Ökologisch oder konventionell?	17
3.1.1 Allgemeines zur Landwirtschaft.....	17
3.1.2 Flächenbedarf	18
3.1.3 Dünger und Pestizide/ Boden- und Gewässerschutz	18
3.1.4 Ökonomische und soziale Aspekte	19
3.1.5 Einsparpotential und Fazit.....	20
3.2 Verarbeitungsgrad	22
3.2.1 Verarbeitung	22
3.2.2 Kühlung	26
3.2.3 Verpackung.....	28
3.3 Herkunft	31
3.3.1 Regionalität und Transport.....	31
3.3.2 Saisonalität	37
3.4 Lebensmittelauswahl	38
3.5 Haushaltsaktivitäten.....	44
3.5.1 Klimateffiziente Haushaltsgeräte.....	45
3.5.2 Einkaufsfahrten.....	49
4 Fazit	50

Anhang A: Zu Kapitel 2	53
A.1. Anerkannte Methoden zur Untersuchung von Umweltauswirkungen im Ernährungssystem	53
A.1.1. Ökobilanz (nach DIN EN ISO 14040ff) (engl. Life Cycle Assessment LCA)	53
A.1.2. Stoffstromanalyse	54
A.2. Beschreibung der meistverwendeten Studien	55
A.2.1. Wiegmann K., Eberle U., Fritsche U.R., Hünecke K. (2005):	55
A.2.2. Faist M.C.J.R. (2000):	56
A.2.3. Taylor C. (2000):	58
A.3. Differenzierung der Teilbereiche des Systems Ernähren	60
Anhang B: Zu Kapitel 3	61
B.1: Ansatzpunkt 3.1. Produktionsweise: ökologisch oder konventionell?	61
B.2: Ansatzpunkt 3.2. Verarbeitungsgrad	66
B.3: Ansatzpunkt 3.5. Haushaltsgeräte	67
Anhang C: Zu Kapitel 4	70
Glossar	72
Literaturverzeichnis	74

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Primärenergieeinsatz bei der Verarbeitung tierischer Produkte	23
Abb. 2: Primärenergieeinsatz bei der Verarbeitung pflanzlicher Produkte	24
Abb. 3: Treibhausgas-Emissionen der verschiedenen Verkehrsträger	34
Abb. 4: Energiebedarf der verschiedenen Nahrungsmittelkategorien.....	38
Abb. 5: Anteil der einzelnen Prozesse am gesamten Energiebedarf der einzelnen Nahrungsmittelkategorien.....	39
Abb. 6: Detaillierung des Energiebedarfs in der Prozesskette tierischer Produkte	39
Abb. 7: Flächenbedarf der einzelnen Nahrungsmittelkategorien im Pflanzenbau.....	42
Abb. 8: Anteil der verschiedenen Produkte am Umsatz der einzelnen Prozesse.....	42
Abb. 9: Anteil der einzelnen Prozesse und Einfluss der Kostform auf den Primärenergieverbrauch	43
Abb.10: Bestandteile einer Ökobilanz nach DIN 14040.....	53
Abb.11: Prinzip der Stoffstromanalyse im Bedürfnisfeld "Ernährung"	54

Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Treibhauspotential von anthropogenen Treibhausgasen und ihr Beitrag zur globalen Erwärmung.....	14
Tab. 2: Versauerungspotential von versauernd wirkenden Substanzen und ihre Hauptemissionsquellen	14
Tab. 3: Beitrag der Teilbereiche zum gesamten Primärenergieeinsatz im System Ernähren	15
Tab. 4: Beitrag der Teilbereiche zum gesamten Treibhausgas-Ausstoß im System Ernähren	16
Tab. 5: Energiebedarf (Strom, Brennstoffe) für die Kühlung von Lebensmitteln im Einzelhandel.....	27
Tab. 6: Anteil der Emissionen und des Energieverbrauchs durch Verpackung bei verschiedenen Gemüseprodukten.....	28
Tab. 7: Transportdistanzen im System Ernähren aufgeteilt auf Verkehrsträger.....	32
Tab. 8: Güterverkehrsleistung für den deutschen Ernährungssektor 1996, differenziert nach Verkehrsträgern	32
Tab. 9: Primärenergieverbrauch der verschiedenen Verkehrsträger	33
Tab.10: Primärenergieeinsatz und Emissionen der Tomatenproduktion.....	37
Tab.11: Vergleich des Energieeinsatzes und der Emissionen beim Anbau in beheiztem Treibhaus bzw. im Freiland	37
Tab.12: Emissionen von CO ₂ -Äquivalenten bei tierischen bzw. pflanzlichen Lebensmitteln.....	40
Tab.13: Durchschnittlicher Stromverbrauch ausgewählter Elektrogeräte in Deutschland	45
Tab.14: Primärenergieeinsatz und Emissionen der verschiedenen Teilbereiche der Haushaltsphase.....	46
Tab.15: Vergleich des Primärenergieeinsatzes und der Emissionen bei ökologischer bzw. konventioneller Futtermittelproduktion und der Produktion tierischer Erzeugnisse.....	64
Tab.16: Vergleich des Primärenergieeinsatzes und der Emissionen bei ökologischer bzw. konventioneller Produktion von pflanzlichen Lebensmitteln	65
Tab.17: Primärenergieeinsatz und Emissionen verschiedener Verpackungsmaterialien	66
Tab.18: Klimaklassen von Kühl- und Gefriergeräten	67
Tab.19: Bauart und Temperaturniveaus von Kühl- und Gefriergeräten	67
Tab.20: Bauformen von Kühl- und Gefriergeräten.....	68

Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
AHV	Außer-Haus-Verzehr
BLE	Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung
BMELV	Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
CO ₂ -Äq	CO ₂ -Äquivalente
ct	Cent
DIN	Deutsches Institut für Normung e.V.
et al.	et alii – und andere Autoren
€	Euro
FCKW	Fluorchlorkohlenwasserstoffe
FKW	Fluorkohlenwasserstoffe
HH	Haushalt
IEE	Initiative Energie-Effizienz
IHV	Inner-Haus-Verzehr
inkl.	inklusive
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change (Weltklimarat)
Kap.	Kapitel
LCA	Life Cycle Assessment
LKW	Lastkraftwagen
max.	maximal
min.	minimal
MK	Mischköstlerinnen
NVEG	Nicht-Vegetarierinnen
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
OLV	Ovo-lacto-Vegetarierinnen
PKW	Personenkraftwagen
PE	Polyethylen

PET	Polyethylenterephthalat
PP	Polypropylen
PS	Polystyrol
SO ₂ -Äq	SO ₂ -Äquivalente
Tab.	Tabelle
TK	Tiefkühl
usw.	und so weiter
v.a.	vor allem
Z	Zeitschrift
z.B.	zum Beispiel

Einheiten und Maße

a	Jahr
°C	Grad Celsius
d	Tag
1 GJ (Gigajoule) = 1.000 MJ (Megajoule) = 10 ⁶ kJ (Kilojoule) = 10 ⁹ J (Joule)	
ha	Hektar
kg	Kilogramm
1 kWh	Kilowattstunde (= 3,6 MJ)
l	Liter
Mio.	Million
Mrd.	Milliarde
ppm	parts per million (10 ⁻⁶)
t	Tonne
tkm	Tonnenkilometer
%	Prozent

1 Einleitung und Fragestellung

Der Klimawandel ist ein globales Problem. Die nachfolgenden Kernaussagen, die unter aktiven Klimaforschern unumstritten sind, wurden durch zahlreiche Studien und internationale und nationale Gremien bestätigt. Es ist eindeutig, dass sich das Klima im 20. Jahrhundert deutlich erwärmt hat (global etwa 0,6 – 0,8 °C; in Deutschland etwa 1,0 °C) und elf der letzten zwölf Jahre die wärmsten seit Beginn der Wetteraufzeichnungen im 19. Jahrhundert waren. Der überwiegende Teil dieser Erwärmung ist auf erhöhte Konzentrationen an Kohlendioxid CO₂ und anderen anthropogenen (vom Menschen verursachten) Gasen zurückzuführen und nur ein kleinerer Teil auf natürliche Ursachen (u.a. Schwankungen der Sonnenaktivität). Der CO₂-Gehalt der Luft ist seit 1750 um 35% von 280 ppm (parts per million) auf 380 ppm (2005) angestiegen. 78% der Erhöhung gehen auf die Nutzung fossiler Brennstoffe und 22% auf Veränderungen in der Landnutzung (z.B. Rodungen) zurück. Der durch Menschen verursachte Treibhauseffekt ist also nicht von der Hand zu weisen. Eine Verdopplung der CO₂-Konzentration führt zu einer globalen Erwärmung zwischen 1,5 und 4,5 °C (Münchner Rück 20 05, IPCC 2007).

Die Folgen des Klimawandels treffen Natur, Mensch und Ökonomie. Hunger und Wasserknappheit, zunehmende und stärkere Naturkatastrophen sowie der Verlust von 5 bis 20% des globalen Bruttoinlandsproduktes sind einige der absehbaren Konsequenzen. Deshalb wird weltweit zum Klimaschutz aufgerufen, denn „Die Vorteile eines entschiedenen und frühen Handelns überwiegen die wirtschaftlichen Kosten des Nichthandelns bei weitem“ (Stern 2007, S.1). Die Kosten des Handelns können auf 1% des globalen Bruttoinlandsproduktes pro Jahr begrenzt werden (Stern 2007). Die Notwendigkeit, unser Klima zu bewahren, liegt auf der Hand.

Es gibt viele Teilbereiche, die zum weltweiten Klimawandel beitragen und auch die Ernährung hat eine nicht unwesentliche Rolle. Wie die Arbeit von Rose (2007) herausstellt, beansprucht das System Ernährung zwischen 10 und 20% des gesamten Primärenergieverbrauchs in Deutschland (je nach Systemgrenzen)¹. Der Bereich Ernährung verursacht mindestens 16% der deutschen Gesamtemissionen an klimawirksamen Gasen. Sowohl beim Verbrauch von Primärenergie als auch bei den Emissionen von CO₂-Äquivalenten hat die Landwirtschaft den größten Anteil im Bereich Ernähren, teils durch die Erzeugung tierischer Produkte. Anschließend folgt die Haushaltsphase mit Einkauf, Zubereitung und

¹ An dieser Stelle sei auf die Bachelorarbeit von Peter Rose verwiesen: „Primärenergieverbrauch und Treibhausgas-Emissionen in verschiedenen gesellschaftlichen Bereichen – unter besonderer Berücksichtigung der Ernährung“, Technische Universität München, 2007

Lagerung von Lebensmitteln. Die Teilbereiche Transport und Verpackung leisten den geringsten Beitrag zum Umweltbelastungspotential in der Wertschöpfungskette Ernährung (Rose 2007). Einsparmöglichkeiten im Bereich Ernähren auszuschöpfen, ist ein wichtiger Beitrag für den Klimaschutz.

Die vorliegende Arbeit dient dem Zweck, ausgewählte Ansatzpunkte hinsichtlich ihres Beitrags zum Klimawandel grob einzuschätzen. Die Hauptverursacher der Umweltbelastung sollen aufgedeckt und Handlungsempfehlungen für alle Beteiligten am System Ernähren gegeben werden.

Dazu werden die Indikatoren Primärenergieverbrauch und Emissionen von CO₂-Äquivalenten betrachtet. Andere Indikatoren wie Wasser- oder Flächenbedarf werden bei Datenverfügbarkeit mit einbezogen. Des Weiteren wird auf ökonomische, soziale und gesundheitliche Aspekte eingegangen, sofern diese als Ursachen oder Hemmnisse für Verhaltensänderungen dienen können. Die in dieser Arbeit betrachteten Ansatzpunkte sind die Produktionsweise, der Verarbeitungsgrad und die Herkunft von Nahrungsmitteln, die Lebensmittelauswahl sowie der Beitrag der Haushaltsaktivitäten zum Klimawandel. Diese Bereiche spiegeln das größte Potential zum Klimaschutz im Ernährungsbereich (Kapitel 3).

Kapitel 2 erläutert mögliche Ursachen für unterschiedliche Ergebnisse verschiedener Studien und definiert die verwendeten Indikatoren. Ein Überblick über den Beitrag der Teilbereiche des Ernährungssystems am Klimawandel ist gegeben.

Im Fazit (Kapitel 4) wird ein klimaoptimierter Ernährungsstil vorgestellt und die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit zusammengefasst.

Bei der Erstellung der Bachelorarbeit wurde darauf geachtet, möglichst aktuelle Studien (weitgehend ab dem Jahr 2000) zu verwenden. Die verwendeten Daten entstammen meist deutschen Studien. Schweizer Studien wurden bei den Ergebnissen berücksichtigt und in die Diskussion mit einbezogen, da die Schweiz aufgrund der geographischen Nähe und ähnlichen Kultur- und Ernährungsgewohnheiten mit Deutschland vergleichbar ist. In der Arbeit wird das gesamte System Ernähren betrachtet, weshalb hauptsächlich Stoffstromanalysen für den Ergebnis- und Diskussionsteil herangezogen werden (Methodenbeschreibung s. Anhang S. 53f).

Es sei darauf hingewiesen, dass sich alle Bezeichnungen von Personen bzw. Personengruppen in dieser Arbeit sowohl auf Frauen als auch auf Männer beziehen. Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird nur die männliche Form verwendet.

2 Grundlagen

2.1. Vergleichbarkeit der Studien – Diskussionsgrundlagen

Vor der Betrachtung der einzelnen Ansatzpunkte zum Klimaschutz im Ernährungsbereich ist anzumerken, dass jede Studie ihr eigenes Studiendesign hat und sich folglich von anderen Studien und Arbeiten unterscheidet.

Ursachen für Unterschiede in den Ergebnissen und den in einer Arbeit aufgeführten Zahlen sind zum Beispiel die voneinander abweichenden Erfassungs- und Berechnungsmethoden. Die Annahmen, die zur Berechnung des Systems getroffen werden, differieren oft erheblich. Des Weiteren kann der Untersuchungsrahmen „from farm to fork“ reichen oder nur Prozesse vom Anbau bis zum Handel einbeziehen. Die sich ergebenden Umweltauswirkungen unterscheiden sich daraufhin in ihrer Größenordnung. Ebenso beeinflusst der zeitliche Betrachtungshorizont die Ergebnisse. Durch die Aktualität der Daten können Prozessdaten verändert, Bevölkerungszahl und Verzehrsmenge je Lebensmittelgruppe gesteigert oder vermindert sein und die Werte für Äquivalenzfaktoren z.B. der Treibhausgase aktualisiert worden sein. Zudem ist der „Rohstoffmix zur Energieversorgung und damit der Primärenergieeinsatz spezifisch für jedes Land“ (Taylor 2000, S.19), wodurch sich Daten ausländischer Studien nur schwer auf das eigene Land übertragen lassen. Beim Vergleich von Daten verschiedener Länder müssen vorab teilweise komplizierte Umrechnungen und Allokationen erfolgen.

Es gibt noch weitere Punkte, die zu Unterschieden zwischen den Studien führen können, worauf hier nicht näher eingegangen wird, da die Themenstellung auf andere Bereiche ausgelegt ist. Weitere Details finden sich im Anhang (s. S. 53 - 61). Dort werden die in der vorliegenden Arbeit am häufigsten verwendeten Studien genauer differenziert: nach verwendeter Methode, gesetztem Untersuchungsrahmen und den vom Autor getroffenen Annahmen und Einschränkungen. Dadurch lassen sich Unterschiede in den Zahlen des folgenden Kapitels erklären und die notwendige Transparenz zum Verständnis der vorliegenden Ergebnisse schaffen. Weitere Diskussionsbeiträge finden sich direkt in Kapitel 3. Generell gilt, dass die Ergebnisse einer Studie nur für das festgelegte Studiendesign (Methode, Untersuchungsrahmen) zutreffen und länderspezifisch sind.

2.2. Indikatoren zur Bewertung des Umweltbelastungspotentials

Da es laut Taylor (2000, S.141) „keine Standardwerte im Bereich der ökologischen Bewertung“ gibt, werden im Folgenden die wichtigsten Indikatoren zur Bewertung von Umweltauswirkungen im Ernährungsbereich erläutert.

Treibhauspotential: Indikator CO₂ – Äquivalente (CO₂-Äq)

Das Treibhauspotential beschreibt die massenbezogene Klimawirksamkeit gasförmiger Emissionen relativ zu der von Kohlendioxid (CO₂). Die CO₂-Äquivalente stellen das Produkt aus den Treibhauspotentialwerten und der Schadstoffmenge dar, berechnet für einen Integrationszeitraum von 100 Jahren (Wiegmann et al. 2005, Taylor 2000). „Die CO₂-

Äquivalente sind ein einfacher Indikator, um den menschlichen Einfluss auf den Treibhauseffekt darzustellen“ (Taylor 2000, S.13) und dienen zur Bewertung der globalen Emissionen.

Tab. 1: Treibhauspotential von anthropogenen Treibhausgasen und ihr Beitrag zur globalen Erwärmung (^aIPCC 2007, ^bMünchner Rück 2005)

Treibhausgase	Äquivalenzfaktoren ^a	Verweildauer in der Atmosphäre (Jahre) ^a	Anteil am anthropogenen Treibhauseffekt (%) ^b	Haupt-Emissionsquellen ^b
Kohlendioxid CO ₂	1	20 – 1200	61	Fossile Brennstoffe (Heizung, Ernährung, Verkehr, Industrie usw.), Waldrodungen
Methan CH ₄	25	12	15	Fossile Brennstoffe, Rinder-/Schafhaltung, Nassreis-Anbau, Abfälle (Müll, Abwasser), Wirtschaftsdünger (Gülle, Mist)
Lachgas N ₂ O	298	114	4	Bodenbearbeitung/ Stickstoffdüngung, chemische Industrie, fossile Brennstoffe
FCKW*	4.750 – 14.400	45 – 1.700	11**	Spraydosen-Treibmittel, Kältemittel, Dämmmaterial, Reinigungs-, Aufschäummittel

*Fluorkohlenwasserstoffe

**Die übrigen 9% verteilen sich auf Ozon und weitere Gase

Energieverbrauch: Indikator Primärenergie

Bei der Herstellung und Prozessierung von Produkten werden erneuerbare oder nicht erneuerbare Primärenergieträger verbraucht. Die Bilanzierung des Energieeinsatzes erfolgt über die Bildung der Summe über sämtliche primärenergetisch bewerteten Endenergieeinsätze (also Energieverbrauch und –verluste aller Sektoren), was dem Konzept des kumulierten Energieaufwandes entspricht (Taylor 2000). Die Endenergie wird dabei durch den Nutzungsgrad (nutzbarer Energie-Output geteilt durch den Energie-Input) dividiert (Rose 2007).

Versauerungspotential: Indikator SO₂-Äquivalente (SO₂-Äq)

Die versauernde Wirkung von Substanzen auf Wasser, Luft und Boden wird aus den Emissionsangaben der Säurebildner Schwefeldioxid, Stickstoffoxide, Ammoniak und Chlorwasserstoff ermittelt und auf das Säurebildungspotential von SO₂ als Referenzsubstanz bezogen (SO₂-Äquivalente). Das Versauerungspotential dient zur Bewertung von lokalen Emissionen. Im Ernährungsbereich tragen vor allem gasförmige Emissionen aus der Tierhaltung und Energieversorgung zur Luftbelastung bei (Taylor 2000).

Tab. 2: Versauerungspotential von versauernd wirkenden Substanzen und ihre Hauptemissionsquellen (Taylor 2000, S. 13, 19)

Substanz	Äquivalenzfaktor	Hauptemissionsquelle
Schwefeldioxid SO ₂	1,00	Verbrennungsprozesse in Motoren
Stickstoffmonoxid NO	1,07	Verbrennungsprozesse in Motoren
Stickstoffdioxid NO ₂	0,70	Verbrennungsprozesse in Motoren
Stickstoffoxide NO _x	0,70	Verbrennungsprozesse in Motoren
Ammoniak NH ₃	1,88	Tierexkremente
Chlorwasserstoff HCl	0,88	Industrielle Verarbeitung

Gewässerbelastung

Das Ernährungssystem kann das Grundwasser und andere Gewässer durch überschüs-

sige Nährstoffe (z.B. Nitrat, Phosphor) belasten. Diese stammen vor allem (v.a.) aus der Stickstoffdüngung der Landwirtschaft oder aus der Einleitung organischer Reste von Lebensmitteln verarbeitenden Betrieben. Durch den Abbau organischer Substanzen im Gewässer sinkt der Sauerstoffgehalt, was zur Schädigung des Ökosystems führen kann. Die Eutrophierung der Gewässer führt sekundär ebenfalls zu einem vermehrten Sauerstoffbedarf (Taylor 2000).

Wasserbedarf

Wasser gehört zu den knappen Ressourcen auf unserer Erde. Aufgrund der steigenden Bevölkerungsdichte und dem weltweit zunehmenden Wasserbedarf ist es notwendig, Prozesse hinsichtlich des Verbrauchs von Wasser zu beurteilen.

Bodenbelastung

Düngerüberschüsse in der Landwirtschaft führen zur Akkumulation von Stickstoff, Phosphor und Kalium als Pflanzendünger im Boden bzw. nachfolgend zum Austrag in Gewässer. Calcium und Magnesium werden dem Boden zum Ladungsausgleich mit entzogen. Auf langjährig gedüngten Böden ist z.B. ein erhöhter Phosphorverlust nachgewiesen (Taylor 2000).

Flächenbedarf

Für die Befriedigung der Bedürfnisse der deutschen Bevölkerung im Ernährungsbereich werden Flächen im In- und Ausland genutzt. Die Inanspruchnahme von ausländischem Land durch Importe von Futter- und Nahrungsmitteln lässt die Abhängigkeit vom Ausland bzw. den eigenen Autarkiegrad erkennen.

Weitere Indikatoren sind z.B. die Biodiversität oder die Emission toxischer Stoffe.

2.3. Beitrag der Teilbereiche des Systems Ernähren zum Umweltbelastungspotential

Die Tabellen 3 und 4 liefern einen Überblick über die Teilbereiche des Systems Ernähren und ihren Beitrag zum Gesamtprimärenergieverbrauch und Gesamtausstoß von Treibhausgasen.

Tab. 3: Beitrag der Teilbereiche zum gesamten Primärenergieeinsatz im System Ernähren (Faist 2000, Taylor 2000, Rose 2007)

Teilbereich	Quelle - Bezugsjahr	Primärenergieverbrauch (%)
Faist 2000		
Landwirtschaftliche Prozesse	Bezugsjahr 1996	31
Industrielle Prozesse	Bezugsjahr 1996	34
Haushalt	Bezugsjahr 1996	28
Transporte	Bezugsjahr 1996	7

Teilbereich	Quelle - Bezugsjahr	Primärenergieverbrauch (%)
Taylor 2000		
Verbrauchte Lebensmittel	Bezugsjahr 1996	57,2
Verpackung	Bezugsjahr 1996	7,2
Transport	Bezugsjahr 1996	7,9
Haushaltsphase	Bezugsjahr 1996	27,7
Quack und Rüdenauer 2004		
Lebensmittelbereitstellung	Bezugsjahr 2000	48,1
Verpackung	Bezugsjahr 2000	11,3
Haushaltsphase	Bezugsjahr 2000	40,6

Tab. 4: Beitrag der Teilbereiche zum gesamten Treibhausgas-Ausstoß im System Ernähren
(Taylor 2000, Wiegmann et al. 2005, Rose 2007)

Teilbereich	Quelle - Bezugsjahr	Treibhausgas-Emissionen (%)
Kramer et al. 1994		
Landwirtschaft	Bezugsjahr 1991	51,9
Verarbeitung	Bezugsjahr 1991	5,8
Handel	Bezugsjahr 1991	13,5
Verbraucher	Bezugsjahr 1991	28,8
Taylor 2000		
Verbrauchte Lebensmittel	Bezugsjahr 1996	65,3
Stickstoff-Austrag	Bezugsjahr 1996	6,0
Verpackung	Bezugsjahr 1996	4,1
Transport	Bezugsjahr 1996	5,9
Haushaltsphase	Bezugsjahr 1996	18,8
Quack und Rüdenauer 2004		
Lebensmittelbereitstellung	Bezugsjahr 2000	74,7
Verpackung	Bezugsjahr 2000	6,1
Haushaltsphase	Bezugsjahr 2000	19,2
Wiegmann et al. 2005		
IHV-Lebensmittelproduktion	Bezugsjahr 2000	40
IHV-Raumwärme	Bezugsjahr 2000	12
IHV-Elektrische Geräte	Bezugsjahr 2000	25
IHV-Einkaufsfahrten	Bezugsjahr 2000	1
AHV-Lebensmittelproduktion	Bezugsjahr 2000	5
AHV-Raumwärme, Lagerung, Zubereitung	Bezugsjahr 2000	15
AHV-Personentransport	Bezugsjahr 2000	2

IHV = Inner-Haus-Verzehr

AHV = Außer-Haus-Verzehr

Im Anhang ist ersichtlich, welche Prozesse die in den Tabellen angegebenen Teilbereiche beinhalten (s. S. 60).

3 Ergebnisse und Diskussion

Im folgenden Kapitel werden die Umweltauswirkungen des Ernährungsbereichs bezogen auf ausgewählte Ansatzpunkte dargestellt und diskutiert sowie Schlussfolgerungen und Handlungsempfehlungen zu diesen Ansatzpunkten gegeben.

Die Bewertung der Auswirkungen auf die Umwelt erfolgt anhand von Indikatoren. Der Primärenergieeinsatz und das Treibhauspotential werden für jeden Ansatzpunkt betrachtet. Sonstige relevante Faktoren finden sich im Textfluss.

Die in dieser Arbeit aufgeführten Ansatzpunkte, die Potential zum Klimaschutz im Ernährungsbereich bieten, sind:

1. die Produktionsweise von Nahrungsmitteln: ökologisch oder konventionell
2. der Verarbeitungsgrad: Verarbeitung, Kühlung, Verpackung
3. die Herkunft der Lebensmittel: Regionalität und Transport, Saisonalität
4. die Lebensmittelauswahl: tierischer oder pflanzlicher Schwerpunkt
5. die Haushaltsaktivitäten: Einkaufsfahrten, energieeffiziente Haushaltsgeräte

Die Ansatzpunkte werden in für die Wertschöpfungskette im Ernährungsbereich chronologischer Reihenfolge betrachtet.

3.1 Produktionsweise: Ökologisch oder konventionell?

Im Kapitel Produktionsweise werden die Anbauarten „konventionell“ und „ökologisch“ miteinander hinsichtlich ihrer Umweltbelastungen verglichen. Die Tabellen 15 und 16 im Anhang dienen als Übersicht über den jeweiligen Primärenergieeinsatz und die Emissionen von tierischen bzw. pflanzlichen Produkten (s. S. 64f). Einzelne wichtige Punkte wie Düngemittel- und Pestizideinsatz oder Flächenbedarf werden hier genauer betrachtet. Die Begriffsdefinitionen des ökologischen Landbaus, der integrierten Produktion und der konventionellen Landwirtschaft befinden sich im Anhang (s. S. 61ff).

3.1.1 Allgemeines zur Landwirtschaft

In Deutschland sind 69,9% der landwirtschaftlich genutzten Fläche Ackerland (11.903.000 Hektar ha), worauf hauptsächlich Getreide, Kartoffeln, Zuckerrüben und Raps angebaut werden. 4.929.000 ha des Ackerlandes sind Dauergrünflächen, die z.B. für die Viehhaltung genutzt werden. Die Verkaufserlöse der Landwirtschaft belaufen sich auf 12.575 Mio. € für pflanzliche Erzeugnisse und 18.549 Mio. € für tierische Erzeugnisse (Statistisches Bundesamt 2005).

Die landwirtschaftliche Produktion (inkl. Dünger- und Pestizidherstellung) nimmt laut Faist (2000) 31% der Gesamtenergie des Bedürfnisfeldes Ernährung in Anspruch. Davon sind 6% auf die Dünger- und Pestizidherstellung, 6% auf die Gewächshausproduktion, 8% auf den Stall (Beleuchtung, Melken, Kühlen der Milch) und 11% auf den Anbau (landwirtschaftliche Maschinen, Heutrocknung) zurückzuführen. Bei Fleisch und Milch beläuft sich der Anteil der landwirtschaftlichen Produktion am Gesamtenergieverbrauch dieser

Nahrungsmittelgruppen auf 40%, bedingt durch die große benötigte Futtermenge und den hohen Energieeinsatz im Stall.

Durch die Landwirtschaft induzierte klimawirksame Gase sind Ammoniak NH_3 (v.a. durch Nutztierhaltung), Methan CH_4 (aus dem Verdauungssystem von Wiederkäuern, aus Gülle und Mist), Distickstoffmonoxid N_2O (v.a. durch Einsatz künstlicher Dünger) und Kohlendioxid CO_2 (durch Nutzung fossiler Brennstoffe, Rodung für Weideland). Insgesamt ist die Landwirtschaft weltweit für 18% der Emissionen an CO_2 -Äquivalenten verantwortlich (mehr als das globale Transportwesen) (FAO 2006 zitiert in Deutscher Tierschutzbund e.V. 2007).

3.1.2 Flächenbedarf

Die Erträge pro Hektar sind im ökologischen Landbau geringer als in der konventionellen Landwirtschaft, weshalb der Flächenbedarf höher ist (Wiegmann et al. 2005). Derzeit werden in Deutschland 17 Mio. ha Boden landwirtschaftlich genutzt (49,3% der Gesamtfläche), wovon im Jahr 2005 4,7% ökologisch bewirtschaftet wurden (807.406 ha). Im Jahr 2005 betrug der Marktanteil biologisch erzeugter Lebensmittel in Deutschland 3% (4,5 Mrd. €) (Umweltbundesamt 2005).

„Um den Nahrungsmittelverbrauch in Deutschland durch ökologische Landbewirtschaftung gewährleisten zu können, wird bei derzeitiger Verbrauchergewohnheit ein landwirtschaftlicher Nutzflächenbedarf von ca. 22,7 Mio. ha benötigt. Die Differenz zur vorhandenen landwirtschaftlichen Nutzfläche beträgt ca. 5,5 Mio. ha, deren Mobilisierung in Deutschland nicht vorgesehen ist. Um den Lebensmittelverbrauch bei ökologischer Landbewirtschaftung zu sichern, müssen entweder die Nahrungsmittelimporte ansteigen oder es muss sich die Konsumgewohnheit von derzeit 39% „tierischen“ Kalorien auf 24% „tierischen“ Kalorien reduzieren. Diese Nahrungsmittelverbrauchsgewohnheit entspricht in etwa dem Lebensmittelkonsummuster Italiens und ist folglich nicht außergewöhnlich“ (Seemüller 2000, S.49). Die komplette Umstellung auf ökologischen Anbau könnte in 20 - 30 Jahren erfolgen (Seemüller 2000).

Aus Sicht einer nachhaltigen Entwicklung in Entwicklungsländern ist der Nahrungs- und Futtermittelimport kritisch zu betrachten. Er führt in den Produktionsländern zur Belegung landwirtschaftlicher Flächen, die nicht mehr für die Eigenversorgung zur Verfügung stehen und zu Umweltproblemen wie Rodung von Wäldern, Erosion und Monokulturen führen.

Die Bereitstellung von Futtermitteln aus ökologischem Anbau ist klimaverträglicher als die Verwendung von konventionellem Futter, abgesehen von Triticale und Klee gras, die in etwa dasselbe Umweltbelastungspotential haben wie konventionelles Futter (Taylor 2000). Die Futtermittel für ökologisch gehaltene Tiere sollen vorwiegend vom eigenen Hof stammen (Le Guillou und Scharpé 2000), was den Import aus Drittländern und somit das Transportaufkommen und die Belegung landwirtschaftlicher Flächen im Ausland gegenüber der konventionellen Variante reduziert.

3.1.3 Dünger und Pestizide/ Boden- und Gewässerschutz

Düngerüberschüsse in der Landwirtschaft haben zwangsläufig einen Nährstoffaustrag zur Folge. Vor einem Austrag in Grundwasser und Oberflächengewässer findet eine Akkumu-

lation im Boden statt (Taylor 2000). Weltweit werden bei der Herstellung von Dünger für den konventionellen Landbau 250 Mio. Tonnen (t) CO₂ frei (Deutscher Tierschutzbund e.V. 2007). Im Ernährungsbereich dienen 6% der insgesamt eingesetzten Energie für die Dünger- und Pestizidherstellung. Stickstoffdünger machen 63% des Energiebedarfs der Dünger- und Pestizidproduktion aus, Pestizide 16%, Kaliumdünger 12% und Phosphordünger 9%. Der Anteil der Dünger- und Pestizidkosten der Landwirtschaft ist jedoch gering (Faist 2000). Geier et al. (1998) haben die unterschiedlichen Bewirtschaftungssysteme auf einer Fläche von insgesamt 5.674 ha untersucht und herausgefunden, dass die Stickstoffbilanz des ökologischen Landbaus um 77% geringer ist gegenüber der konventionellen Landwirtschaft. Der Pestizideinsatz reduziert sich beim Öko-Anbau um 100%, die Ammonium-Emissionen um 31% und der Phosphorinput sinkt ebenfalls (zitiert in Faist 2000). Taylor (2000) gibt den Phosphoraustrag mit 0,50 kg pro Person pro Jahr (a) und den Kaliumaustrag mit 0,18 kg/ Person/ a an. Der Stickstoffaustrag setzt 105 kg CO₂-Äq und 11 kg SO₂-Äq/ Person/ a frei.

Durch den geringeren Einsatz von Düngemitteln, das Verbot von chemisch-synthetischen Pflanzenschutzmitteln und die Stickstoffzufuhr durch Futter-Leguminosen in der ökologischen Landwirtschaft reduzieren sich die Schadstoffeinträge (z.B. Nitrat, Pestizide) in Boden und Gewässer und der Gehalt in Nahrungsmitteln sinkt (Wiegmann et al. 2005, Kerbage et al. 2006, Seemüller 2000). Bezieht man die Reduzierung des Nitrataustragsniveaus auf die produzierte Nahrungsmittelmenge, schneidet der integrierte Landbau tendenziell am besten ab, da pro Fläche mehr produziert wird als im ökologischen Landbau (Seemüller 2000).

Konventionell bewirtschaftete Böden erodieren wesentlich schneller als extensiv bewirtschaftete Ackerflächen. Die Bodendicke nimmt durchschnittlich mehr als einen Millimeter pro Jahr ab. Durch ökologische Landwirtschaft könnte die Erosionsrate stark reduziert werden, stellte der US Forscher David Montgomery von der University of Washington durch Auswertung von Studien zur Bodenerosion fest (N-tv 2007). Damit kongruent weist Seemüller (2000) darauf hin, dass bei allen Landbewirtschaftungssystemen eine negative Humusentwicklung zu verzeichnen ist, der Humusabbau bei ökologisch bewirtschafteten Flächen jedoch langsamer verläuft. Der Humusgehalt des Bodens, der zur Beurteilung der Bodenfruchtbarkeit dient, ist im ökologischen Landbau durch Stallmistdüngung, Fruchtfolgenwechsel und schonende Bodenbearbeitung erhöht im Vergleich zur konventionellen Landwirtschaft (Fliessbach zitiert in Deutscher Tierschutzbund e.V. 2007; v. Koerber et al. 2007). Im Vergleich zur integrierten Landbewirtschaftung bedingt der ökologische Landbau allerdings ein höheres Bodenabtragsniveau aufgrund der geringeren Ertragspotentiale bezogen auf die produzierte Menge (Seemüller 2000).

3.1.4 Ökonomische und soziale Aspekte

Hohe Umstellungskosten, der erhöhte Arbeitsaufwand in ökologischen Betrieben und die damit erhöhten Produktionskosten sind Hemmnisse für die großflächige ökologische Bewirtschaftung von deutschem Ackerland. Ausländische Nahrungsmittelimporte zu niedrigen Preisen machen es unmöglich, die höheren Produktionskosten auf den Verbraucher in Form von höheren Lebensmittelpreisen abzuwälzen. Die hohe Qualität und der Verzicht

auf gentechnisch verändertes Saatgut können dem ökologischen Markt auch in Zukunft als Wettbewerbsvorteil dienen (Seemüller 2000). Die Politik kann durch gezielte Subventionen oder Ausgleichszahlungen die ökologische Landwirtschaft fördern. So erreicht sie das Ziel ihrer bundesdeutschen Agrarpolitik, den Flächenanteil des ökologischen Landbaus bis zum Jahr 2010 auf 20% zu steigern (Offenberger 2005).

Aus ethischen und sozialen Gesichtspunkten ist die artgerechte Tierhaltung mit geringem Tierbestand, moderater Leistung der Tiere und ohne prophylaktische Antibiotikagabe eine wichtige Maxime der ökologischen Landwirtschaft. Die Landschaftspflege, der Fruchtfolgenwechsel und der Erhalt von Biotopen für Wildtiere und Wildpflanzen ermöglichen eine reiche Artenvielfalt, die Mensch und Natur zu Gute kommt.

3.1.5 Einsparpotential und Fazit

Der ökologische Landbau ist eine ressourcenschonende (Ausnahme: Flächenverbrauch), umweltverträgliche und tiergerechte Form der Landwirtschaft. Die Einsparungen unterliegen großen Schwankungsbreiten je nach Betriebsstruktur und –größe und den angewandten Verfahren (Hülsbergen und Küstermann 2007 zitiert in v. Koerber et al. 2007).

Beim Vergleich von Produkten aus integrierter Produktion und Bioprodukten lässt sich laut Jungbluth und Faist (2002) aufgrund verschiedener Unsicherheiten der Ergebnisse kein eindeutiger ökologischer Vor- oder Nachteil für Bioprodukte erkennen. Wünschenswert wäre ein detaillierter Vergleich der kurz- und langfristigen Umwelt- und Sozialwirkung sowie der gesundheitlichen und ökonomischen Folgen der integrierten Produktion gegenüber dem ökologischen Landbau.

Die Daten von Taylor (2000) und Fritsche et al. (2007) zeigen, dass die ökologische Erzeugung sowohl pflanzlicher als auch tierischer Produkte mit weniger Umweltbelastungen verbunden ist, als die konventionelle Produktion. Ausschließlich für einige pflanzliche Erzeugnisse (Bohnen, Zwiebel, Spinat, Broccoli, Äpfel) ist der konventionelle Anbau vorzuziehen bezogen auf die Energie- und Emissionswerte (s. Tab.16, S. 65). Die klimabezogenen Vorteile des ökologischen Anbaus gegenüber der konventionellen Landwirtschaft sind im Schnitt geringer, wenn die Treibhausgas-Emissionen nicht auf die Fläche, sondern auf die produzierte Menge bezogen werden. Die Emissionen sind dennoch häufig niedriger, können aber auch gleich oder in Einzelfällen höher sein (Haas 2003 zitiert in v. Koerber et al. 2007). Die Einsparungen an Energie und umweltschädlichen Emissionen bei der landwirtschaftlichen Produktion betragen in Einzelfällen bis zu 75%, wenn ökologisch anstatt konventionell erzeugt wird (s. Tab.15 und 16, S. 64f). Laut Wechselberger (2000) und Hülsbergen und Küstermann (2007) ist im ökologischen Pflanzenbau die pro Hektar benötigte Energie um die Hälfte geringer als in der konventionellen Landwirtschaft, laut Haas et al. (1995) und Bockisch (2000) sogar um zwei Drittel (zitiert in v. Koerber et al. 2007). Beim ökologischen Landbau werden pro Hektar die Hälfte (Wechselberger 2000) oder zwei Drittel (Bockisch 2000, Hülsbergen und Küstermann 2007) weniger Treibhausgase emittiert als bei der konventionellen Landwirtschaft (zitiert in v. Koerber et al. 2007). Demmeler (2004) gibt Einsparpotentiale an Energie und Treibhausgasen durch einen ökologischen Lebensmittelwarenkorb von etwa einem Fünftel an, wobei die Daten

aus der Schweizer Landwirtschaft (integrierte Landbauweise) stammen und der Unterschied zur konventionellen Landwirtschaft in Deutschland deshalb vermutlich größer ist. Laut Fritsche et al. (2007) liegt das Einsparpotential für Treibhausgas-Emissionen bei Fleisch aus ökologischer Landwirtschaft zwischen 5% (Schwein) und 15% (Rind) gegenüber der konventionellen Wertschöpfungskette und bei Gemüse zwischen 5% (TK-Pommes, Gemüsekonserven) und 30% (frische Kartoffeln, Tomaten). Back- und Teigwaren aus ökologischer Landwirtschaft sind ebenfalls mit 10 - 15% weniger Klimagasen behaftet als die Produkte aus konventionellem Anbau. Auch Bio-Milchprodukte und Eier aus Freilandhaltung (ökologisches Hennenfutter) weisen leicht bessere CO₂-Äq-Werte auf (Fritsche et al. 2007). Bei der Verarbeitung geht Taylor (2000) von äquivalenten Umweltauswirkungen für beide Anbauweisen aus. Unterschiede bei verarbeiteten Produkten ergeben sich nur aufgrund des Anbaus der Zutaten, weshalb die ökologische Variante meist klimafreundlicher ist.

Taylor (2000) hat die Einsparungen bei einer Veränderung der Ernährungsweise quantifiziert. So bringt ein Wechsel von einer Ernährung mit konventionellen Produkten zur Ernährung mit ökologisch erzeugten Produkten für Mischköstler eine Einsparung von 5 GJ/ Person/ a (entspricht dem Grundumsatz eines 70 kg schweren Mannes ohne Betätigung für 704 d)². Nicht-Vegetarierinnen (NVEG) und Ovo-lacto-Vegetarierinnen (OLV) sparen 4 GJ/ Person/ a. Ernährt sich ein „konventioneller Mischköstler“ zukünftig ökologisch und ovo-lacto-vegetarisch kann er sogar 9,7 GJ Energie pro Jahr sparen.

Bei den CO₂-Äquivalenten beläuft sich das Einsparpotential beim Wechsel von konventioneller zu ökologischer Ernährungsweise auf 401 kg/ Person/ a (entspricht etwa 173 l Benzin)³ für Mischköstler, 299 kg/ Person/ a für NVEG und 271 kg/ Person/ a für OLV. Wechselt der konventionelle Mischköstler zum ökologischen Ovo-lacto-Vegetarismus spart er 873 kg/ a ein.

Die Einsparungen für versauernde Substanzen betragen nur etwa 0,5 kg/ Person/ a beim Wechsel von konventionell zu ökologisch. Diese geringen Werte sind dadurch begründet, dass die Einsparungen im ökologischen Anbau durch Verzicht auf chemisch-synthetische Dünger und Pflanzenschutzmittel durch einen erhöhten Schleppereinsatz zur Unkrautregulierung kompensiert werden.

Die Politik kann durch Verringerung der Grenzwerte für Mineraldünger und Pestizide und Unterstützung von umweltschützenden Bewirtschaftungsmaßnahmen (z.B. Umwandlung von Ackerland in Grünland auf Niedermoorstandorten, Mischfruchtanbau, Boden- und Gewässerschutz, Reduktion von Monokulturen) die Freisetzung von klimawirksamen Gasen aus der Landwirtschaft reduzieren (Deutscher Tierschutzbund e.V. 2007).

„Bei allen [in dieser Studie] betrachteten Produkten schneiden Produkte aus ökologischer Landwirtschaft leicht besser ab als Produkte aus konventionellem Anbau. Zu beachten ist jedoch, dass die Unterschiede zwischen einzelnen Produktgruppen z.B. zwischen Gemüse und Fleisch viel größer sind als die Unterschiede innerhalb der Nahrungsmittelgruppen zwischen „öko“ und „konventionell“ (Fritsche et al. 2007, S.12).

² Grundumsatz eines erwachsenen Mannes: 7,1 MJ/ d (70 kg, ohne Betätigung) (wikipedia.de)

³ Ein Auto erzeugt pro Liter Benzin 2,32 kg CO₂ (BMU 2006)

Handlungsempfehlungen für den Landwirt

Betrachtet man den ökologischen und ökonomischen Aspekt gleichermaßen, ist der integrierte Anbau die beste Anbauvariante. Die Boden- und Gewässerbelastung ist geringer als bei konventioneller Landwirtschaft und der Ertrag pro Hektar höher als bei ökologischer Bewirtschaftungsweise (Seemüller 2000). Soziale Gründe sprechen für eine ökologische Produktion mit artgerechter Tierhaltung. Die Einhaltung von Stoffkreisläufen verringert das Anfallen von Abfällen und die Flächenbelegung im Ausland und trägt zur nachhaltigen Existenzsicherung durch autarkes Wirtschaften bei.

Eine Kombination aus Elementen der integrierten und ökologischen Produktion ist der konventionellen Bewirtschaftungsweise in Nachhaltigkeits- und Klimaschutzaspekten überlegen und deshalb vorzuziehen.

Handlungsempfehlungen für den Verbraucher

Der Konsum von Produkten aus integriertem oder ökologischem Anbau ist zu empfehlen, unter Berücksichtigung der Tatsache, dass tierische Produkte generell ein höheres Umweltbelastungspotential aufweisen als pflanzliche Produkte. Genaue Empfehlungen, welche pflanzlichen Lebensmittel zu bevorzugen sind, bedürfen detaillierter Ökobilanzen.

3.2 Verarbeitungsgrad

Der Ansatzpunkt „Verarbeitungsgrad“ beinhaltet die Fragestellung nach der Beteiligung der Ernährungsindustrie und des Handels am Klimawandel. Das Forschungszentrum Jülich der Helmholtz-Gesellschaft konstatiert eine Beteiligung der Ernährungsindustrie von 6% am deutschen Industriestromverbrauch im Jahr 2000 (Markewitz 2002).

Laut Faist (2000) werden für industrielle Prozesse 34% des Gesamtenergiebedarfs des Ernährungsbereichs benötigt (inklusive Verpackungsherstellung), wobei 12% auf Nahrungsmittelverarbeitung und –lagerung entfallen, 15% auf die Verteilung der Nahrungsmittel und 7% auf die Produktion der Verpackung.

3.2.1 Verarbeitung

Unter Verarbeitung versteht man die „Transformation von landwirtschaftlichen Rohprodukten zu verarbeiteten Produkten“ (Faist 2000, S.17). Verarbeitete Produkte sind „Nahrungsmittel, die eine Behandlung zwecks [sic!] Verbesserung von Konservierung, Verdaulichkeit oder Genuss in der Verarbeitungsindustrie durchlaufen“ (Faist 2000, S.19).

Ein Nahrungsmittel kann zu Konserven, Tiefkühlkost, Convenience-Food verarbeitet oder gekühlt gelagert werden. Dabei beeinflusst die Art des Nahrungsmittels die Höhe an Treibhausgasemissionen und Primärenergieverbrauch, die bei der Verarbeitung entstehen, entscheidend.

Der Primärenergieeinsatz (MJ/ kg) ist meist gut dokumentiert, während sich andere Indikatoren oft auf die Gesamterzeugung und nicht nur auf die Verarbeitung beziehen. Laut Taylor (2000) verhalten sich aber die weiteren Indikatoren proportional zu den Primärenergiewerten, da es sich bei den Prozessen der Verarbeitung lediglich um Energieumwandlung handelt.

Tierische Produkte

a) Primärenergieeinsatz

Der Primärenergieverbrauch zur Herstellung von Milchprodukten liegt zwischen 0,34 MJ/ kg Endprodukt für Frischmilchprodukte und 9,67 MJ/ kg Endprodukt für Trockenmilchprodukte (Wiegmann et al. 2005). Der hohe Energieeinsatz bei Trockenmilchprodukten ist auf den Trocknungsprozess zurückzuführen.

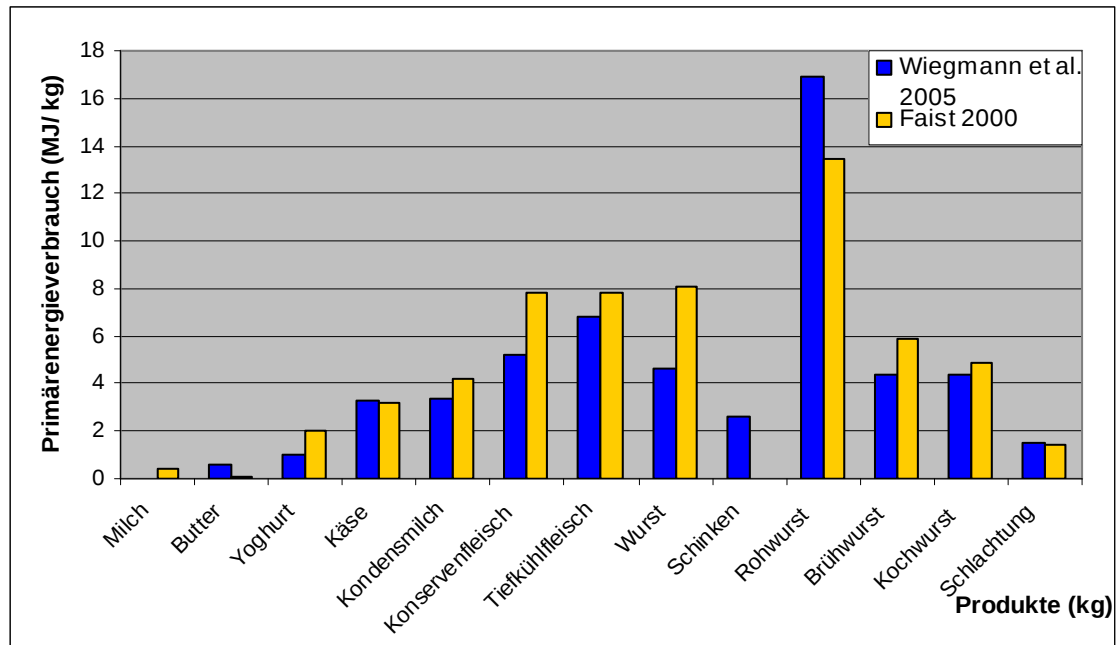


Abb. 1: Primärenergieeinsatz bei der Verarbeitung tierischer Produkte (MJ/ kg Endprodukt; eigene Abbildung aus Daten von Wiegmann et al. 2005 Anhang S. 11f, 18ff, Faist 2000 S. A-21)

Generell zeigt sich, dass bei der Verarbeitung von Fleisch- und Wurstprodukten mehr Primärenergie benötigt wird als bei Molkereiprodukten. Für die Verarbeitung von Fisch zu Fischkonserven gibt Taylor (2000) die Produktion von Konserven mit 1,03 MJ/ kg Produkt an. Die Daten von Faist (2000) und Wiegmann et al. (2005) zeigen deutlich, dass bei der Herstellung von Rohwurst (z.B. Salami) am meisten Energie in der Verarbeitung verbraucht wird. Das ist auf das lange Abhängen mit einem Gewichtsverlust bis zu 40% und der Konstanthaltung der Umgebungstemperatur durch Klimaanlage in der industriellen Verarbeitung zurückzuführen (Nydrle 1996). Anschließend folgen Tiefkühl- und Konservenfleisch. Kochwurst und Schinken haben einen relativ geringen Energieverbrauch. Milchprodukte mit einem niedrigen Energieverbrauch sind Frischkäseprodukte, Butter, Yoghurt, haltbare und frische Sahne. Käse und Kondensmilch benötigen relativ viel Energie (Wiegmann et al. 2005).

b) CO₂-Äquivalente

Die Daten zum Treibhauspotential von tierischen Produkten beziehen sich auf die Gesamtproduktion und nicht speziell auf die Verarbeitung. Die Betrachtung erfolgt deshalb beim Ansatzpunkt Lebensmittelauswahl (s. Kap. 3.4., S. 38).

Pflanzliche Produkte

a) Primärenergieeinsatz

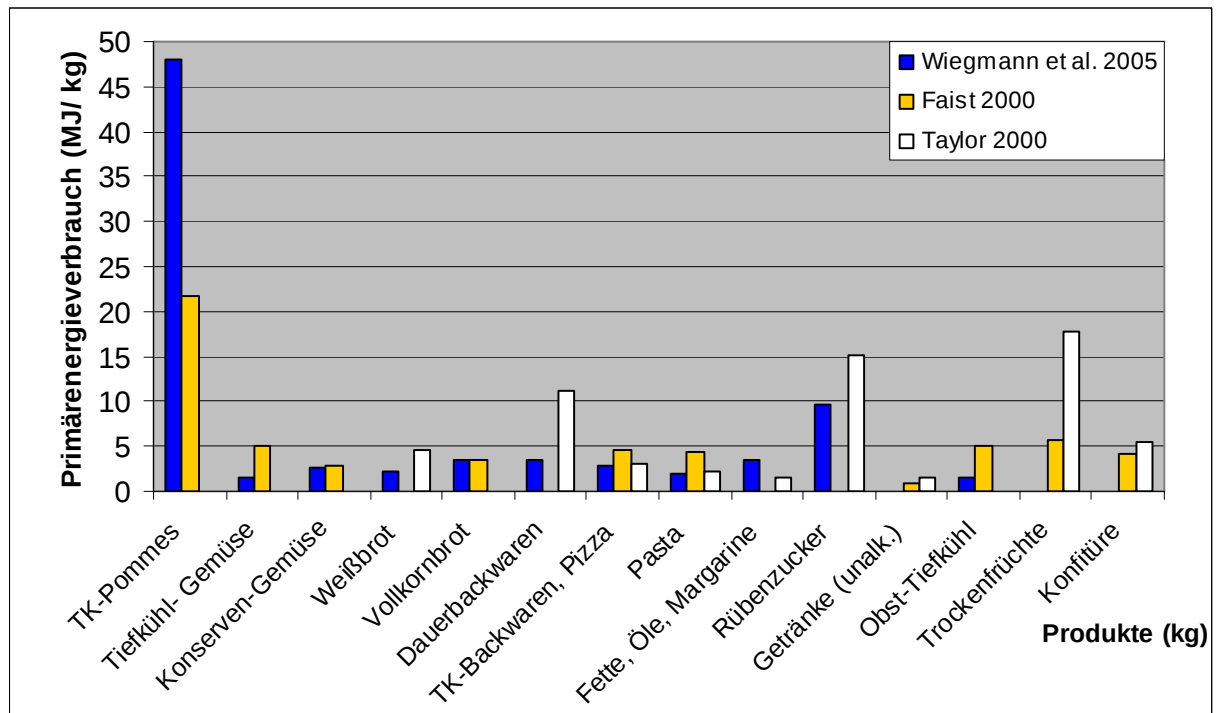


Abb. 2: Primärenergieeinsatz bei der Verarbeitung pflanzlicher Produkte (MJ/ kg Endprodukt; eigene Abbildung aus Daten von Wiegmann et al. 2005 Anhang S. 14ff, 21-25, Faist 2000 S. A-22, Taylor 2000 S. 69 - 89)

Die energieintensivsten Prozesse in der Verarbeitung sind die Herstellung von Tiefkühl-Pommes (48 MJ/ kg), die Bierherstellung (44,5 MJ/ kg) sowie die Kartoffelpüreeherstellung, die Obsttrocknung und die Knäckebrotherstellung mit je etwa 20 MJ/ kg Produkt. Der hohe Energieverbrauch ist darauf zurückzuführen, dass Erhitzungs- und Verdampfungsprozesse stattfinden. Dabei wird Energie zur Wasserverdunstung benötigt und die Ausbeute am Produkt sinkt (Taylor 2000). Bei den Tiefkühl(TK)-Pommes findet zuerst ein energieintensiver Trocknungsprozess statt und anschließend erfolgt die Tiefkühlung. Im Vergleich zum Energieeinsatz für Brot wird für Knäckebrot das Vierfache an Energie benötigt, für Kuchen 57% und für Kekse 67% (Seibel und Spicher 1996 zitiert in Taylor 2000).

Grundnahrungsmittel sind an sich „weniger energieintensiv“ als Nahrungsmittel, die der moderne Mensch zum zusätzlichen Genuss verzehrt, z.B. Pommes, Alkoholika, Zuckerwaren, geräucherter Schinken, Salami oder Fertigtiefkühlgerichte mit Fleisch. Eine Ausnahme bei den Grundnahrungsmitteln bildet Reis. Die Bearbeitung von Reis bis zur Verzehrbarkeit beinhaltet die Trocknung (Wassergehalt sinkt von 23 auf 14%) und die Verarbeitung in Reismühlen, wobei 22 MJ/ kg Endprodukt eingesetzt werden müssen (Taylor 2000).

b) CO₂-Äquivalente

Die Verarbeitung in der Bäckerei bzw. die Teigwarenherstellung verursachen in etwa den gleichen Anteil an CO₂-Äquivalenten wie die landwirtschaftliche Produktion (Mischbrot: 40%:52%; Teigwaren 64%: 46%). Laut Wiegmann et al. (2005) sind das Vermahlen des

Getreides in der Mühle, die Lagerung und der Handel von untergeordneter Bedeutung. Zur Herstellung von Back- und Teigwaren verursachen die Prozesse Mühle 51,64 g CO₂-Äq und Bäckerei 290,07 g CO₂-Äq/ kg Produkt (Taylor 2000). Bei der Reisverarbeitung werden in etwa so viele CO₂-Äquivalente freigesetzt (5.641,8 g/ kg) wie beim Reisanbau (5.584,2 g/ kg) (Taylor 2000).

Bei verarbeitetem Gemüse sind die Emissionen der Weiterverarbeitung höher als die des Anbaus. Bei TK-Pommes (hoher Energieaufwand zur Trocknung und Tiefkühlung) und Kartoffeltrockenprodukten beträgt der Anteil der Verarbeitung an den gesamten Treibhausgas-Emissionen vom Anbau bis zum Handel zwischen 79 und 94%; bei Tiefkühlgemüse im Durchschnitt etwa 44% und bei Gemüsekonserven etwa 65%. So verursacht die Herstellung von TK-Pommes 23mal mehr CO₂-Äquivalente als die Produktion von frischen Kartoffeln, exklusive der energieintensiven Zubereitung im Haushalt (Wiegmann et al. 2005). Die Verarbeitung von Sojaprodukten benötigt zwar nicht viel Energie (0,91 MJ/ kg), es werden aber sehr viele Treibhausgase emittiert (5.264 g/ kg). Aus 100 kg Soja lassen sich fünf Kilogramm Sojamilch herstellen, die dann zu Tofu oder anderen Produkten weiterverarbeitet wird (Taylor 2000).

Bei Nahrungsmitteln mit viel Zucker, wie z.B. Marmelade, Bonbons liegt der Anteil der durch Zucker verursachten Emissionen über den durch die Verarbeitung freigesetzten CO₂-Äquivalenten (Taylor 2000).

Die Verarbeitung von Getränken verursacht mehr Treibhausgase, als der Anbau der verwendeten Obst- und Gemüsesorten. Besonders bei alkoholischen Getränken wie Bier oder Spirituosen ist die Umweltbelastung durch Emissionen hoch (Bier: 3.839,6 g/ kg, Spirituosen: 1.472 g/ kg). Nur Mineralwasser (45,3 g/ kg), Kaffee (126 g/ kg) und Tee (31,5 g/ kg) sind hinsichtlich der Verarbeitung empfehlenswerte Getränke bezüglich ihrer Umweltauswirkung (Taylor 2000).

c) Sonstige Indikatoren

Taylor (2000) gibt Werte für das Versauerungspotential von pflanzlichen Produkten an. Produkte, die hohe lokale Emissionen hervorrufen, sind Sojaprodukte (20,82 g/ kg), Bier (14,65 g/ kg), Reis (7,69 g/ kg) und Trockenobst (6,89 g/ kg). Produkte mit geringer versauernder Wirkung sind alle Back- und Teigwaren (Mühle: 0,14 g/ kg Produkt, Bäckerei 0,41 g/ kg Produkt), Sauergemüse (0,03 g/kg), Fette, Öle und Margarine (ca. 0,2 g/ kg), Obstkompott (0,21 g/ kg), Bonbons (0,23 g/ kg), Marmelade (0,66 g/ kg) und nicht alkoholische Getränke (alle < 1 g/ kg).

Zur Herstellung verarbeiteter Produkte muss mehr Rohstoff produziert werden als für Frischprodukte. Bei konserviertem Gemüse beläuft sich diese zusätzliche Produktion auf 0,11 kg pro kg Konserven-Gemüse anstatt Frischware. Allerdings fallen bei frischen pflanzlichen Produkten mehr Abfälle durch Putzen, Schälen usw. an (Jungbluth 2000).

Fazit Verarbeitung

Der Ansatzpunkt Verarbeitung verbraucht vor allem durch Trocknungsprozesse und Prozesse mit hohem Temperaturwechsel viele Ressourcen. Dieselben Prozesse sind auch verantwortlich für den Großteil der Emissionen. Zur Verringerung des Umweltbelastungspotentials im Bereich Verarbeitung können technische Optimierungen in Industrie und

Handel, die Nutzung von Abfällen zur Energiegewinnung, die Bereitstellung eines klimafreundlichen Sortiments im Handel und eine Veränderung des Konsumverhaltens z.B. Verzicht auf oder seltener Verzehr besonders umweltbelastender Nahrungsmittel beitragen.

Handlungsempfehlungen für den Verbraucher

Durch die Verarbeitung der Lebensmittel wie Waschen, Schneiden, Vermengen mit anderen Zutaten, Verpacken, Kühlen und Lagern wird mehr Energie verbraucht, als beim Verzehr frischer Produkte, was wiederum zu erhöhten Treibhausgas-Emissionen führt. Dabei ist zu beachten, dass verarbeitete Lebensmittel zwar bei der Verarbeitung mehr Energie verbrauchen und höhere Umweltbelastungen verursachen, dafür aber im Haushalt mit geringerem Energieaufwand und in kürzerer Zeit zubereitet werden können. Wohingegen TK-Produkte bei der Zubereitung im Haushalt zusätzlich Energie benötigen. Der Verzehr von Tiefkühlgerichten (Pommes, Pizza usw.) und Genussmitteln wie Alkohol, Süßwaren sowie der Verzehr von Rohwurst (geräucherter Schinken, Salami) sollte eingeschränkt und eine Ernährungsweise aus Grundnahrungsmitteln (Ausnahme: Reis) sowie viel Gemüse und Obst mit geringen Mengen tierischer Produkte angestrebt werden.

3.2.2 Kühlung

Die hier aufgeführten Daten beziehen sich auf Kühlprozesse vom Anbau bis zum Handel. Kühlprozesse im Haushalt werden gesondert im Punkt Haushaltsaktivitäten betrachtet (s. Kap. 3.5.1., S. 45).

a) Primärenergieeinsatz

Die im Einzelhandel verbrauchte Energie wird zu 48% für die Kühlung (Kühl- und Tiefkühlgeräte) genutzt, die übrigen 52% fallen für Beleuchtung, Büro und Kleingeräte an (Bremer Energie Konsens 2005 zitiert in Wiegmann et al. 2005). Im Verteilzentrum werden etwa 40% der verbrauchten Energie für die Kühlung (Lagerräume) verwendet (Taylor 2000).

Die Kühlenergie für ein Lebensmittel ermittelt man aus der durchschnittlichen Lagerdauer und dem täglichen Strombedarf der Kühlanlage. Laut Carlson-Kanyama und Faist (2000) liegt der tägliche Stromverbrauch eines Ladenkühlgerätes bei 0,031 MJ/ kg für gekühlte Produkte und bei 0,16 MJ/ kg für tiefgefrorene Produkte (zitiert in Wiegmann et al. 2005).

Tabelle 5 zeigt den Primärenergiebedarf für die Lagerung von Lebensmitteln im Einzelhandel.

Tab. 5: Energiebedarf (Strom, Brennstoffe) für die Kühllagerung von Lebensmitteln im Einzelhandel (MJ/ kg Produkt; Wiegmann et al. 2005 Anhang S. 26, eigene Berechnungen)

	Gekühlte Zeit (%)	Mittlere Lagerdauer (d)	Primärenergiebedarf (MJ/kg)
Gekühlte Produkte*			
Wurstwaren	100	3,5	0,42
Milchprodukte	100	3,5	0,42
Käse	100	7,0	0,84
Gemüse&Obst	50 (nur nachts)	3,5	0,21
Tiefkühl-Produkte**			
Fleisch-frisch	100	2	0,50
Fleisch-TK	100	7	1,75
Backwaren-TK	100	7	1,75
Gemüse&Obst-TK	100	7	1,75

*Energiebedarf für gekühlte Produkt 0,12 MJ/ kg **Energiebedarf für TK-Produkte 0,25 MJ/ kg

Tiefgekühlte Produkte sind trotz ihrer geringen Menge in Lagerung und Verteilung für einen hohen Energieverbrauch verantwortlich (Faist 2000). Je effizienter die Kühlung, desto geringer der Primärenergiebedarf.

Zur Kühlung während des Transports werden 3,3 J/ Tonnenkilometer (tkm) aufgewendet, was den Energieverbrauch des Transports nicht wesentlich erhöht (Kjer et al. 1994 zitiert in Jungbluth 2000).

b) CO₂-Äquivalente

Bei lagerfähigem Feldgemüse macht die Kühllagerung 74% der gesamten Treibhausgas-Emissionen (vom Anbau bis zum Handel) des Produkts aus, bei Kartoffeln 51% (Wiegmann et al. 2005).

Fazit Kühlung

Das Kühlen und Tiefkühlen von Lebensmitteln verursacht in Industrie und Handel hohe Energieaufwendungen. Es stellt aber eine Möglichkeit dar, Nahrungsmittel länger haltbar zu machen und saisonale Produkte ganzjährig anzubieten. Der Verbraucher kann durch verringerte Nachfrage nach Tiefkühlprodukten auf das Sortiment im Handel einwirken.

Handlungsempfehlungen für den Verbraucher

Der Verzehr saisonaler pflanzlicher Produkte und die Einschränkung des Verzehrs bzw. der Verzicht auf tiefgekühlte Waren verändert das Angebot von Industrie und Handel. Energieersparnisse durch die Abschaffung von Kühlanlagen müssen mit einer optimierten Logistik gekoppelt sein, um höhere Verderbsmengen zu vermeiden.

3.2.3 Verpackung

Laut Wiegmann et al. (2005) nehmen Verpackungsabfälle „einen geringen Anteil an den Umweltauswirkungen ein, in der Wahrnehmung der KonsumentInnen stehen sie jedoch im Hinblick auf Umweltbelastungen weit vorne“ (S. 38).

Verpackungen sind Zwischen-, Transport- und Endverpackungen vom Anbau zu den verschiedenen Stufen der Verarbeitung, zum Verteilzentrum, zum Einzelhandel bis zum Haushalt.

Taylor (2000) kommt nach Umrechnung der Daten von Utz et al. (1991) auf einen jährlichen Verbrauch von 90 kg Lebensmittelverpackung pro Bundesbürger.

Die höchsten Umweltbelastungen pro Kilogramm Verpackungsmaterial verursachen die Aluminiumfolie mit etwa 190 MJ/ kg und Verpackungen, die Aluminium enthalten (z.B. Kraftpapier/ Aluminium mit 102 MJ/ kg). Im gleichen Bereich befinden sich Verpackungen aus PS-Schaumstoff mit etwa 107 MJ/ kg. Verpackungsmaterialien mit mittleren Umweltauswirkungen sind Folien und Becher aus PP, PE und PS, Weißblechdosen, Dosen aus Aluminium mit hohem Recyclinganteil und Kraftpapier (40 - 60 MJ/ kg). Die niedrigsten Umweltbelastungen pro Kilogramm Verpackungsmaterial ergeben sich für Glas und Recyclingpapier mit Werten zwischen 10 - 30 MJ/ kg. Die benötigte Menge des jeweiligen Verpackungsmaterials für ein Produkt ist unterschiedlich. Tabelle 17 (s. Anhang S. 65) zeigt den Primärenergieeinsatz und die Emissionen für verschiedene Verpackungsmaterialien. Beispielhaft stellt Tabelle 6 die Umweltauswirkung von Gemüseverpackung dar.

Tab. 6: Anteil der Emissionen und des Energieverbrauchs durch Verpackung bei verschiedenen Gemüseprodukten (pro kg Frischgemüse, pro 800 g Konserveninhalt, pro 500 g tiefgefrorenes Gemüse; Wiegmann et al. 2005 S. 39)

	CO ₂ - Äquivalente	SO ₂ - Äquivalente	Kumulierter Energieverbrauch
Frisches Gemüse			
Papiertüte	7%	3%	8%
Kunststoffschale	17%	17%	11%
Gemüse-Konserven			
Weißblechdose	21%	14%	19%
Glas	38%	46%	36%
Tiefkühlgemüse			
Kunststoffolie	15%	14%	10%

a) Primärenergieeinsatz

Laut Taylor (2000) liegt der Primärenergieeinsatz für Verpackungen in der gleichen Größenordnung wie für den Transport (etwa 7-8%), was mit Faist (2000) übereinstimmt.

Eine Berechnung von Faist (2000) zeigt den Verpackungsanteil (Primärenergie) einzelner Nahrungsmittelkategorien. Als Berechnungsgrundlage dient das durchschnittliche Gewicht üblicher Verpackungsmengen. Die meiste Energie wird für die Herstellung von Verpackungen für tierische Produkte verwendet (Fleisch 18.476 GJ/ a und Milch 46.066 GJ/ a), gefolgt von Getränkeverpackungen (43.823 GJ/ a). Gemüse, Früchte (oh-

ne Fruchtsäfte) und Getreide beanspruchen in etwa gleichviel Primärenergie für ihre Verpackungen (etwa 30.000 GJ/ a).

b) CO₂-Äquivalente

Die Angaben von Wiegmann et al. (2005) sind vom Anbau bis zum Handel berechnet. Bei Gemüseverpackungen liegt der Anteil an den gesamten Treibhausgas-Emissionen dieser Nahrungsmittelgruppe zwischen 7% (bei Papiertüten) und 35% (bei Einweggläsern). Der relativ hohe Anteil der Verpackung ist auf die im Vergleich zu anderen Nahrungsmitteln geringen Umweltauswirkungen bei Anbau und Weiterverarbeitung von Gemüse begründet. Fleisch und Milchprodukte, deren Produktion und Prozessierung weitaus mehr Treibhausgase verursachen, weisen deshalb geringere durch Verpackungsmaterial hervorgerufene Emissionen auf bei gleichen Verpackungsmaterialien und –gewichten wie bei Gemüse (Wiegmann et al. 2005).

c) Sonstige Indikatoren

Zur Verpackungsherstellung werden jährlich 10.635 Tonnen (t) Rohstoffe verwendet, aus denen 8.771 t Verpackungsmaterial entsteht. Die restlichen 1.864 t fallen als Abfall an (BUWAL 1996 zitiert in Faist 2000).

Wiegmann et al. (2005) kommt nach der Betrachtung von Ökobilanzen zu dem Schluss, dass Mehrwegsysteme (sowohl Glas- als auch Plastikflaschen) bezüglich der Umweltauswirkungen (Treibhauseffekt und Luftschadstoffe) am besten sind. Dies ist aber abhängig von der Rücklaufquote und der Entfernung und Auslastung der Transporte (von der Pfandannahmestelle über die Reinigung bis zur Neuabfüllung und zurück zum Handel). Getränketüten und Schlauchverpackungen weisen ähnliche Bilanzen auf wie Pfandsysteme, abhängig vom Recycling und der Energienutzung bei der Müllverbrennung. Dosen und Einwegflaschen sind nicht zu empfehlen. Taylor (2000) geht von 30 Umläufen bei Mehrwegglasflaschen und zehn Umläufen bei PET-Flaschen aus.

Verpackungen erfüllen verschiedene Ansprüche, z.B. Reißfestigkeit, Schutz vor Transportschäden oder Dekoration. Je nachdem welchen Zweck eine Verpackung erfüllen soll, kann sich ein Material mit geringem Primärenergieeinsatz, das zunächst günstig erscheint, als ungünstig herausstellen. Am Beispiel der Verpackung von einem Kilogramm Obst soll der Zusammenhang zwischen Umweltauswirkung und Packstoff näher erläutert werden. Benützt man eine Tüte aus Recyclingpapier (15 g), ergibt sich bezogen auf das Verpackungsgewicht für ein Kilogramm Äpfel ein Primärenergieeinsatz von 0,22 MJ. Eine Tüte aus PE-Folie (1,9 g) erfordert nur 0,09 MJ Primärenergieeinsatz (Taylor 2000). Generell ist zwar ein Packstoff mit geringem Primärenergieeinsatz pro Kilogramm günstig, die eingesetzte Menge des Materials ist aber entscheidend für die tatsächlichen Umweltauswirkungen.

Fazit Verpackung

Lebensmittelverpackungen belasten das Klima zwar weniger, als vom Konsumenten landläufig angenommen, tragen aber dennoch zum Wachstum der Müllberge bei. Es gibt viele Möglichkeiten für den Verbraucher, seine tägliche Müllmenge zu reduzieren. Die Industrie kann durch Verwendung von recyclingfähigen Mehrwegverpackungen und der Verringerung von Zwischentransporten die Umwelt entlasten.

Handlungsempfehlungen für den Verbraucher

Generell sollte so eingekauft werden, dass möglichst wenig Verpackungsmaterial anfällt z.B. durch gutes Befüllen der Tüten, Verpackung mit leichten Materialien, Vermeidung mehrfach verpackter Produkte, Kauf von Nachfüllpackungen und selbst mitgebrachten Einkaufstaschen. Einkaufstüten können wieder verwendet werden, entweder zum erneuten Einkauf oder Papiertüten als Biomülltüte und Plastiktüten als Abfalltüte daheim. Bei Papier ist unbedrucktes und ungebleichtes Recyclingpapier zu verwenden. Fleisch in Schaumstoffschalen verursacht 14mal höhere Emissionen (Taylor 2000) als eingeschweißtes Fleisch. Mülltrennung und Recycling praktizieren, Getränke und Yoghurt usw. in Mehrweggläsern kaufen oder Einweggläser daheim weiterbenutzen und Tee nicht einzeln verpackt kaufen, sind weitere Möglichkeiten, die Umwelt zu schützen.

Handlungsempfehlungen für Industrie und Handel in den Bereichen Verarbeitung, Kühlung und Verpackung

Bestrebungen, den Strommix durch die Förderung von erneuerbaren Energieträgern effizienter zu gestalten und technische Optimierungspotentiale auszuschöpfen, sind von großer Bedeutung. Da laut Faist (2000) die Energiekosten zu niedrig sind (laut Jungbluth 2000 2% vom Umsatz), um ökonomische Anreize zur Verminderung des Energieverbrauches zu schaffen, müssen politische Rahmensetzung und verstärktes branchenspezifisches Benchmarking den Nutzen für die Industrie aufzeigen. Im Leitfaden „Rationelle Energienutzung in der Ernährungsindustrie“ von der Arbeitsgemeinschaft des Ingenieur- und Beratungsbüros Eutech, der Bundesvereinigung der Deutschen Ernährungsindustrie (BVE) und dem Lehrstuhl für Technische Thermodynamik der RWTH Aachen werden Wege zur Entlastung der Umwelt unter Berücksichtigung von Kostensenkungspotentialen dargestellt. Eine Möglichkeit wäre, wie der BVE fordert, Reststoffe aus der Lebensmittelproduktion in Biogasanlagen zur Energiegewinnung einzusetzen, anstatt sie wie bisher unter erheblichen Kosten zu entsorgen. Die Nutzung von Prozesskälte zur Kühlung oder von Abwärme zur Trocknung und die Vermeidung von Abluftverlusten und Abwässern bieten weitere Einsparpotentiale sowohl finanziell als auch bezüglich des Klimas.

Ein weiteres Problem der zunehmenden Verarbeitung und der Zentralisierung spezialisierter Betriebe ist der Verpackungsmüll, der für Zwischen- und Transportverpackungen anfällt. Sind diese jedoch mehrfach verwendbar oder zu recyceln, sind die Umweltbelastungen durch Verpackung nicht allzu hoch.

Der Handel kann über die Wahl der zum Verkauf angebotenen Nahrungsmittel Einfluss auf die Klimabilanz nehmen und z.B. Produkte, die einen hohen Energieeinsatz oder viele Emissionen bedingen und besonders stark umweltbelastende Verpackungsmaterialien aus dem Sortiment nehmen.

Die Vorteile von Verarbeitung und Kühlung sind die Wahrung von Frische, Geschmack, Aussehen, Textur und Sicherheit eines Lebensmittels. So kann zum Beispiel durch Zusatz von Konservierungsstoffen das Wachstum von Mikroorganismen verhindert werden, wodurch die Haltbarkeit steigt. Saisonale Nahrungsmittel sind ganzjährig verfügbar, was Komfort für den Konsumenten bedeutet. Durch das Einfrieren von Obst und Gemüse kurz nach der Ernte bleiben Vitamine und sekundäre Pflanzenstoffe erhalten, die beim

Transport und der Lagerung über Tage und Wochen bei frischen Lebensmitteln teilweise verringert sind.

Verarbeitung, Kühlung und Verpackung bringen Vor- und Nachteile mit sich, die es gegeneinander abzuwägen gilt. Einsparpotentiale bieten alle Bereiche.

3.3 Herkunft

Die Herkunft der konsumierten Lebensmittel beeinflusst die Umwelt. Dabei ist entscheidend, aus welchem Land bzw. welcher Region die Nahrungsmittel stammen und folglich wie weit und mit welchem Verkehrsmittel sie transportiert worden sind (Ansatzpunkt Regionalität und Transport). Ein anderer Ansatzpunkt, der hier betrachtet wird, ist die Saisonalität. Zu welcher Jahreszeit ein Lebensmittel aus welchem Land konsumiert wird, ist ausschlaggebend für das Umweltbelastungspotential. Vor allem bei Gemüse und Obst variiert es stark, je nach Art der Produktion (im Freiland, im Folientunnel oder im beheizten Treibhaus).

3.3.1 Regionalität und Transport

Obwohl sich die pro Person verbrauchte Lebensmittelmenge kaum verändert hat, haben sich die Lebensmitteltransporte in Deutschland in den letzten 20 Jahren (seit 1999) verdoppelt (v. Koerber et al. 2007). Ursachen für das vermehrte Verkehrsaufkommen sind die Entwicklung Deutschlands als Transitland seit 1990, die zunehmende Verarbeitung von Lebensmitteln, die sinkende Fertigungstiefe von deutschen Betrieben, der Konzentrationsprozess bei Verarbeitungsbetrieben und die Auslagerung bestimmter Prozessstufen in Länder mit geringeren Löhnen (v. Koerber et al. 2007, Hoffmann 2000, Taylor 2000).

Verbraucher sind der Ansicht, dass das Transportaufkommen im Ernährungsbereich wesentlich zur weltweiten Klimabelastung beiträgt (Wiegmann et al. 2005), was in den Studien nicht bestätigt wird. So haben Transportvorgänge bei der Betrachtung des gesamten Lebensweges meist eine untergeordnete Bedeutung (Kjer et al. 1994 zitiert in Jungbluth 2000, Fritsche et al. 2007). Der genaue Anteil der transportbedingten Umweltauswirkungen im System Ernähren wird allerdings kontrovers diskutiert. Während Taylor (2000) nach einer Grobanalyse (Basisjahr 1996) den Transport mit etwa 7,9% des Gesamtprimärenergieeinsatzes des Ernährungssektors und 5,9% der emittierten CO₂-Äquivalente angibt (ohne Einkaufsfahrten), berechnet Faist (2000) 7% der Gesamtenergie für den Transport (inkl. Einkaufsfahrten) und Fritsche et al. (2007) 3% für die CO₂-Äq-Emissionen (ohne Einkaufsfahrten). Die unterschiedlichen Werte sind auf unterschiedlichen Annahmen bei mangelnder Datenlage (z.B. zum Flugverkehr, Entfernungen oder aktuellen europäischen Zahlen) begründet und darauf, dass sich im Laufe der Jahre einzelne Prozessschritte wie die Bewirtschaftungs- und Verarbeitungsweise und das Konsumverhalten, aber auch die Motorentchnik und die Logistik verändert haben.

Generell hängt die Höhe der Umweltbelastungen durch den Transport von Nahrungsmitteln von der Transportentfernung, der Wahl des Transportmittels, der Auslastung des Transportmittels und den „versteckten“ Transporten zwischen den einzelnen Verarbeitungsstufen ab.

Durchschnittliche Transportdistanzen beim Import aus Übersee und Europa sowie die Aufteilung auf die Verkehrsträger zeigt folgende Tabelle. Die Daten beziehen sich auf die Schweiz, können aber aufgrund der geographischen Nähe und ähnlicher Ernährungsweise als Anhaltspunkt für den süddeutschen Raum verwendet werden. Faist (2000) betrachtet Transporte innerhalb der Schweiz als regional.

Tab. 7: Transportdistanzen im System Ernähren aufgeteilt auf Verkehrsträger (Faist 2000 S. A-27, 49)

	Distanz (km)	Flugzeug (km)	Hochsee schiff(km)	Bahn (km)	LKW 40t (km)	LKW 28t (km)	PKW (km)
Übersee, Schiff, Australien	15.000		13.500	250	1.150	100	
Übersee, Schiff, Südamerika	12.000		10.500	250	1.150	100	
Übersee, Schiff, Nordamerika	6.000		6.000	250	1.150	100	
Übersee, Flug, Nordamerika	6.000	6.000			500	100	
Übersee, Flug, Südamerika	12.000	12.000			500	100	
Europa				250	650	100	
T1 Schweiz						60	
T2 Schweiz				50		50	
Einkauf							5

T1 = Transporte von der Landwirtschaft zum Abnehmer (Verarbeitung oder Verteilung)

T2 = Transporte zwischen Verarbeitung und Verteilung, LKW = Lastkraftwagen

Die tonnenkilometrische Gesamtleistung für Lebensmitteltransporte innerhalb Deutschlands beträgt 57,8 Mrd. Tonnenkilometer (tkm). Die Güterverkehrsleistung in Europa für den deutschen Ernährungssektor macht 14,4 Mrd. tkm aus, in Übersee sind es 184,9 Mrd. tkm (Taylor 2000). Die Gesamteinfuhr von Land- und forstwirtschaftlichen Erzeugnissen, sowie Nahrungs- und Futtermitteln aus Europa betrug 1996 zum Beispiel 137.000 Tonnen. Bei einer Transportleistung von 14,4 Mrd. tkm berechnet sich die Transportstrecke mit 1,05 Mio. km (etwa 25x Erdumfang). Die Güterverkehrsleistung von 1996 teilt sich auf die verschiedenen Verkehrsträger wie folgt auf:

Tab. 8: Güterverkehrsleistung für den deutschen Ernährungssektor 1996, differenziert nach Verkehrsträgern (Mrd. tkm; Taylor 2000 S. 97)

	Inland	Europa	Übersee	Summe
Schienenverkehr	2,70	0,75	-	3,45
Straßenverkehr	47,80	10,42	12,50	70,72
Binnenschifffahrt	7,30	0,77	-	8,07
Seeschifffahrt	-	2,42	172,30	175,72

- kein Aufkommen

Es ist davon auszugehen, dass die ermittelten Daten eher eine Unterschätzung der tatsächlich geleisteten Transporte darstellen. Für die Hafenanfahrt wurden z.B. nur 50 km

angenommen. Auf dem amerikanischen Kontinent beträgt die Hafenanfahrt aufgrund der Landesgröße meist 1.000 – 1.500 km (Lauber und Hoffmann 2001). Zudem wurde der Flugverkehr aufgrund mangelnder Datenlage nicht einbezogen. Die europäischen Daten stammen aus dem Jahr 1993. Trotz Unsicherheiten stellen die Berechnungen eine Grobabschätzung der Situation Ende des 20. Jahrhunderts dar.

a) Primärenergieeinsatz

Die Wahl des Transportmittels ist entscheidend für die Höhe der transportverursachten Umweltbelastung.

Tab. 9: Primärenergieverbrauch der verschiedenen Verkehrsträger (MJ/ tkm; Faist 2000 S. A-26, Taylor 2000 S. 98)

Verkehrsträger	Primärenergie (MJ/ tkm)	Quelle
Hochseeschiff	0,1 bzw. 0,13	Faist 2000 bzw. Taylor 2000
Binnenschiff	0,6 bzw. 0,54	Faist 2000 bzw. Taylor 2000
Flugzeug	10,0	Faist 2000
LKW 16t	4,3	Faist 2000
LKW 28t	2,3	Faist 2000
LKW 40t	1,3	Faist 2000
Bahn	0,6 bzw. 0,43	Faist 2000 bzw. Taylor 2000
PKW	79,0	Faist 2000: Annahme (8l/ 100km, Ladung pro Fahrt 40 kg)

Aus Tabelle 9 ist ersichtlich, dass bei Lebensmitteln aus Übersee der Transport per Schiff wesentlich ressourcenschonender ist als per Flugzeug. Gütertransporte mit der Bahn sind innerhalb Europas und Deutschlands möglich und energieeffizienter als LKW-Transporte. Bei Straßentransporten sind größere, gut ausgelastete LKWs effizienter als kleine Transporter oder gar PKWs.

Eine Studie von Demmeler und Heißenhuber (2004) über regionale und globale Vermarktungskonzepte von Apfelsaft verdeutlicht den Einfluss der Wahl und Auslastung des Transportmittels sowie des Transportweges auf die Umweltbelastung. Der Umkreis des Erfassungsgebietes von regionalen und globalen Apfelsaftproduzenten in Baden-Württemberg beträgt etwa 30 km. Beim regionalen Vermarkter beläuft sich die Distributionsstrecke auf maximal 100 km und beim nationalen Vermarkter auf rund 400 km, weshalb die Energiebilanz des regionalen Betriebes deutlich besser abschneidet. Die Faktoren, die sich hier ökologisch günstig auswirken, sind die großen vermarkteten Mengen (Großhandelsbetrieb, minimale Verarbeitungsmenge 1000 t Äpfel/ a), die effizienten Transportmittel (große LKW) und die kurzen Transportentfernungen (max. 100 km). Kleine Dorf- und Hobbymostereien, die meist kleine Mengen in ineffizienten Transportmitteln (PKW, Traktor) transportieren, können ihre Energiebilanz durch eine bessere Auslastung und den Einsatz effizienterer Transportmittel ökologisch optimieren. Im überregionalen Großhandel (95% des Lebensmittelhandels) ist eine Verringerung der Transportstrecken erforderlich, um einen vom „Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen (2000) [vorhergesagten] weiteren Anstieg des Straßengüterverkehrs von 70 Prozent, mit

dem größten Wachstum im Lebensmitteltransportbereich“ entgegen zu wirken (S.7) und dadurch die Umwelt zu entlasten.

Faktoren, die sich negativ auf den Energieverbrauch auswirken, sind eine Erhöhung der Lieferfrequenzen und –distanzen, wenn nicht gleichzeitig die Transporteffizienz steigt z.B. durch einen erhöhten Bahnanteil oder eine verringerte Anzahl an Lieferungen (Faist 2000). Der Flugfrachtverkehr verursacht einen äußerst hohen Energieaufwand durch die Kombination von großen Entfernungen und ineffizientem Transportmittel. So ist der Flugtransport von tiefgekühltem Fleisch von Neuseeland nach Europa 48mal energieaufwendiger als der Herstellungsprozess (Jungbluth 2000).

b) CO₂-Äquivalente

Fritsche et al. (2007) rechnet den Lebensmitteltransporten (ohne Einkaufsfahrten) 3% der gesamten Treibhausgas-Emissionen des Bedürfnisfeldes Ernährung zu (vom Anbau bis zum Haushalt) und deutet an, dass „Maßnahmen, die zum Ziel haben, die Effizienz bei Haushaltsgeräten zu steigern, deutlich größere Effekte hinsichtlich der Treibhausgasbilanz erzielen können, als Maßnahmen, die auf eine Reduktion der Gütertransporte setzen“ (S.10).

Auf die einzelnen Nahrungsmittelkategorien bezogen, ergibt sich ein stark differierendes Bild: Bei Gemüse liegt der Anteil an Treibhausgasen durch den Güterverkehr bei 15%, bei tiefgekühltem Hähnchen oder Frischmilch bei 2% (Fritsche et al. 2007). Diese Unterschiede beruhen auf den restlichen durch ein Lebensmittel verursachten Emissionen. Je höher die Emissionen eines Lebensmittels entlang der ganzen Prozesskette sind, desto geringer fällt der Anteil des Transportes aus. Bei Überseetransporten von frischen Nahrungsmitteln (z.B. Spargel, Erdbeeren) per Flugzeug dominieren die transportverursachten Umweltbelastungen deutlich (Wiegmann et al. 2005). Regionale Produkte werden meist mit kleineren Fahrzeugen ausgefahren, deren Auslastung geringer und die Logistik oft ineffizienter als bei Großtransporten ist. Deshalb bedeutet Regionalität nicht per se eine Reduktion der transportbedingten Treibhausgas-Emissionen. Zudem können energie- und ressourcenschonende Produktionsbedingungen (länderspezifisch) einen längeren Transportweg aufwiegen (Wiegmann et al. 2005, Faist 2000).

Abbildung 3 zeigt die Treibhausgas-Emissionen je Verkehrsträger.

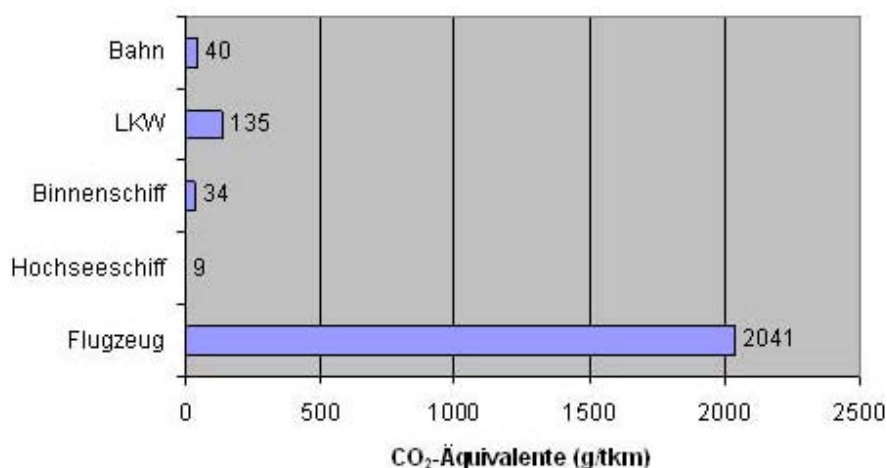


Abb. 3:
Treibhausgas-Emissionen der verschiedenen Verkehrsträger (g/ tkm; Lauber und Hoffmann 2001)

Wie schon bei der Primärenergie ersichtlich, sind auch aus Gründen der Reduktion von CO₂-Äquivalenten Transporte aus Übersee mit dem Schiff gegenüber Flugtransporten zu bevorzugen und der Landverkehr sollte von der Straße auf die Schiene verlagert werden.

c) Sonstige Indikatoren

Transportverursachte versauernd wirkende Luftschadstoffe liegen je nach Lebensmittelkategorie zwischen 5 - 21%, also etwas höher als die Treibhausgas-Emissionen. Das liegt daran, dass die Verbrennungsprozesse im Verkehr höhere spezifische Emissionen versauernder Substanzen (v.a. Stickoxide) verursachen als in der Energieerzeugung (Wiegmann et al. 2005).

Überregionaler Güterverkehr verursacht zudem Lärmbelastung und Feinstaub, was lokal zu erheblichen gesundheitlichen Belastungen und Umweltproblemen führt. Ebenso beeinflusst die Flächenversiegelung für den Straßenbau das Landschaftsbild und die Artenvielfalt (Wiegmann et al. 2005).

Die Produktion von pflanzlichen Nahrungsmitteln und Futter hat im Ausland einen Umsatzanteil von 40% und im Inland (Schweiz) von 60% und für tierische Produkte wird 55 - 80% des Umsatzes in der Nation erwirtschaftet. So verbleibt der Großteil der Wertschöpfung in der nationalen Ökonomie, trotz Abhängigkeit vom Hinterland (Begriff s. Glossar) (Faist 2000). Dies kann als Hemmnis für eine freiwillige Reduktion der Importe und Umstellung des Angebots auf mehr pflanzliche Produkte durch Händler, Verarbeitungsbetriebe und Landwirte zur Sicherung einer überwiegend regionalen Produktion angesehen werden. Bei einer rein regionalen Produktion steigt die Abhängigkeit der Nation vom Hinterland bezüglich Energie (Faist 2000). Es stellt sich die Frage, ob es sinnvoller ist, fertige Nahrungsmittel statt fossiler Energieträger, die für die Landwirtschaft benötigt werden, zu importieren; besonders wenn die Produktionsbedingungen im Ausland für bestimmte Produkte besser sind als in der Region.

Fazit Regionalität und Transport

Der Transport von Nahrungsmitteln wirkt sich generell klimaschädlich aus, ist aber anteilmäßig im gesamten System Ernähren von untergeordneter Bedeutung. Durch regionale Produktion ist eine Reduktion des Transportenergieverbrauchs und der transportbedingten Emissionen zu erreichen, bei Verwendung effizienter und gut ausgelasteter Transportmittel. Faist (2000) stellt eine ressourceneffiziente inländische Landwirtschaft, eine Erhöhung des Selbstversorgungsgrads und eine entsprechende Umstellung des Nahrungsmittelkonsums (mehr Pflanzliches, weniger Fleisch und Milch) als Voraussetzungen für eine überwiegend regionale Produktion dar. Eine detaillierte Gesamtanalyse der Transporte aufgeschlüsselt nach Lebensmitteln, Herkunftsort und Jahreszeit wäre wünschenswert und kann den Einfluss der Lebensmittelwahl der Konsumenten aufzeigen. Potential zur Verbesserung der Umweltbilanz besteht in der generellen Verminderung von Transporten, der effizienten Auslastung effektiver Transportmittel und der Veränderung des Produzenten- und Konsumentenverhaltens.

Handlungsempfehlungen für Erzeuger, Verarbeitungsbetriebe und Händler

Regionalität und Effizienz lassen sich durch gut ausgelastete und effiziente Transportmittel und einem Distributionsgebiet mit geringen Entfernungen sehr gut vereinen. Dadurch reduzieren sich ebenfalls Lärm- und Schadstoffbelastung. Durch den Beitritt zu Regionalinitiativen unterstützt der Produktionsteilnehmer Maßnahmen zum Landschafts- und Gewässerschutz, wodurch Flora und Fauna geschützt werden und eine natürliche Artenvielfalt erhalten bleibt (Demmeler und Heißenhuber 2004, Wiegmann et al. 2005).

Einige Lebensmittel können in unseren Breitengraden nicht produziert werden, z.B. Kaffee oder exotische Früchte wie Mangos oder Ananas. Aus sozialen Gesichtspunkten sollten Verarbeitungsbetriebe und Händler darauf achten, Rohstoffe und Produkte aus fairem Handel zu beziehen. Dadurch wird ein festgelegter Mindestpreis auch für Kleinbauern gesichert und zugleich werden oft Projekte unterstützt, die eine nachhaltige Entwicklung in den Erzeugerländern ermöglichen z.B. Bildungsangebote oder Brunnenbau (Wiegmann et al. 2005). Händler können zudem Flugware im Sortiment reduzieren oder das Umweltbelastungspotential im Preis verrechnen und mit dem zusätzlichen Gewinn Klimaschutzprogramme unterstützen.

Die Verlagerung von Straßengütertransporten auf die Schiene ist ein guter Weg zur Reduktion innerdeutscher und innereuropäischer Emissionen, da LKWs den höchsten Primärenergieeinsatz und die meisten Emissionen verursachen und dennoch bisher für die meisten Tonnenkilometer genutzt werden (Faist 2000, Taylor 2000, Lauber und Hoffmann 2001). Bei einer Ausweitung des Schienenverkehrs muss die Kostenfrage und die Verfügbarkeit und der Vertrieb der Waren für die großen Verarbeitungs- und Vermarktungsbetriebe geklärt werden. „Ökologisch unsinnig sind deutschlandweite Transporte von Lebensmitteln, die sich auch in der Nähe produzieren lassen, wie Milch aus Norddeutschland, die zur Vermarktung nach Bayern gefahren wird“ (v. Koerber et al. 2007, S.134).

Eine überwiegend regionale Produktion aller benötigten Nahrungsmittel setzt eine Veränderung der Agrarpolitik und des Konsumentenverhaltens voraus. Die Reduktion von tierischen Produkten zur Ausweitung der inländischen Produktion pflanzlicher Lebensmittel bedarf aufgrund der ökonomischen Abhängigkeit der Landwirte, Verarbeitungsbetriebe und Händler vom Umsatz tierischer Produkte politischer Unterstützung.

Handlungsempfehlungen für den Verbraucher

Laut Taylor (2000) verursacht eine Person pro Jahr eine Güterverkehrsleistung von 3.145,39 tkm für ihre Ernährung, wobei 68,1% mit dem Überseeschiff transportiert werden, 27,4% mit dem LKW, 3,1% mit dem Binnenschiff und 1,3% mit dem Zug.

Der Einkauf von Produkten aus der Region verringert die tonnenkilometrische Transportleistung und stärkt die heimische Wirtschaft. Zudem wird Transparenz über die Produktionsprozesse und die Herkunft der Lebensmittel geschaffen (Jungbluth und Faist 2002, Wiegmann et al. 2005).

Will der Konsument seine Verbrauchsgewohnheiten nicht dahingehend ändern, nur noch regionale und saisonale Produkte zu verzehren, ist darauf zu achten, Produkte aus Übersee zu kaufen, die fair gehandelt und mit dem Schiff transportiert wurden. Besser ist eine Abkehr von den herrschenden Ansprüchen nach ständiger Verfügbarkeit von Nahrungs-

mitteln in großer Auswahl. Den „Verzicht auf frische Produkte aus Übersee (oder Europa), bei denen nicht sicher ausgeschlossen werden kann, dass sie eingeflogen wurden“ raten Jungbluth und Faist (2002, S.257). Es handelt sich bei Flugware meist um nicht saisonale oder exotische Lebensmittel, deren Einkauf unterlassen oder auf besondere Anlässe beschränkt werden sollte.

3.3.2 Saisonalität

Die Klimawirksamkeit des Ansatzpunktes Saisonalität zeigt sich beim Vergleich verschiedener Varianten der Gemüseproduktion. Die Nahrungsmittelgruppe Gemüse verursacht nach Fleisch und Milch den zweitgrößten Anteil am Gesamtenergieverbrauch (s. Abb.4, S. 38), was hauptsächlich auf die Gewächshausproduktion zurückzuführen ist. Diese gibt Faist (2000) mit 6% am gesamten Energieverbrauch des Systems Ernähren an. Laut Faist (2000) werden hauptsächlich pflanzliche Produkte (Nahrungs- und Futtermittel) importiert und Gewächshausproduktion findet hauptsächlich im Hinterland statt. In der Landwirtschaft ist die Gewächshausproduktion ein Heizprozess, der je nach Wärmedämmung und Klimabedingung mehr oder weniger effizient erfolgt (Faist 2000).

Die Tabellen 10 und 11 liefern Durchschnittswerte für den Energieverbrauch und den Ausstoß von Emissionen bei verschiedenen Varianten der Gemüseproduktion.

Tab. 10: Primärenergieeinsatz (MJ) und Emissionen (g) der Tomatenproduktion (bezogen auf 1 kg Ertrag; Taylor 2000 S. 61)

Tomaten	Primärenergieeinsatz (MJ)	CO ₂ -Äquivalente (g)	SO ₂ -Äquivalente (g)
Freiland	0,52	85,70	0,30
Tunnel kalt	0,43	98,46	0,34
Tunnel beheizt	101,61	9305,16	18,01
Treibhaus beheizt	16,97	1567,27	3,08
Hors-sol	25,22	2334,37	4,60

Hors-sol = Anbau „ohne Boden“ auf Steinwolle

Tab. 11: Vergleich des Energieeinsatzes (MJ) und der Emissionen (g) beim Anbau in beheiztem Treibhaus bzw. im Freiland (bezogen auf 1 kg Lebensmittel; Jungbluth 2000 zitiert in StMUGV S. 12)

Lebensmittel	Energie (MJ/ kg Lebensmittel)		CO ₂ -Äquivalente (g/ kg Lebensmittel)	
	Beheizter Treibhausanbau	Freilandanbau	Beheizter Treibhausanbau	Freilandanbau
Bohnen	97	1,8	6.360	220
Lauch	82	1,4	5.430	190
Kopfsalat	67	1,1	4.450	140
Sellerie	55	1,5	3.660	190
Gurken	35	0,8	2.300	170
Tomaten	13	1,0	880	110

Es zeigt sich, dass im Freiland kultiviertes Gemüse durchweg weniger Energie verbraucht und weniger CO₂-Äq-Emissionen verursacht als der Anbau in beheizten Produktionssystemen. Je nach Gemüseart ist die Umweltbelastung unterschiedlich, weshalb Handlungsempfehlungen für das gesamte Sortiment an Obst und Gemüse erst nach detaillierten Ökobilanzen der einzelnen Sorten gegeben werden können (Jungbluth 2000).

Fazit Regionalität und Saisonalität

„Gemüse, das außerhalb der eigentlichen Saison konsumiert wird, verursacht ein Vielfaches des Energieverbrauchs und der Umweltbelastungen im Vergleich zu einheimischen Freilandprodukten“ (Jungbluth und Faist 2002, S.256).

Aufgrund der hohen Emissionen der Gewächshauskulturen wäre ein Vergleich zu Importen aus klimatisch günstigeren Anbauregionen sinnvoll. Dadurch ließe sich beurteilen, ob der Wunsch nach regionaler Produktion auch ökologisch günstig ist. Die Beeinflussung der Produktionsweise ist im Inland leichter möglich als im Hinterland (Faist 2000).

Handlungsempfehlungen für den Verbraucher

Aufgrund der bisherigen Ergebnisse empfehlen sich der Kauf von Saisongemüse und der Verzicht auf Gemüseprodukte aus beheiztem Gewächshaus bzw. Folientunnel und Horsol angepflanzte Ware. Die Aufgabe des Anspruchs nach ständiger Verfügbarkeit einer großen Anzahl an Lebensmitteln fördert ein saisonales Konsumverhalten. Dadurch lassen sich Ressourcen einsparen und Emissionen verhindern.

3.4 Lebensmittelauswahl

Das Kapitel Lebensmittelauswahl dient dazu, die Auswirkungen der einzelnen Nahrungsmittelkategorien auf die Umwelt abzuschätzen. Daraus ergeben sich Handlungsempfehlungen für die Lebensmittelauswahl durch den Verbraucher.

a) Primärenergieeinsatz

Die Daten beziehen sich auf alle Prozesse von der Landwirtschaft bis zum Haushalt.

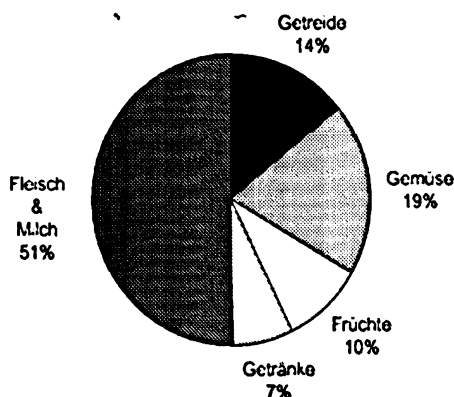


Abb. 4: Energiebedarf der verschiedenen Nahrungsmittelkategorien (Faist 2000 S. 51)

Fleisch und Milch sind für etwa die Hälfte des Energiebedarfs im System Ernähren verantwortlich. Der hohe Energieverbrauch im Stall und für den Futteranbau und die Kühlung sind die Hauptverursacher. Gemüse folgt an zweiter Stelle aufgrund eines hohen Energieverbrauchs durch die Gewächshausproduktion (Faist 2000).

Abbildung 5 zeigt, welche Prozesse den Energiebedarf der einzelnen Nahrungsmittelkategorien dominieren.

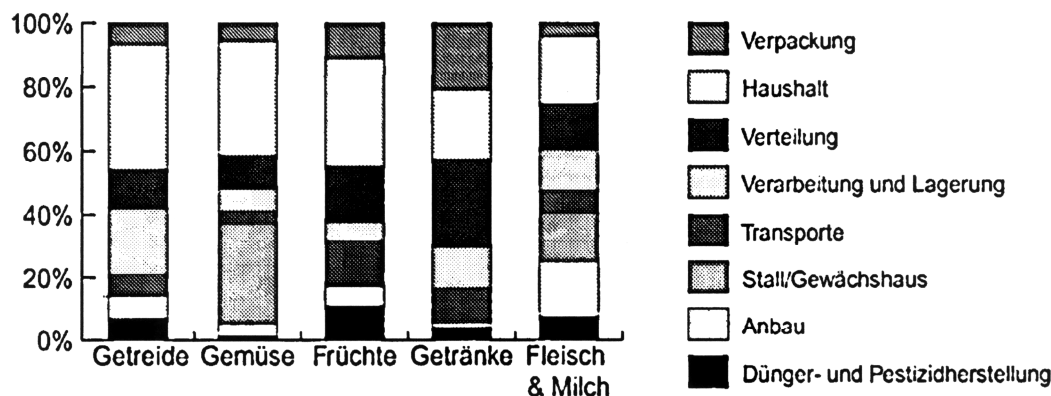


Abb. 5: Anteil der einzelnen Prozesse am gesamten Energiebedarf der einzelnen Nahrungsmittelkategorien (Faist 2000 S. 51)

Beim Getreide wird der größte Teil der Energie für industrielle Prozesse und im Haushalt aufgewendet. Die Gewächshausproduktion ist beim Gemüse ausschlaggebend. Bei Früchten kommt dem Transport eine große Rolle zu, da 75% importiert werden. Die hohen Energieaufwendungen im Haushalt bei Früchten sind auf die Kühlung zurückzuführen. Getränke belasten die Umwelt vor allem durch die Verpackung und Kühlung. Im gesamten Ernährungssystem ist der Energieverbrauch für Getränke im Verhältnis zu ihrem Gewicht gering. Bei Fleisch und Milch überwiegt der Energieverbrauch durch die landwirtschaftliche Produktion mit etwa 40% (Stall, Futteranbau). Die Kuppelproduktion Rindfleisch und Milch verursacht dabei den größten Anteil.

Abbildung 6 zeigt die detaillierte Aufteilung des Energiebedarfs der Nahrungsmittelkategorie Fleisch und Milch je nach Tierart und auf die Produkte Fleisch, Milch und Eier umgerechnet.

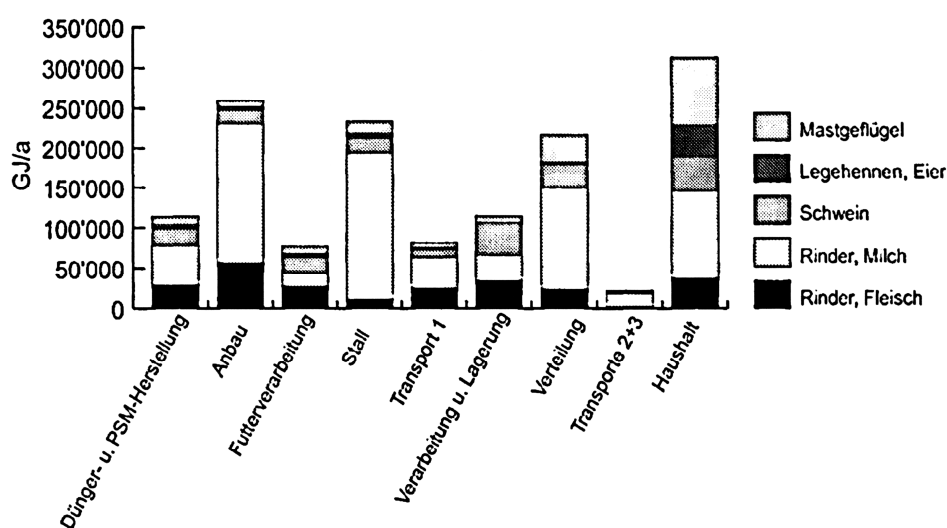


Abb. 6: Detaillierung des Energiebedarfs in der Prozesskette tierischer Produkte (Faist 2000 S. 53); PSM = Pflanzenschutzmittel

66% der Energie in der Dünger- und Pestizidherstellung wird zur Produktion von Rinder- und Kuhfutter benötigt. Im Anbau sind 80% der Energie für die Futtermittelherstellung

(Rinder, Kühe) nötig. Dabei macht das Trocknen von Heu fast die Hälfte des Energiebedarfs für Rinder und Kühe aus. Im Stall werden 65% der Energie zum Melken und Kühlen der Milch verbraucht. Der hohe Energiebedarf für Milch in der Industrie und im Haushalt wird durch die Kühlung verursacht. Tiefgekühltes Fleisch ist größtenteils Geflügel und verbraucht etwa $\frac{1}{4}$ der Energie im Haushalt (Faist 2000).

b) CO₂-Äquivalente

Die Daten sind von der Landwirtschaft bis zum Handel berechnet.

Tab. 12: Emissionen von CO₂-Äquivalenten bei tierischen bzw. pflanzlichen Lebensmitteln
(g CO₂-Äq/ kg Lebensmittel; Fritsche et al. 2007 S. 5)

Tierische Lebensmittel		Pflanzliche Lebensmittel	
Nahrungsmittel	CO ₂ -Äq (g/ kg)	Nahrungsmittel	CO ₂ -Äq(g/ kg)
Geflügel	3491	Gemüse-frisch	150
Geflügel-TK	4519	Gemüse-Konserven	509
Rind	13303	Gemüse-TK	412
Rind-TK	14331	Kartoffeln-frisch	197
Schwein	3247	Kartoffeln-trocken	3768
Schwein-TK	4275	Pommes-TK	5714
Butter	23781	Brötchen, Weißbrot	655
Joghurt	1228	Mischbrot	763
Käse	8502	Feinbackwaren	931
Milch	938	Teigwaren	914
Quark, Frischkäse	1925		
Sahne	7622		
Eier	1928		

Die absoluten CO₂-Äq-Emissionen unseres Lebensmittelwarenkorb sind bei Molkereiprodukten am höchsten (59%), gefolgt von Fleisch (27%). Danach folgen Gemüse, Brot und Teigwaren, Obst und Eier (Wiegmann et al. 2005).

Tierische Lebensmittel

- Fleisch und Wurstwaren

Emissionen von 2,5 – 8 kg pro kg Endprodukt, dominiert durch die Tierhaltung (61-79%) ergeben sich für Fleisch und Wurstwaren (Wiegmann et al. 2005). Die Wertschöpfungskette von Rindfleisch ist aufgrund der Mengen an Methanfreisetzung und der benötigten Futtermittel mit höheren Klimagas-Emissionen verbunden als die von Geflügel- und Schweinefleisch. TK-Fleisch verursacht bei allen Fleischsorten höhere Treibhausgas-Emissionen als frisches Fleisch (Fritsche et al. 2007). Die für TK-Fleisch nötige Kühlung in Lagerung und Handel macht 15% der Treibhausgas-Emissionen aus, die Verarbeitung von Wurstwaren 25%. Je höher die verwendete Fleischmenge je Kilogramm Endprodukt, desto höher die Emissionen (Wiegmann et al. 2005).

- Milchprodukte und Eier

Je nach Produkt liegen die CO₂-Äq-Emissionen von Milchprodukten zwischen 1,2 – 8,6 kg pro kg Endprodukt. Die Methanemissionen der Tierhaltung dominieren die Emissionsbilanz (82-99%). Alle weiteren Lebenswegabschnitte haben einen geringen Anteil. Je mehr

Liter Milch die Herstellung benötigt, desto mehr Treibhausgase werden emittiert (z.B. Käse: 8l Milch/ kg) (Wiegmann et al. 2005). Die höchsten spezifischen Treibhausgasemissionen verursachen Butter, gefolgt von Käse und Sahne. Der hohe Fettanteil bedingt hohe Emissionen aus der Vorkette (Kuh, Futter usw.). Deshalb sind magere Produkte zu bevorzugen (Fritsche et al. 2007).

Die hohen Emissionswerte für tierische Lebensmittel ergeben sich auch aus den „Veredelungsverlusten“. Ein Kilogramm Futter wird nicht 1:1 in ein Kilogramm Fleisch, Milch oder Eier umgewandelt, sondern auch für Körperwärme und Bewegung benötigt. Ein Mastrind frisst z.B. 5 - 6 kg Futter, um ein Kilogramm Gewicht zuzulegen. Bei Milch und Rindfleisch entstehen zusätzlich verdauungsbedingte Methanemissionen (Milchkuh: 200 – 400 g/ d, Mastrind: 80 – 220 g/ d, Schaf: 20 g/ d) (Tierschutzbund e.V. 2007) und Lachgas wird aus Dung freigesetzt.

Pflanzliche Lebensmittel

- Gemüse

Je nach Art werden 0,15 – 5,8 kg CO₂-Äquivalente pro kg Endprodukt emittiert (Wiegmann et al. 2005). Frisches Gemüse und Kartoffeln verursachen 1/10 der Emissionen von Fleisch. Auch Konserven- und Tiefkühlgemüse sind bezüglich der Emissionen nicht viel ungünstiger als frisches Gemüse. Trotz dem relativ energieintensiven Verarbeitungsschritt der Tiefkühlung, sind die Emissionen absolut gesehen deutlich niedriger als die von Fleisch oder Milch. Anders verhält es sich bei getrockneten Kartoffelprodukten. Diese haben in etwa dieselbe Emissionsbilanz wie Geflügel- bzw. Schweinefleisch und TK-Pommes liegen sogar darüber (ohne Zubereitung). Das liegt an der energieaufwendigen Entwässerung bzw. Tiefkühlung (Fritsche et al. 2007). Bei verarbeitetem Gemüse dominieren die Emissionen aus der Weiterverarbeitung (79 - 94%) gegenüber denen aus der landwirtschaftlichen Produktion. Die Verarbeitung von TK-Gemüse trägt mit 44%, die von Konservengemüse mit 65% zu den gesamten Emissionen des Produktes bei. Bei lagerfähigem Gemüse verursacht die Kühllagerung 74% (Feldgemüse) bzw. 51% (Kartoffeln) der Treibhausgas-Emissionen (Wiegmann et al. 2005).

- Back- und Teigwaren

Es entstehen zwischen 0,66 – 0,93 kg CO₂-Äq pro kg Endprodukt, wobei die landwirtschaftliche Produktion den höchsten Anteil hat (Mischbrot: 40%, Weißbrot: 52%, Teigwaren: 64%). Die Verarbeitung in der Bäckerei verursacht 52% der Emissionen bei Mischbrot, 38% bei Weißbrot und 46% bei der Teigwarenherstellung. Von untergeordneter Bedeutung sind die Prozesse in der Mühle, die Lagerung und der Handel (Wiegmann et al. 2005).

c) Sonstige Indikatoren

Versauernd wirkende Emissionen werden hauptsächlich durch die Tierhaltung verursacht (Wiegmann et al. 2005).

Der Bodenbedarf wird durch die Futtermittelproduktion dominiert, gefolgt von Getreide, Früchten und Fruchtsäften und Gemüse. Rinder verursachen ähnlich wie beim Energiebedarf und den Treibhausgas-Emissionen den größten Bedarf (s. Abb.7). Futtermittel

werden oft importiert, auch aus Entwicklungsländern. Die belegten Flächen sind nicht mehr für die Versorgung der eigenen Bevölkerung zugänglich, was zur weiteren Verarmung und Abhängigkeit dieser Länder beiträgt (Baroni et al. 2006).

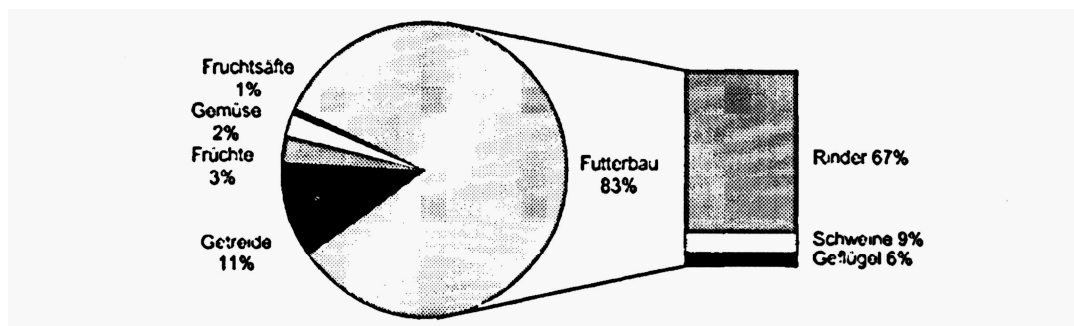


Abb. 7: Flächenbedarf der einzelnen Nahrungsmittelkategorien im Pflanzenbau. Der Futterbau ist in den Futterflächenbedarf für Geflügel, Schweine und Rinder unterteilt (Faist 2000 S. 55)

Der Wasserbedarf hängt ebenfalls von der Ernährungsweise ab. Die Erzeugung von Fleisch benötigt mehr Wasser als die Produktion von Getreide. Selbst wenn die Tiere auf Weideflächen gehalten werden (Baroni et al. 2006).

Der Umsatz der verschiedenen Nahrungsmittelkategorien wird in Abbildung 8 dargestellt. Die tierischen Produkte haben einen Anteil am Umsatz in allen Prozessen von 55 – 60%, der durch die Subventionen in der Landwirtschaft unterstützt wird. Getreide trägt zu 5% des Umsatzes der landwirtschaftlichen Produktion bei und zu etwa 20% in Verarbeitung und Verteilung. Preisänderungen bei tierischen Produkten haben die stärkste Wirkung auf die Konsumentenpreise, da die Marktspanne mit 53% in der Landwirtschaft relativ gering ist. Preisänderungen in der Landwirtschaft für Getreideprodukte haben aufgrund einer hohen Marktspanne (90%) geringe Auswirkungen auf die Konsumentenpreise. Der Umsatz von Landwirtschaft, Verarbeitung und Verteilung hängt maßgeblich von den tierischen Produkten ab (Faist 2000).

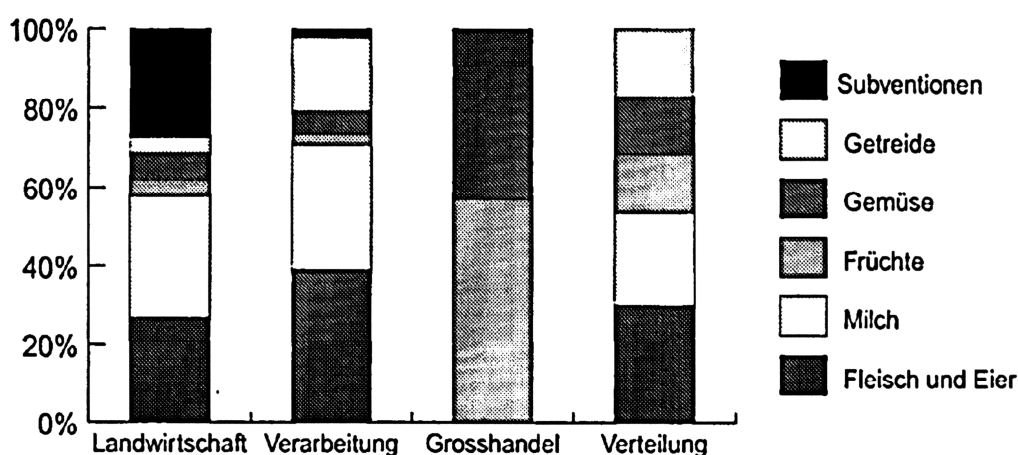


Abb. 8: Anteil der verschiedenen Produkte am Umsatz der einzelnen Prozesse. Der Gesamtumsatz der einzelnen Prozesse entspricht jeweils 100%. (Faist 2000 S. 61)

Fazit Lebensmittelauswahl

Milchprodukte tragen gefolgt von Fleisch und Fleischprodukten den größten Anteil an den Treibhausgas-Emissionen und dem Energiebedarf unseres Lebensmittelwarenkorb, absolut gesehen (Fritsche et al. 2007, Taylor 2000, Faist 2000, Jungbluth 2000). Betrachtet man einzelne Lebensmittel, verursacht Rindfleisch den höchsten Energieverbrauch und die meisten Emissionen, gefolgt von Käse, Fisch und Milch (Baroni et al. 2006). Überproportional hohe Emissionen weisen fettreiche Milchprodukte, Rindfleisch, Produkte aus getrockneten Kartoffeln und die meisten Tiefkühlprodukte auf. Emissionsarme Produkte sind Gemüse, Obst und Teigwaren (Fritsche et al. 2007). Input-Output-Berechnungen, die den Ernährungssektor Deutschlands zwischen 1960 und 1990 vergleichen, zeigen, dass die Fleischproduktion (je kg) das 2,5fache an CO₂-Äq-Emissionen verursacht als die Produktion pflanzlicher Lebensmittel (Taylor 2000). Der Einfluss einer normal fleischhaltigen Ernährung auf den Klimawandel ist größer als der einer vegetarischen bzw. veganen Ernährung. Der Konsum ökologischer Lebensmittel hat ein geringeres Umweltbelastungspotential als der Konsum von Produkten aus konventioneller Landwirtschaft (Baroni et al. 2006).

Die Reduktion des Milchkonsums bei gleich bleibendem Fleischverbrauch reduziert den Futterbedarf nicht proportional, da Mutterkühe dennoch gefüttert werden müssen. Die Reduktion des Rindfleischkonsums bei gleich bleibendem Milchverbrauch oder der Ersatz von Fleisch durch Milchprodukte führt zu einem Überschuss an Fleisch (Faist 2000).

In der Lagerung und Verteilung und im Haushalt ist der Energiebedarf zum großen Teil auf Kühlprozesse zurückzuführen. Verluste an Ressourcen wirken sich bei allen Produktkategorien in jeder Prozessstufe negativ aus (Faist 2000).

Es ist wichtig verschiedene Ansätze miteinander zu kombinieren, um eine ökologische Lebensmittelauswahl zu treffen (s. z.B. Abb.9).

Der Einfluss der Kostform auf das Umweltbelastungspotential ist anhand dieser Abbildung erkennbar.

Die Reduktion des Fleischkonsums und die Wahl ökologisch produzierter Waren bewirken eine Verringerung der ernährungsbedingten Auswirkungen auf die Umwelt.

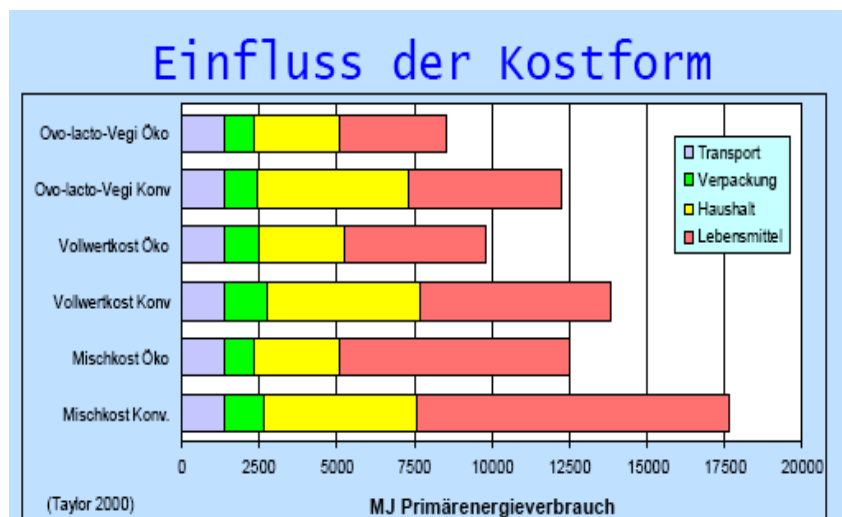


Abb.9: Anteil der einzelnen Prozesse und Einfluss der Kostform auf den Primärenergieverbrauch (Taylor 2000 zitiert in Jungbluth 2003)

Handlungsempfehlungen für den Verbraucher

Der Ernährungsstil sollte generell von geringem Konsum tierischer Nahrungsmittel (Fleisch, Wurstwaren, Milchprodukte, Eier) geprägt sein. Zudem kann darauf geachtet werden, Eier aus Freilandhaltung, magere Milchprodukte und frisches Geflügel- oder Schweinefleisch (anstatt Rind- oder TK-Fleisch) aus artgerechter Tierhaltung mit Flächenbindung zu konsumieren. Der Hauptanteil der Ernährung sollte aus viel frischem Gemüse und Obst – saisonal und regional -, Hülsenfrüchten und Getreideprodukten bestehen. Waren aus ökologischem Landbau verringern die Umweltbelastung zusätzlich. Eine Mahlzeit aus Rohkost und schonend zubereitetem Erhitzten ist zu empfehlen. Gemüse und Obst sollten aus Freilandanbau stammen und Nahrungsmittel nicht mit dem Flugzeug transportiert worden sein. Frische Lebensmittel und Grundnahrungsmittel sind Tiefkühlware oder Fertiggerichten vorzuziehen, außer eine Mahlzeit wird nur für 1 - 2 Personen zubereitet. Auf Kartoffeltrockenprodukte wie Klöße, Püree oder TK-Pommes sollte verzichtet werden.

3.5 Haushaltsaktivitäten

Der Ansatzpunkt Haushaltsaktivitäten beinhaltet das Optimierungspotential bezüglich des Klimaschutzes im Haushalt. In diesem Kapitel werden die Punkte energieeffiziente Haushaltsgeräte und Einkaufsfahrten betrachtet.

Taylor (2000) gibt als Bestandteile der Haushaltsphase die Einkaufsfahrten, die Kühlhaltung und die Zubereitung von Nahrungsmitteln an und errechnet anhand einer Grobanaalyse einen Anteil am Energiebedarf von etwa 30%, an den CO₂-Äq-Emissionen von 27% und an den SO₂-Äq-Emissionen von 3% im System Ernähren.

Faist (2000), die nur Kühlhaltung und Zubereitung zur Haushaltsphase zählt, gibt einen Anteil von 28% am gesamten Energiebedarf im System an. Die Einkaufsfahrten ordnet Faist (2000) mit 1,7% am Gesamtenergieverbrauch im Ernährungssystem dem Transport zu.

Wiegmann et al. (2005) hat die Aufteilung des Systems Ernähren in die Sektoren Inner-Haus-Verzehr (IHV) und Außer-Haus-Verzehr (AHV) gewählt. Sie rechnet dem Energieverbrauch für Raumwärme, Lebensmittellagerung und Mahlzeitenzubereitung 52% der ernährungsbedingten Treibhausgas-Emissionen zu, wovon 70% auf den Inner-Haus-Verzehr und 30% auf den Außer-Haus-Verzehr entfallen. Der Energiebedarf beim IHV geht zu zwei Dritteln auf den Stromverbrauch für elektrische Geräte (Herd, Geschirrspüler, Kühlgeräte und Kleingeräte) zurück und zu einem Drittel auf die Heizwärme für Küche, Essplatz und Lagerräume. Einkaufsfahrten und Fahrten zum Essen außer Haus haben laut Wiegmann et al. (2005) einen Anteil von 3% an den Umweltauswirkungen des Ernährungsbereichs. Somit ergibt sich für die Haushaltsgeräte und die Fahrten ein Anteil von 27% an den CO₂-Äquivalenten im System Ernähren.

Der Anteil der Haushaltsaktivitäten Zubereitung, Kühlhaltung und Einkauf von Lebensmitteln ist somit mit etwa 30% am Gesamtenergieverbrauch und dem gesamten Treibhausgas-Ausstoß des Ernährungsbereichs stimmig. Die Verantwortung für diverse Einsparmöglichkeiten in diesem Feld trägt der Verbraucher.

Im Haushalt stammen 94% der Energie aus Strom, dessen Effizienz aufgrund des niedrigen Wirkungsgrades bei der Stromproduktion z.B. im Vergleich zu fossilen Energieträgern gering ist (Faist 2000). Ein MJ Strom hat laut GEMIS 3.1. für Haushalte und Kleinverbraucher ein Umweltbelastungspotential von 2,93 MJ Primärenergie, 195,32 g CO₂-Äquivalente und 0,29 g SO₂-Äquivalente (Taylor 2000).

3.5.1 Klimateffiziente Haushaltsgeräte

Die üblichen Haushaltsgroßgeräte des Systems Ernähren sind Kühl- und Gefriergeräte, Herde und Geschirrspülmaschinen. Diese Geräte werden im Folgenden betrachtet, während Kleingeräte wie z.B. Kaffeemaschinen nicht explizit behandelt werden.

Die Ist-Situation in Deutschland im Jahr 2002 zeichnet einen Anteil der Kühlschränke von 8,6%, der Gefrierschränke von 8,3%, der Elektroherde von 7,7% und der Geschirrspüler von 2,7% am gesamten Haushaltsstromverbrauch auf. Das macht insgesamt 27,3% (Ifeu 2006). Den durchschnittlichen Stromverbrauch ausgewählter Elektrogeräte zeigt Tab: 13.

Tab. 13: Durchschnittlicher Stromverbrauch ausgewählter Elektrogeräte in Deutschland (Taylor 2000 S. 100)

	Jahresstromverbrauch (Mio. kWh)	Stromverbrauch pro Person (kWh)
Kühlschrank	11.749	143
Gefriergerät	11.863	145
Elektroherd	10.007	122

Zur einheitlichen Kennzeichnung von Haushaltsgeräten wurde das Euro-Label geschaffen, das die Geräte in Effizienzklassen einteilt (von A bis G). A-Geräte sind am effizientesten, G-Geräte am ineffizientesten im Vergleich zum europäischen Durchschnitt. Die A-G-Skala des Euro-Labels ist inzwischen bei vielen Geräten überholt. Es erfolgte nur bei Kühl- und Gefriergeräten Anfang 2004 eine Erweiterung der Skala auf A+ und A++ (Michael 2006).

Tabelle 14 zeigt das Einsparpotential der Haushaltsphase. Durch die Wahl der energieeffizientesten auf dem Markt befindlichen Geräte (ökologische Variante) im Vergleich zum Durchschnittsgerät (konventionelle Variante) können Energie und Emissionen eingespart werden. Bei den Einkaufsfahrten wurden für die konventionelle Variante drei Einkäufe pro Woche mit dem PKW à 7,1 km berechnet. Die ökologische Variante zeichnet sich durch einen Einkauf im Monat mit dem PKW aus (für lang haltbare Lebensmittel), der Rest erfolgt zu Fuß oder mit dem Fahrrad (Taylor 2000).

Tab. 14: Primärenergieeinsatz (MJ) und Emissionen (g) der verschiedenen Teilbereiche der Haushaltsphase (Taylor 2000 S. 139)

	Primärenergieeinsatz (MJ)	CO ₂ -Äquivalente (g)	SO ₂ -Äquivalente (g)
Kühlschrank konv.	1414,66	94222,37	144,72
Kühlschrank ökol.	844,57	56252,16	86,40
Gefriergerät konv.	1530,79	101957,04	156,60
Gefriergerät ökol.	717,89	47814,34	73,44
Elektroherd konv.	1287,98	85784,54	131,76
Elektroherd ökol.	1034,60	68908,90	105,84
Σ HH-Geräte konv.	4233,43	281963,95	433,08
Σ HH-Geräte ökol.	2597,07	172975,39	265,68
Einkaufsfahrten k.	653,67	50615,04	137,71
Einkaufsfahrten ökol.	152,30	11680,40	31,78
Σ HH-Phase konv.	4887,10	332578,99	570,79
Σ HH-Phase ökol.	2749,37	184655,79	297,46

HH = Haushalt

Σ = Summe

Bei Verwendung effizienter Haushaltsgeräte ist eine Reduktion der Emissionen um den Faktor 1,6 möglich und in der gesamten Haushaltsphase (inklusive Einkaufsfahrten) eine Reduktion um den Faktor 1,7 bei der ökologischen Variante (Taylor 2000).

Die Haushaltsgeräte, die auf eine ununterbrochene Energieversorgung angewiesen sind (z.B. Kühl-, Gefriergerät), weisen die höchsten Emissionswerte auf. Der Einfluss der Einkaufsfahrten ist im Vergleich zu den Haushaltsgeräten eher gering. Die Primärenergieemissionen der Haushaltsgeräte betragen das sechsfache der Emissionen der Einkaufsfahrten (Taylor 2000).

Bei der Benutzung der am Markt verfügbaren Bestgeräte gibt Markewitz (2002) ein technisches Einsparpotential von 50% beim Kühlen und Gefrieren und 53% beim Kochen an.

Kühl- und Gefriergeräte

Das Kühlen und Einfrieren von Nahrungsmitteln ist eine Möglichkeit, sie länger haltbar zu machen und dadurch anfallenden Abfall durch Verderb zu vermeiden. Je später Verluste (Nahrungsmittel, Energie) in der Kette auftreten, desto stärker fallen sie ins Gewicht, „da die höhere zu produzierende Menge auf den Verbrauch aller Vorstufen zurückwirkt“ (Faist 2000 S.127).

Kühl- und Gefriergeräte müssen seit 1998 mit dem EU-Label gekennzeichnet sein. Ihr Stromverbrauch wird durch die Gerätetechnik, die Wärmedämmung des Gehäuses, die Effizienz des Kälteaggregats, die Umgebungstemperatur des Aufstellortes und die Art der Nutzung beeinflusst (Michael 2006). Der Energieverbrauch hocheffizienter Kühlgeräte und Kühl-Gefrier-Kombinationen ist gegenüber durchschnittlichen Geräten von 1990 um 60% und mehr gesunken (IEE 2007). Ein jährlicher Mehrverbrauch von 100 kWh in 15 Jahren Betriebszeit kostet 225 € zusätzliche Stromkosten zuzüglich Preissteigerungen (Annahme: 18 ct/ kWh). Der sparsamste Tischkühlschrank mit */*** Sterne-Fach spart

z.B. gegenüber dem am meisten Strom verbrauchenden Modell in 15 Jahren insgesamt rund 400 € Stromkosten. Höhere Anschaffungskosten von z.B. 200 € sind insofern eine rentable Investition (Michael 2006).

Faist (2000) geht von einem Stromverbrauch von 409 kWh/ a/ HH für einen Kühlschrank (Volumen pro Haushalt: 220l) und 293 kWh/ a/ HH für einen Tiefkühler (Volumen pro Haushalt: 150l) und einer Betriebsdauer von 365 Tagen im Jahr aus. Dadurch ergibt sich ein Primärenergieverbrauch von 17,32 MJ/ kg/ a gekühltes Produkt und 55,87 MJ/ kg/ a tiefgekühltes Produkt für Haushalte. Da die Effizienz der Kühlung im Haushalt im Vergleich zu Industrie und Handel geringer ist, ist die Energiebilanz von Tiefkühlprodukten noch schlechter (Faist 2000).

Handlungsempfehlungen für den Verbraucher

Die Auswahl des für den geführten Haushalt adäquaten Gerätes trägt entscheidend zur Reduktion des Energieverbrauchs und der Emission von klimaschädlichen Gasen bei. Dabei müssen die Energieeffizienzklasse, die Größe des Geräts (Nutzungsinhalt), die Klimaklasse, der Aufstellort, die Geräteart und Bauform und die Sonderfunktionen sinnvoll ausgewählt werden. Zudem ist auf die fachgerechte Entsorgung von Altgeräten und eine energieeffiziente Benutzungsweise zu achten. Detaillierte Hinweise finden sich im Anhang (s. S. 67ff). Separate Kühl- und Gefrierschränke verbrauchen meist weniger Strom als Kühl-Gefrierkombinationen.

Spülmaschinen

Seit 1999 müssen Geschirrspüler mit dem EU-Label gekennzeichnet sein. Energieverbrauch, Reinigungs- und Trocknungswirkung, Aufnahmekapazität, Wasserverbrauch und gegebenenfalls Geräuschemissionen sind die zu beachtenden Leistungskriterien (Berliner Energieagentur 2003). Die Effizienzklasse und die Reinigungs- und Trocknungswirkung beziehen sich auf ein vom Hersteller ausgewähltes und deklariertes Programm (Michael 2006), weshalb nur gleich große Geräte mit denselben Effizienzangaben direkt miteinander vergleichbar sind (Niedrig-Energie-Institut). Eine energieeffiziente Spülmaschine kommt mit weniger Strom und Wasser aus als ein geübter Handabwäscher (IEE 2007).

Handlungsempfehlungen für den Verbraucher

Inzwischen besitzen fast alle Maschinen Energieeffizienzklasse A, weshalb der genaue Stromverbrauch verglichen werden sollte. Anhand der Lebensdauer können dann die anfallenden Betriebskosten errechnet werden.

Den meisten Strom benötigen Spülmaschinen zum Aufheizen des Wassers. Deshalb können hier entweder durch die Verwendung eines vorgebauten Wärmetauschers oder innerer Wärmerückgewinnung bei Kaltwasseranschluss oder durch den direkten Warmwasser-Anschluss Ressourcen gespart werden (Michael 2006). Details über den Warmwasseranschluss befinden sich im Anhang (s. S. 69).

Spülmaschinen mit großem Nutzvolumen (12 - 14 Maßgedecke) benötigen pro Gedeck weniger Energie als Maschinen mit kleinem Nutzvolumen (8 - 9 Gedecke). Geschirrspüler sollten nur voll beladen gestartet werden, das Vorspülen ist bei modernen Maschinen nicht mehr nötig. Je nach Auslastung und Verschmutzungsgrad spart ein entsprechendes

Programm zusätzlich Strom und Wasser. Das Abschalten des Gerätes nach Beendigung des Programms und der Verzicht auf die Zeitvorwahl vermeiden unnötige Leerlaufverluste (IEE 2007).

Elektroherde und -backöfen

Seit Januar 2003 sind Elektroherde und -backöfen mit dem EU-Label zu kennzeichnen. Kriterien wie Energieverbrauch, Nettovolumen, Reperaturmöglichkeiten, Rücknahmepflicht des Händlers oder recyclinggerechte Konstruktion sind umweltrelevant (Berliner Energieagentur 2003).

Bei Kochstellen ist ein Glaskeramik-Kochfeld gegenüber einer Kochmulde mit gusseisernen Platten nutzungsfreundlicher und energieeffizienter. Induktionsfelder sind besonders effizient, aber in der Anschaffung teuer, nur mit speziellem Gargeschirr betreibbar und verursachen eine magnetische Strahlung, die z.B. Herzschrittmachersignale stören kann (IEE 2007).

Beim Herd kommt es besonders auf energieeffiziente Nutzung an. Die Zubereitung der Kost für eine Person mit Elektroherd erfordert etwa das 1,5fache an Primärenergie gegenüber Fertigprodukten. Wird hingegen eine Mahlzeit für drei Personen zubereitet, ist die traditionelle Zubereitung günstiger, insbesondere wenn statt des Elektroherdes ein Gasherd verwendet wird (Hoffmann 2000).

Handlungsempfehlungen für den Verbraucher

Kleine Portionen im passenden Topf auf der adäquaten Kochplatte oder in der Mikrowelle zu erwärmen und Wasser mit dem elektrischen Wasserkocher anstatt auf dem Herd zu erhitzen spart Energie. Immer gut schließende Deckel und plan aufliegendes Gargeschirr verwenden und die Restwärme der Herdplatte durch vorzeitiges Abschalten nutzen. Vor allem bei langen Garzeiten sollte ein Schnellkochtopf verwendet werden. Der Gang zur Kantine stellt eine klimagünstige Alternative zur Zubereitung der eigenen Mahlzeit dar, vor allem wenn für 1 - 2 Personen gekocht wird und kein zusätzlicher Verkehr entsteht (Hoffmann 2000). Semmeln sind im Toaster schneller und Strom sparender aufzubacken als im Backofen, außer bei großen Mengen. Das Vorheizen des Backofens ist bei modernen Geräten nicht mehr nötig und Backen mit Umluft ist aufgrund der 20 – 30 °C niedrigeren Betriebstemperaturen als bei Ober- und Unterhitze zu bevorzugen. Die pyrolytische Reinigung verbraucht bei jedem Reinigungsprozess einige Kilowattstunden Strom und ist deshalb erst bei starker Verschmutzung einzusetzen (IEE 2007).

Fazit klimaeffiziente Haushaltsgeräte

Durch die Verwendung von energie- und wassersparenden Geräten und klimafreundlichem Zubehör im Haushalt kann die Umweltbelastung stark verringert werden. Hierzu sind Studien erforderlich, die Einsparpotentiale durch den Einsatz von z.B. Mikrowelle und anderen stromsparenden Kleingeräten (z.B. Wasserkocher) im Vergleich zur hauptsächlichen Nutzung von Haushaltsgroßgeräten (Herd, Geschirrspüler, Kühl- und Gefriergeräte) erfassen. Dabei sollten Anschaffungskosten, Zeitersparnis sowie sensorische und ernährungsphysiologische Aspekte einbezogen werden.

Kühl- und Gefriergeräte verursachen die höchste Umweltbelastung bei den Haushaltsgeräten. Möglichkeiten zum Klimaschutz ergeben sich vor allem bei der Neuanschaffung von Geräten und durch eine strom- und wassersparende Nutzung.

Allgemeine Handlungsempfehlungen zur Gerätenutzung im Ernährungsbereich

Haushalte können ihren eigenen Strommix durch Förderung erneuerbarer Energieträger umweltfreundlicher gestalten und den Strom- und Wasserverbrauch generell reduzieren (Faist 2000). Da die Produktion der Geräte viel Energie benötigt und bei der Entsorgung diverse schwer verwertbare Abfälle anfallen, ist ein langlebiges Gerät zu kaufen. Bei hoher Energieeffizienz ist ein Mehrpreis beim Kauf aufgrund der geringeren Betriebskosten rentabel. Das Gerät sollte möglichst recyclinggerecht produziert worden und aufrüstbar sein. Die Verpackung sollte wieder verwendbar und das Gerät im Inland produziert sein (keine Vortransporte). Eine Rücknahmeverpflichtung nach der Gebrauchszeit durch den Händler sichert eine fachgerechte Entsorgung.

3.5.2 Einkaufsfahrten

Einkaufsfahrten verursachen etwa 3% des Gesamtenergieverbrauchs und der gesamten Treibhausgas-Emissionen im Ernährungsbereich (Faist 2000, Wiegmann et al. 2005, Taylor 2000).

Hoffmann (2000) geht davon aus, dass etwa $\frac{1}{4}$ aller Einkaufswege mit dem Auto zurückgelegt werden. Bei einer durchschnittlichen Fahrtlänge von 8 km und geschätzten 4 Mrd. Einkaufsfahrten pro Jahr fallen in Deutschland insgesamt 32 Mrd. km für den Einkaufsverkehr an (berechnet nach Kramer et al. 1994). Taylor (2000) berechnet nach Kjer et al. (1994) eine Einkaufsfahrt mit einer durchschnittlichen Strecke von 7,1 km. Dies ergibt bei drei Einkäufen die Woche eine Wegstrecke von 369,2 km pro Jahr und Haushalt, also eine Fahrtstrecke von 184,6 km/ Person/ a. Alternativ ergibt sich bei nur einer Einkaufsfahrt mit dem PKW pro Monat und dem Rest zu Fuß oder mit dem Fahrrad eine Fahrtstrecke von 42,6 km/ Person/ a. GEMIS gibt die Umweltbelastung eines PKWs (Benzin, geregelter Katalysator) pro Kilometer mit 3,95 MJ Primärenergie, 274,19 g CO₂-Äquivalenten und 0,75 g SO₂-Äquivalenten an (Taylor 2000).

Einkaufsfahrten verbrauchen aufgrund des ineffizienten Transportmittels (PKW) und der kleinen Einkaufsmenge die tausendfache Menge an Energie pro kg Ware, als wenn diese per Lastwagen zum Geschäft transportiert wird. So kommt z.B. ein 40-Tonner mit 0,0001 kWh pro km und kg Ware aus, bei privaten Einkaufsfahrten sind es für 1 km und 10 kg Einkauf 0,1 kWh/ km/ kg (Hoffmann 2000). Somit macht das Einkaufen mit dem Auto die günstige Klimabilanz von pflanzlichen, ökologischen, regionalen und saisonalen Lebensmitteln leicht zunichte (v. Koerber et al. 2007).

Handlungsempfehlungen für den Verbraucher

Bei der Nutzung von Rad oder ÖPNV (öffentlicher Personennahverkehr) oder dem Einkauf zu Fuß lassen sich Ressourcen einsparen und Emissionen vermeiden. Lang haltbare Lebensmittel können einmal monatlich mit dem PKW oder in Fahrgemeinschaften transportiert werden. Diese Art Einzukaufen ist zudem gesundheitsfördernd durch mehr Bewegung und unterstützt die Geschäfte in der Nachbarschaft.

4 Fazit

Die betrachteten Ansatzpunkte bieten viele Möglichkeiten für den Klimaschutz. Das größte Potential steckt im Ansatzpunkt Lebensmittelauswahl, denn die Verbraucher nehmen durch ihr Ernährungs- und Einkaufsverhalten Einfluss auf alle Kettenglieder des Systems Ernähren. Die Erkenntnisse aus Kapitel 3 und Szenarien verschiedener Studien sind die Grundlage des von mir entwickelten klimaoptimierten Ernährungsstils. Dieser integriert die Beurteilung der Klimarelevanz aller Bereiche der Prozesskette und ermöglicht so, die Gesamtbilanz der lokalen und globalen Umweltauswirkungen zu verbessern. Einzelmaßnahmen führen nicht zum gewünschten Ziel, da sie sich teilweise gegenläufig auswirken. Dies sei am Beispiel des Flächenbedarfs näher erläutert. Der Konsum von Produkten aus ökologischem Anbau bedingt einen erhöhten Flächenbedarf. Koppelt der Verbraucher diese Einzelmaßnahme mit der Reduktion bzw. dem Verzicht auf tierische Produkte, wird der erhöhte Flächenbedarf durch die ökologische Landwirtschaft durch einen geringeren Bodenbedarf aufgrund der Kostumstellung kompensiert.

Es ist also wichtig, mehrere Parameter umzustellen und alle Einzelbereiche auf dem Weg vom Anbau bis zum Haushalt zu betrachten. Nur so kann der Klimaschutz im Bereich Ernährung nachhaltig vorangetrieben werden.

Zehn Regeln eines klimaoptimierten Ernährungsstils

1) Reduktion bzw. Verzicht auf tierische Lebensmittel zugunsten pflanzlicher Lebensmittel

Einsparpotential:

Reduktion des Fleischverzehrs um die Hälfte des Niveaus von 2000

Szenario „Fleisch 2030“ Wiegmann et al. 2005:

-7% Treibhausgasemissionen	-31% Emissionen versauernd wirkender Substanzen
-6% Flächenbedarf	

Lakto-Ovo-Vegetarismus (keine Fleisch(erzeugnisse))

Szenario Faist 2000:

-4% Energieverbrauch	-20% Flächenbedarf
----------------------	--------------------

Studie Jungbluth et al. 2004:

-20% Primärenergie	-17% CO ₂ -Emissionen	-26% CO ₂ -Äquivalente
-25% Flächenbedarf	-17% Wasserverschmutzung	-19% Wasserbedarf

Vegane Ernährung (keine Fleisch(erzeugnisse) und keine Milch(produkte))

Szenario Faist 2000:

-24% Energieverbrauch	-70% Flächenbedarf
-----------------------	--------------------

Studie Jungbluth et al. 2004:

-25% Primärenergie	-25% CO ₂ -Emissionen	-30% CO ₂ -Äquivalente
-60% Flächenbedarf	-30% Wasserverschmutzung	-20% Wasserbedarf

2) Verwendung energieeffizienter Haushaltsgeräte und deren effiziente Nutzung

Einsparpotential:

Szenario Faist 2000:

-8% Energieverbrauch bei effizienten Kühlgeräten

Studie Jungbluth et al. 2004:

Nutzung der besten energieeffizienten Haushaltsgeräte im Vergleich zum Durchschnitt:

-11,3% Primärenergie	-3,8% CO ₂ -Emissionen	- 3,8% CO ₂ -Äquivalente
----------------------	-----------------------------------	-------------------------------------

3) Saisonale Ernährung ohne Waren aus beheizten Produktionssystemen

Einsparpotential:

Studie Jungbluth et al. 2004:

-5% Primärenergie	-5% CO ₂ -Emissionen	-5% CO ₂ -Äquivalente
-------------------	---------------------------------	----------------------------------

4) Konsum von Nahrungsmitteln aus ökologischem Anbau

Einsparpotential:

Szenario „Bio 2030“ bei Wiegmann et al. 2005 (Anteil der ökologischen Landwirtschaft 30%):

-2% CO ₂ -Äquivalente	+13% Flächenbedarf
----------------------------------	--------------------

Szenario Faist 2000 (100% biologischer Landbau):

-4% Energiebedarf	+20% Flächenbedarf
-------------------	--------------------

Studie Jungbluth et al. 2004 (100% biol. Anbau, incl. zusätzlicher Transporte):

-2,5% Primärenergie	-1% CO ₂ -Emissionen	- 6% CO ₂ -Äquivalente
+14% Flächenbedarf	-16% Wasserverschmutzung	

5) Regionale Ernährung und Verzicht auf Flugware

Einsparpotential:

Studie Jungbluth et al. 2004:

-2% Primärenergie	-2,5% CO ₂ -Emissionen	-1,1% CO ₂ -Äquivalente
-40% Flächenbedarf		

6) Konstanthalten bzw. Verminderung des Außer-Haus-Verzehrs

Einsparpotential:

Szenario „AHV 2030“ Wiegmann et al. 2005 (Außer-Haus-Verzehr steigt von 32% auf 60%):

+8% CO ₂ -Äquivalente	-1% Emissionen versauernd wirkender Substanzen
-5% Flächenbedarf	

7) Bevorzugung frischer und gering verarbeiteter Nahrungsmittel und Vermeidung von Tiefkühl-Kost

Einsparpotential:

Szenario „Convenience 2030“ Wiegmann et al. 2005 (31% der konsumierten Lebensmittel):

+2% CO ₂ -Äquivalente	-2% Emissionen versauernd wirkender Substanzen
-5% Flächenbedarf	

8) Vermeidung von Müll (Nahrungsmittel-Verpackungen, Essensreste, Verderb von Lebensmitteln)

9) Einkauf zu Fuß, mit dem Fahrrad oder mit dem ÖPNV

10) Reduktion der konsumierten Menge auf die empfohlene Menge

Die ernährungsphysiologischen Vorteile eines klimaoptimierten Ernährungsstils sind im Anhang nachzulesen (s. S. 70f).

Die vorliegende Arbeit zeigt Effekte des Systems Ernähren möglichst allumfassend auf. Ökologische, ökonomische, soziale und gesundheitliche Gesichtspunkte werden kombiniert, um Ansatzpunkte sinnvoll auszuwählen und umsetzbare Handlungsempfehlungen für den Klimaschutz im Bereich Ernährung zu geben. Die Hintergrundinformationen dienen zudem zur Beurteilung der Realisierbarkeit von geplanten Maßnahmen, indem Vorbehalte und Ursachen für Verhaltensänderungen der Prozessbeteiligten erwähnt werden.

Das präsente Thema „Klimaschutz“ bedarf einer weiteren kontinuierlichen Aktualisierung der Daten und der Gewinnung neuer Erkenntnisse. Zukünftige Arbeiten werden helfen, die globalen Veränderungen festzuhalten und Erfolge im Bereich Klimaschutz zu quantifizieren.

Wissenschaftliche Studien schaffen die Datenbasis für effektive Maßnahmen. Die Zeit zu Handeln ist längst gekommen und erfordert, die wissenschaftlich hinterlegten Handlungsempfehlungen in die Tat umzusetzen. Dabei ist es wichtig, Informationen publik zu machen und möglichst viele Menschen zum Umdenken und aktiven Handeln zu bewegen. So kann ein nachhaltiges Weiterleben auf dieser Erde auch für künftige Generationen erreicht werden.

Die westafrikanische Weisheit des Volkes der Mandika soll Jeden überzeugen anfangen:

„Wenn viele Menschen an vielen Orten viele kleine Dinge tun, können sie das Gesicht der Welt verändern.“

Anhang A: Zu Kapitel 2

A.1. Anerkannte Methoden zur Untersuchung von Umweltauswirkungen im Ernährungssystem

A.1.1. Ökobilanz (nach DIN EN ISO 14040ff) (engl. Life Cycle Assessment LCA)

Definition: „Die Ökobilanz ist eine Methode zur Abschätzung der mit einem Produkt verbundenen Umweltaspekte und produktspezifischen potentiellen Umweltauswirkungen, durch Zusammenstellung einer Sachbilanz von relevanten Input- und Outputflüssen eines Produktsystems; Beurteilung der mit diesen Inputs und Outputs verbundenen potentiellen Umweltwirkungen; Auswertung der Ergebnisse der Sachbilanz und Wirkungsabschätzung hinsichtlich der Zielstellung der Studie.“ (Taylor 2000, S.2)

Bestandteile: Zielfestlegung, Untersuchungsrahmen, Sachbilanz, Wirkungsabschätzung, Auswertung (Wiegmann et al. 2005)

Ziel: Identifizierung und Quantifizierung der Emissionen, des Materialien- und Energieverbrauchs auf allen Stufen des gesamten Produktlebensweges (Faist 2000), ökologische Schwachstellen der betrachteten Systeme und Vorschläge zur Optimierung erkennen (Wiegmann et al. 2005).

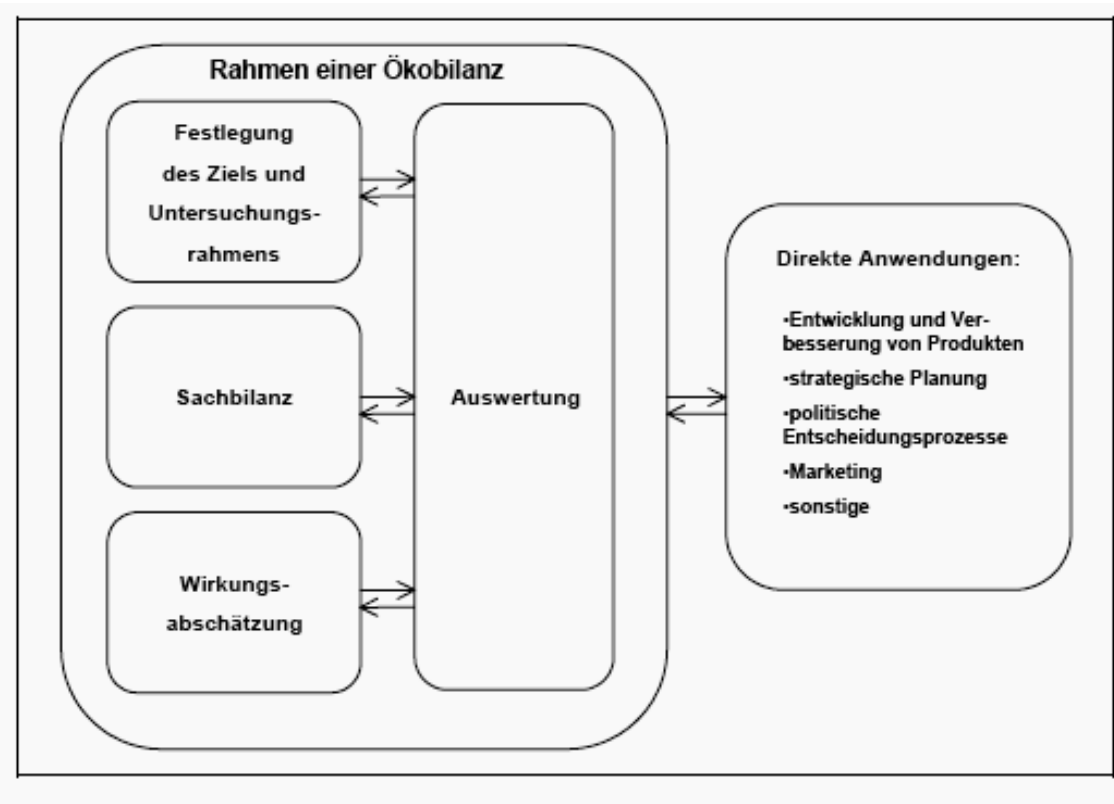


Abb. 10: Bestandteile einer Ökobilanz nach DIN 14040 (Umweltbundesamt 2005)

A.1.2. Stoffstromanalyse

Definition: Wertschöpfungsketten-übergreifende Darstellung von ganzen Bedürfnis- und Handlungsfeldern bzw. von ganzen Produkt- und Materialgruppen (Ökobilanz: Erfassung der Umweltauswirkungen von betrieblichen Vorgängen bezogen auf ein bestimmtes Endprodukt). Die Betrachtungsrichtung setzt bei der Nachfrage an und verfolgt die Stoffströme (Primärenergie und Rohstoffe) zurück bis zur Ressourcenentnahme. Es werden sowohl die Nachfrageseite (Absatzpotentiale) als auch die Bereitstellungsprozesse (Technologien der Wirtschaft) sowie Ressourcenfragen (Mengen, Begrenzungen) behandelt und Effekte im Ausland (Importe) wie auch regionale Besonderheiten können berücksichtigt werden (Wiegmann et al. 2005, Taylor 2000).

Bestandteile: Zielfestlegung, Untersuchungsrahmen, Sachbilanz, Wirkungsbilanz, Auswertung. (keine Norm) (Wiegmann et al. 2005)

Ziel: Erfassung von Einsparpotentialen, Erkennen der Wirksamkeit von Prozessmodifikationen, einfache Erweiterung des Datensatzes um zusätzliche Kriterien (Taylor 2000).

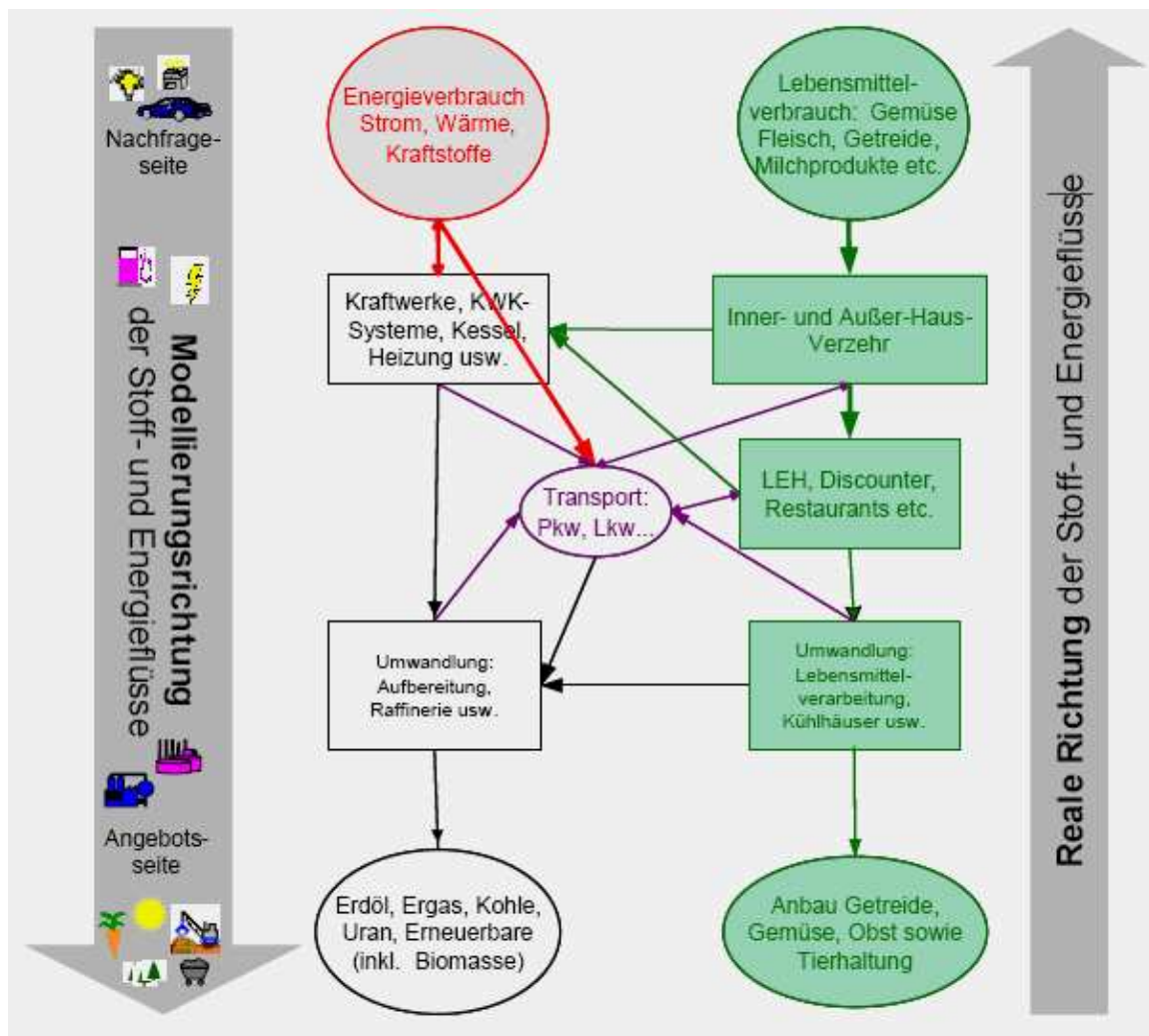


Abb. 11: Prinzip der Stoffstromanalyse im Bedürfnisfeld "Ernährung" (Wiegmann et al. 2005 S. 13)

A.2. Beschreibung der meistverwendeten Studien

Die Studienbeschreibung dient dem Zweck, die in dieser Bachelorarbeit hauptsächlich verwendeten Arbeiten hinsichtlich ihrem Aufbau und der angewandten Methode zu differenzieren und aufgrund der hier gegebenen Angaben die Unterschiede zwischen den Studien bezüglich Daten und Ergebnissen nachvollziehbar zu machen.

A.2.1. Wiegmann K., Eberle U., Fritsche U.R., Hünecke K. (2005): Diskussionspapier Nr. 7: Umweltauswirkungen von Ernährung – Stoffstromanalysen und Szenarien. Öko-Institut Freiburg/ BMBF-Forschungsprojekt „Ernährungswende“, Darmstadt/ Hamburg

Ziel: Strategien für nachhaltige Ernährung entwickeln, quantitative Erfassung des Ist-Zustandes und der Entwicklungsperspektiven im Bedürfnisfeld Ernährung (S. 1)

Methode: Stoffstromanalyse und „Wenn-dann-Szenarien

Betrachtete Systeme: Analyse der Umweltauswirkungen von Ernährung in Deutschland aus Konsumentenperspektive im Kontext ihres Alltags, im Marktkontext, im zivilgesellschaftlichen Kontext

Untersuchungsrahmen:

Funktionelle Einheit: jährlicher Lebensmittel(LM)-Verbrauch eines Haushalts (zu Hause und außer Haus) und alle damit verbundenen Aufwendungen (Einkaufsfahrten, Zubereitung, Lagerung etc.) in Deutschland

Systemgrenzen: Landwirtschaftliche Produktion, industrielle Weiterverarbeitung, Handel mit Lagerung und Transporten; Einkaufsfahrten bzw. Personentransport zum Außer-Haus-Verzehr, Lagerung, Zubereitung, Verzehr (Licht und Raumwärme für die Essplätze) und Abwasch; Nicht betrachtet: Abfallentsorgung, Abwasserbehandlung, Eigenproduktion von Obst und Gemüse

Zeitlicher und räumlicher Betrachtungshorizont: Basisjahr der Untersuchung ist das Jahr 2000, Zieljahr der Szenariomodellierung ist das Jahr 2030; inländische und ausländische Produktion (länderspezifische Daten für Energieträgerimporte und Vorketten national verarbeiteter Energieträger, Annahme von deutschen Produktionsbedingungen für importierte LM, Transporte im Ausland erfasst)

Wirkungskategorien: Treibhauspotential (Indikator: CO₂-Äquivalente), Versauerungspotenzial (Indikator: SO₂-Äquivalente), Flächenverbrauch, kumulierter Energieverbrauch (KEV) bei Verpackung; verbal-argumentativ fließen Umweltauswirkungen wie Biodiversität, Emissionen toxischer Stoffe, Eutrophierung von Böden und Gewässern in die Diskussion mit ein

Datenqualität:

Produktions- und Verbrauchsdaten aus Literatur und Statistik (Kap.3); weitestgehend keine Daten älter als 10 Jahre; Stoffstromdatenbank GEMIS Version 4.2. (www.gemis.de) zur Berechnung; Szenario-Tool EW-SZEN; 2000er Preise für LM und Investitions- und Betriebskosten für Haushaltsgeräte; mittlere Datenqualität für Prozesse im Pflanzenbau in

GEMIS; Daten zur Flächeninanspruchnahme veraltet; Daten zur Tierhaltung mittlere bis hohe Qualität; Verarbeitung: nur wenig öffentlich zugängliche Datenquellen und nur wenige Studien aus In- und Ausland über langen Zeitraum gestreut; Milchverarbeitung: wenige und undetaillierte Daten; Zubereitung: Größenordnungen erkennbar, keine detaillierten Daten vorhanden

Annahmen und Einschränkungen:

Szenarien: keine Kostenfortschreibung mit der Zeit, Szenarienbeschreibung vgl. Kap.3 S.18-24; allgemeine Daten als Grundannahme: Anhang (A) S. 29 - 47

Flächenbedarf: nur für die in die Analyse eingehenden Lebensmittel (nicht für bspw. Tee, Wein, Kaffee; Flächenbedarf für die nicht berücksichtigten LM liegt deutlich unter 10% des Gesamtflächenbedarfs)

Pflanzenbau: beinhaltet Saatgutherstellung, Treib- und Schmierstoffe für die Landmaschinen, Düngemittel und Pflanzenschutz, Beheizung von Gewächshäusern, Trocknung von Erntegut (S.6f A)

Tierhaltung: beinhaltet Futtermittel, Heizung, Lüftung und Licht in den Ställen, Energie für das Bewegen von Futtermitteln und Abtransport für Mist und Gülle, Aufwand für die Nachzucht (S.8 A)

Verarbeitung: Einsatz von Zusatzstoffen, Entsorgung von Abfall und Abwasser nicht erfasst, handwerkliche Verarbeitung nicht gesondert betrachtet, eigene Verstromung der Energieträger nicht berücksichtigt (S.10 A)

Kartoffelverarbeitung: geschälte Frischkartoffeln für Großküchen und diverse Kartoffelsnacks wie Chips nicht einbezogen (S.13 A)

Gemüse- und Obstverarbeitung: Behandlung von Frischgemüse für den Einzelhandel vernachlässigt, nur Tiefkühlkost und Konserven betrachtet (S.15, 17 A)

Milchprodukte: leichte Überschätzung der Treibhausgas-Emissionen, da Nebenprodukte wie Magermilch oder Molke in der Analyse nicht berücksichtigt werden (S.30); Die stoffliche Verflechtung und der Produktionsschwerpunkt unterscheiden sie bei allen Molkereien, wodurch sich ein unterschiedliches Energieverbrauchsmuster ergibt.; Überschätzung der nötigen Milchmenge wenn Koppelprodukte in den stofflichen Nutzungsgraden berücksichtigt

Herstellung von Nudeln und Teigwaren: nur Daten für getrocknete Pasta

Lebensmittelhandel: beinhaltet Kühlenergie, Heizung, Lüftung und Licht; Logistikkette zwischen einzelnen Handelstufen nicht betrachtet, Bezugspunkt Einzelhandel; grobe Annahmen zum Transport

A.2.2. Faist M.C.J.R. (2000):

Ressourceneffizienz in der Aktivität Ernähren – Akteurbezogene Stoffflussanalyse. Dissertation, Fachbereich Umweltwissenschaften, Eidgenössische Technische Hochschule Zürich

Ziel: Beurteilung der ökologischen und ökonomischen Wirkungen unterschiedlicher Maßnahmen (S.5), Entwicklung von Handlungsempfehlungen

Methode: akteurbezogene Stoffflussanalyse (SFA) und Szenarien

Betrachtete Systeme: Analyse der gegenwärtigen Situation des Bedürfnisfelds Ernährung, Analyse des ökonomisch motivierten Akteurverhaltens (S.14)

Untersuchungsrahmen:

Ausgangspunkt der Analyse: Verkaufszahlen von Nahrungsmitteln der regionalen Migros-Genossenschaft Aargau/ Solothurn (GMAS) von 1996 (Die Region versorgt 760000 Einwohner, Migros versorgt ca. 185000 Einwohner)

Funktionelle Einheit: Betrachtung und Vergleich von Jahresbilanzen für Güterumsätze (S.13), Ergänzung der Güterflüsse durch dazugehörige Marktpreise

Systemgrenzen: Dünger- und Pestizidherstellung, Landwirtschaft, Transport 1 (von der Landwirtschaft zur Verarbeitung), Verarbeitung, Großhandel/ Lagerung, Transport 2 (von der Verarbeitungsindustrie bis zum Großverteiler), Verpackungsherstellung, Verteilung, Transport 3 (Nahrungsmiteileinkäufe des Haushalts), Haushalt (Nahrungsmittelvorbereitung, -lagerung, (Tief)Kühlen, Kochen), Preise, Subventionen; Nicht betrachtet: Wochenmärkte, Direktvermarktung; Kosten und Umsätze der Transporte und Verpackungsherstellung und der ausländischen Landwirtschaft und Verarbeitung (S.15)

Zeitlicher und räumlicher Betrachtungshorizont: Basisjahr der Untersuchung ist das Jahr 1996; inländische und ausländische Produktion (Nation und Hinterland)

Wirkungskategorien: Ressourcenverbrauch (Primärenergie, Fläche), ökonomische Aspekte (Materialkosten, Umsatz der Produktkategorie bzw. Anteil an Konsumenten-ausgaben) (S.23)

Datenqualität:

Primärdaten für Verarbeitung, Verteilung und Verpackungsherstellung; Sekundärdaten für Dünger- und Pestizidherstellung, Landwirtschaft, Transporte, Haushalt; Datenlücken mit Annahmen geschlossen; Vielfalt der Prozesse vereinfacht (S.24f); sehr gute Datenlage für Güter- und Energieflüsse in der Dünger- und Pestizidherstellung, der Landwirtschaft, der Verpackungsherstellung und für die Geldflüsse; weniger aktuelle Daten für die Verarbeitung, die Transporte, die Verteilung und den Haushalt (S. 32); interne und externe Validität und Sensitivitätsanalyse vgl. Kapitel 3.3. und 4.4.; Modell vgl. Kapitel 4; Berücksichtigung von Transferkoeffizienten (S. A-1)

Annahmen und Einschränkungen:

Szenarien: Beschreibung und Annahmen vgl. Kapitel 5

Nahrungsmittelverbrauch: Annahme, dass die Nahrungsmittelaufteilung (S.29) der bei Migros verkauften Produkte dem durchschnittlichen Schweizer Verbrauch entspricht

Verpackung: Herstellung nur im Verbraucherland (S.13), Mehrweg-Transportverpackungen von Migros nicht berücksichtigt (außer Ersatz für ausscheidende Verpackungen) (S.44)

Landwirtschaft: Düngemittelherstellung und Landwirtschaft im Ausland entsprechen der konventionellen Schweizer Landwirtschaft (S.33); mehrjährige Produktionsprozesse (z.B. Milchproduktion) auf ein Jahr bezogen (S.26)

Produktkategorien: Fisch (1%), Zucker/ Süßspeisen (7%) und Rest (3%) werden vernachlässigt → Die untersuchten Nahrungsmittel entsprechen ca. 90% der konsumierten LM (S.30)

A.2.3. Taylor C. (2000):

Ökologische Bewertung von Ernährungsweisen anhand ausgewählter Indikatoren. Dissertation, Fachbereich Agrarwissenschaften, Ökotropologie und Umweltmanagement, Justus-Liebig-Universität Gießen

Ziel: Ökologische Bewertung von unterschiedlichen Ernährungsweisen anhand geeigneter Indikatoren

Methode: Stoffstromanalyse erweitert mit Elementen der bottom-up-Bilanzierung (z.B. Ökobilanz) und Elementen der top-down-Analyse (z.B. Makroanalyse)

Betrachtete Systeme: Analyse der gegenwärtigen Situation des Bedürfnisfelds Ernährung anhand von Güter-, Energie- und Geldflüssen

Untersuchungsrahmen:

Ausgangspunkt der Analyse: Verzehrdaten der Nationalen Verzehrsstudie (NVS) und der Giessener Vollwert-Ernährungs-Studie (VWS) pro Person und Jahr

Endpunkt der Bilanzierung: Vergleich der Umweltauswirkungen von unterschiedlichen Ernährungsweisen (S.48)

Systemgrenzen: Landwirtschaftliche Erzeugung, Verarbeitung, Transport, Verpackung, Haushaltsphase (Einkauf, Kühlagerung, Zubereitung) bezogen auf Deutschland (S.47) und ökologischen und konventionellen Anbau

Wirkungskategorien: Energieverbrauch (Indikator: Primärenergie), Treibhauspotential (Indikator: CO₂-Äquivalente), Versauerungspotential (Indikator: SO₂-Äquivalente), Umweltauswirkungen der landwirtschaftlichen Produktion (Indikator: Austrag von Stickstoff, Phosphor und Kalium)

Allokation: wurde möglichst vermieden und die Aufwendungen den Produkten voll zugerechnet, Einzelfallabwägung

Datenqualität:

Erstellung von Bilanzierungstabellen mit EXCEL auf Grundlage von GEMIS; Austräge von Stickstoff, Phosphor und Kalium: Grobabschätzung gesamt; Primärenergieträger: Endenergie/ Nutzungsgrad; NVS: offenes 7-tägiges Ernährungs-Wiegeprotokoll, Stichprobengröße n= 24632 in 11141 Haushalten von Oktober 1985 bis Januar 1989 in Westdeutschland; VWS: nicht repräsentativ, Teilnehmerinnen: gesunde Frauen zwischen 25-60J. , seit 5 Jahren Vollwert-Ernährung nach der Giessener Empfehlung (v. Koerber et al. 1999) in

Westdeutschland, geschlossenes 7-Tage-Ernährungs-Schätzprotokoll von November 1991 bis Februar 1992, n=243 (davon 132 Nicht-Vegetarierinnen NVEG und 111 Ovo-lacto-Vegetarierinnen OLV); nur Gegenüberstellung von Daten aus VWS und NVS von stoffwechselgesunden, nicht schwangeren Frauen zwischen 25-60 Jahren (repräsentiert nicht die durchschnittliche deutsche Bevölkerung); Angleichung der LM-Gruppen von VWS und NVS (vgl. S.24 – 46); Produktionsvariante: Daten aus Maßgaben des ökologischen Landbaus und der guten landwirtschaftlichen Praxis für den konventionellen Landbau; Verpackung: eigene Recherche und Literatur, Daten aus vorhandenen Studien soweit vorhanden, sonst eigene Bilanzierung (S.48); hohe Qualität der Daten zur Energiebereitstellung in Deutschland (S.49); hohe Datenqualität bei Düngemittelherstellung; Daten zur landwirtschaftlichen Erzeugung pflanzlicher LM aus nicht-deutscher Quelle LBL 1998; Daten zur Tierproduktion aus Abel (1996, 1997, 1998), eigener Recherche und Klausch (1999) (S.49); belastbare Rechenwerte für Betriebsmittel der landwirtschaftlichen Erzeugung (S.50); geringe bis hohe Datenqualität bei der Verarbeitung (S.50); Verpackung: grobe Angaben, Aufwendungen hier eher unterschätzt (S.51); Transport: umfangreiche statistische Analyse (S.51); Haushaltsphase: fehlende Verfügbarkeit von Primärdaten, Angaben von VDEW (1997) (S.51), Grobanalyse (S.164)

Annahmen und Einschränkungen:

Ernährungsweisen: Daten der NVS repräsentieren Ernährungsweise des deutschen Durchschnitts (Mischköstler MK), nicht-vegetarische Vollwert-Ernährung (NVEG), vegetarische Vollwert-Ernährung (OLV) (S.20)

Verzehnte und verbrauchte LM: Verbrauchsmengen aus Korrekturfaktoren und in den 7-Tage Protokollen erfassten Verzehrsmengen berechnet, Korrekturfaktor 1 KF1 zur Ermittlung von Mengenveränderungen durch Kochen, KF2 für restliche Verluste (Schäl-, Putzverluste, Verderb) (S.24)

Nicht betrachtet: Herstellung von Tiefkühlgemüse (alles als Frischgemüse bzw. Konservengemüse bilanziert S.28, 74)

Fleisch(waren), Wurst und Fisch: prozentuale Angaben der NVS auf VWS übertragen, Hackfleisch aus je 50% Schweine- und Rindfleisch, Innereien und sonstiges Fleisch zu je 1/3 Rind-, Kalb- und Schweinefleisch, Wild und Wildgeflügel zu Geflügel gerechnet; Verlustrate (Tod bei Aufzucht und Mast/ Nutzung) je Haltungsform eingerechnet, keine Verlustrate bei der Schlachtung erfasst (S.52); Geflügelschlachtung als Mittelwert aus Rind- und Schweineschlachtung bilanziert (S.66); Zuchtforelle als Referenzfisch für den Gesamtfischverzehr inklusive Meeresfrüchten, als Frischfisch bilanziert (S.67);

Pflanzliche Produkte: Verluste durch Ernterückstände berücksichtigt (S.52)

Suppen, Soßen, Dressings, Feinkostsalate und Fertigprodukte: nur in VWS, bei NVS zu anderen Gruppen zugeordnet (Zuordnung nicht ersichtlich) (S.40)

Transporte: Grobabschätzung der gesamten ernährungsrelevanten Transporte Deutschlands inklusive der ausländischen Transporte (S.47)

Verpackung: nur Herstellungsdaten ohne Transportaufwendungen (S.51); fehlende Daten für Vor- und Zwischenverpackungen (S.90)

Verarbeitung: Verluste im jeweiligen Verarbeitungsprozess miteinbezogen (S.52); nur Vollkornmehl zur Brot- und Backwarenherstellung bewertet (S.69); Mehl, Grieß, Graupen und Stärkemehl als Mehl bilanziert (S.72); Daten des Tomatenanbaus für Sauergemüse verwendet (S.74)

Landwirtschaftliche Erzeugung: bei Mangel an Daten zum konventionellen Anbau wurden für die Berechnung Daten der integrierten Produktion verwendet (S.54); beinhaltet Primärenergieeinsatz und Emissionen von Saatgut, Zugkrafteinsatz, Düngereinsatz und Pflanzenbehandlung (auf 1 kg Produkt bezogen); zur Bilanzierung der Obstproduktion wurde eine Auswahl der am häufigsten verzehrten Sorten vorgenommen (S.62), Orangenanbau für sämtlichen Verzehr von Südfrüchten eingesetzt (S.62); Sonnenblume als Referenzprodukt für den Gesamtverzehr von Nüssen und Samen (S.76); Anbau von Tee und Kaffee analog dem Orangenanbau berechnet (S.87)

A.3. Differenzierung der Teilbereiche des Systems Ernähren (Tab. 3 und 4)

Kramer et al. 1994

Landwirtschaft: Tier- und Pflanzenproduktion

Verarbeitung: Nahrungsmittelgewerbe, Handwerk

Handel: Verpackung, Gütertransporte, Gebäudeunterhaltung, Lagerhaltung

Verbraucher: Heizen Küche und Essräume, Kühlgeräte, Gastgewerbe, Lebensmitteleinkauf, Erhitzen, Spülen, Essenfahren

Taylor 2000

Verbrauchte Lebensmittel: Landwirtschaft und Verarbeitung von tierischen und pflanzlichen Erzeugnissen

Transport: LKW, Übersee-, Binnenschiff, Zug

Haushalt: Gefriergerät, Kühlschrank, Elektroherd, Lebensmitteleinkauf

Faist 2000

Landwirtschaftliche Prozesse: Dünger- und Pestizidherstellung, Anbau, Stall, Gewächshaus

Industrielle Prozesse: Nahrungsmittelverarbeitung und –lagerung, Verteilung, Verpackungsproduktion

Transporte: von der Landwirtschaft zum Abnehmer, zwischen Verarbeitung und Verteilung, zwischen Verteilung und Haushalt

Haushalt: (Tief)Kühlung, Kochen

Quack und Rüdener 2004

Lebensmittelbereitstellung: Landwirtschaft, Verarbeitung, Handel (ohne Verpackung)

Verpackung: für Lebensmittel und Küchengeräte

Haushalt: Gefriergerät, Kühlschrank, Herd, Geschirrspüler

Anhang B: Zu Kapitel 3

B.1: Ansatzpunkt 3.1. Produktionsweise: ökologisch oder konventionell?

Der ökologische Landbau (EG-Öko-Verordnung)

Methoden für die pflanzliche und tierische Erzeugung, die Kennzeichnung und Aufbereitung, die Kontrolle und der Handel mit ökologischen Produkten in der Europäischen Gemeinschaft und die Einfuhr von Erzeugnissen aus Drittländern wurden in der Verordnung (EWG) Nr. 2092/ 91, die 1992 in Kraft trat, und der Verordnung (EG) Nr.1804/ 1999 festgelegt. Im März 2000 kam ein eigenes Gemeinschaftselement zur Kennzeichnung ökologisch erzeugter Produkte heraus.



Der Codex Alimentarius definiert den Begriff „ökologischer Landbau“ als „umfassendes System landwirtschaftlicher Produktion (Pflanzen und Tiere), das einem innerbetrieblichen Kreislauf den Vorzug gibt vor dem Einsatz von externen Produktionsfaktoren. Dazu werden biologische und mechanische Anbaumethoden angewandt, während auf chemisch-synthetische Hilfsstoffe verzichtet wird“ (Le Guillou und Scharpé 2000).

Nach den Richtlinien des Codex Alimentarius soll der ökologische Landbau:

- „die biologische Vielfalt im gesamten System erhöhen;
 - die biologische Aktivität der Böden steigern;
 - die Bodenfruchtbarkeit langfristig erhalten;
 - pflanzliche und tierische Abfälle verwerten, um die dem Boden entnommenen Nährstoffe zu ersetzen und damit den Einsatz von nicht erneuerbaren Ressourcen so weit wie möglich zu reduzieren;
 - erneuerbare Ressourcen in lokal organisierten landwirtschaftlichen Systemen nutzen;
 - die nachhaltige Nutzung von Boden, Wasser und Luft fördern und jede Verunreinigung durch Pflanzenbau und Tierhaltung weitestmöglich reduzieren;
 - bei der Verarbeitung landwirtschaftlicher Produkte besondere Sorgfalt auf die Methoden der Aufbereitung legen, um die biologische Vollwertigkeit und die wesentlichen Qualitäten des Produkts in allen Stadien zu erhalten;
 - in bestehenden Betrieben eingeführt werden, wobei sich die Dauer der Umstellungsphase nach den besonderen Gegebenheiten vor Ort richtet, z.B. nach der vorherigen Nutzung der Böden und der angestrebten Form der Tierhaltung und des Pflanzenbaus.“
- (Le Guillou und Scharpé 2000)

Das staatliche Bio-Siegel

Seit September 2001 können Lebensmittel aus ökologischer Landwirtschaft mit dem staatlichen sechseckigen Bio-Siegel gekennzeichnet werden, wenn Erzeuger und Hersteller die Bestimmungen der EG-Öko-Verordnung einhalten und sich den vorgeschriebenen Kontrollen unterziehen. Einige ökologische Anbau-Verbände haben strengere Richtlinien z.B. demeter, Bioland, Naturland.



Die beiden Siegel werden verliehen, wenn folgende Kriterien erfüllt sind:

- Verbot der Bestrahlung von Öko-Lebensmitteln
- Obergrenze für enthaltene gentechnisch veränderter Organismen von 0,9%
- Verzicht auf Pflanzenschutz mit chemisch-synthetischen Mitteln
- Verzicht auf leicht lösliche, mineralische Dünger
- Abwechslungsreiche, weite Fruchtfolgen
- Flächegebundene, artgerechte Tierhaltung
- Fütterung mit ökologisch produzierten Futtermitteln ohne Zusatz von Antibiotika und Leistungsförderern
- min. 95% der Zutaten aus ökologischer Erzeugung
- Kontrollverfahren bei allen Erzeugungs- und Aufbereitungsvorgängen (alle Unternehmen, die für die landwirtschaftliche Erzeugung, die Verarbeitung, Verpackung und Kennzeichnung des Produktes zuständig sind)
- Verkauf in geschlossenen Verpackungen oder vorverpackt
- Etikettierung: Name/ Firma des Erzeugers, Aufbereiters oder Verkäufers, Code-nummer der Kontrollstelle

(Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung 2006; Le Guillou und Scharpé 2000)

Konventionelle Landwirtschaft/ Gute fachliche Praxis

Die gute fachliche Praxis beschreibt die von den Landwirten zu beachtenden Grundsätze der landwirtschaftlichen Flächenbewirtschaftung und ist im Düngemittel- und Pflanzenschutzrecht festgehalten.

Unterschiede zum ökologischen Landbau ergeben sich vor allem durch

- die Maximierung der Erträge
- den Einsatz von chemisch-synthetischen Pestiziden
- die Verwendung von Kunstdünger
- weniger vielseitige Fruchtfolgen
- kaum schonende Bodenbearbeitung und keine langfristige Bodenpflege
- oft keine artgerechte Tierhaltung

(Maurer 2002)

Durch die Bekanntmachung vom 9. Februar 2005 im Bundesanzeiger Nr. 58a wurde die Bekanntmachung vom 21. November 1998 (Bundesanzeiger Nr. 220a) ersetzt und der Pflanzenschutz durch Elemente der integrierten Produktion erweitert. Folgende Grundsätze zur Durchführung der guten fachlichen Praxis gelten seit 2005 im Pflanzenschutz:

- Alle Pflanzenschutzmaßnahmen standort-, kultur- und situationsbezogen durchführen und die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln auf das notwendige Maß beschränken.
- Bewährte kulturtechnische und andere nichtchemische Maßnahmen zur Schadensminderung vorrangig nutzen, sofern sie praktikabel sind.

- Den Befall durch Schadorganismen durch geeignete Maßnahmen so reduzieren, dass kein wirtschaftlicher Schaden entsteht. Dabei ist in der Regel keine vollständige Vernichtung der Schadorganismen anzustreben. In Einzelfällen kann aus anderen Gründen eine regionale oder punktuelle Eliminierung angezeigt sein.
- Die vielfältigen Angebote der amtlichen und sonstigen Beratung sowie weitere Entscheidungshilfen nutzen. Durch Weiterbildung sichern, dass die durchgeführten Pflanzenschutzmaßnahmen dem allgemeinen Stand des Wissens entsprechen.

(BMELV 2005)

In den verwendeten Studien wird von der alten Verordnung (Bundesanzeiger Nr. 220a) ausgegangen.

Integrierter Landbau

Nur die Schweiz besitzt verbindliche Richtlinien für die integrierte Produktion (IP). Die OILB (International Organisation for Biological and Integrated Control of Noxious Animals and Plants) hat eine Definition und technische Richtlinien für den integrierten Anbau entwickelt.

Danach wird (in verkürzter Form) integrierter Anbau definiert als ein landwirtschaftliches System zur Erzeugung von Lebensmitteln und anderen hochwertigen Produkten, das umweltschädigende Wirkungen durch natürliche Ressourcen und Regulierungsmechanismen ausgleicht und langfristig eine lebensfähige Landwirtschaft gewährleistet.

Ein zurückhaltender Umgang mit chemischen Dünge- und Pflanzenschutzmitteln mit eingeschränktem Spritzmittelsortiment ist charakteristisch. Die Düngung erfolgt nach Bedarfsermittlung durch Bodenuntersuchungen (Le Guillou und Scharpé 2000, Jungbluth 2000).

Übersichtstabellen zum Vergleich der Umweltauswirkungen ökologischer und konventioneller Landwirtschaft

Tab. 10: Vergleich des Primärenergieeinsatzes (MJ) und der Emissionen bei ökologischer bzw. konventioneller Futtermittelproduktion und der Produktion tierischer Erzeugnisse (bezogen auf 1 kg Endprodukt; Taylor 2000 S. 65, 67f, 78f, Fritsche et al. 2007 S. 5)

Produkt	Primärenergieeinsatz (MJ)		CO ₂ -Äquivalente (g)				SO ₂ -Äquivalente (g)	
	Taylor 2000		Taylor 2000		Fritsche et al. 2007		Taylor 2000	
	Konv.	Ökol.	Konv.	Ökol.	Konv.	Ökol.	Konv.	Ökol.
Futtermittel								
Weide	1,21	0,75	109,14	52,75			0,58	0,41
Heu	1,16	0,69	105,63	48,35			0,55	0,37
Grassilage	0,79	0,23	79,62	16,51			0,35	0,13
Silomais	1,18		103,00				0,60	
Corn Cob Mix	0,75		81,87				0,40	
Triticale		1,25		87,65				0,68
Klee gras		1,00		69,93				0,54
Fleisch, Fisch								
Rind	56,35	25,50	10.693,58	10.161,01	13.303	11.371	92,13	113,73
Kalb	51,41	18,69	4.543,37	1.326,35			35,43	20,86
Schwein	31,66	17,56	3.124,13	1.513,42	3.247	3.038	47,80	45,48
Mastgeflügel	30,02		2.921,50		3.491	3.033	25,82	
Fisch	15,60		1.252,70				3,04	
Wurst								
Brühwurst	51,43	25,01	9.191,31	5.438,63			65,36	51,66
Kochwurst	47,26	22,32	6.975,79	1.823,13			64,02	46,40
Rohwurst	140,07	116,04	14.187,18	12.047,58			77,91	74,67
Schinken	82,27	68,14	6.425,55	4.812,63			52,99	51,09
Milchprodukte, Ei								
Ei	24,98	16,73	2.472,39	1.627,47	1.928	1.539	20,63	20,18
Milch	2,39	1,17	553,54	492,03	938	881	3,41	3,36
Joghurt	3,82	1,87	885,66	787,24	1.228	1.156	5,46	5,38
Sahne	11,94	5,85	2.767,68	2.460,14	7.622	7.098	17,06	16,80
Käse	28,66	14,03	6.642,43	5.904,33	8.502	7.943	40,96	40,33
Quark	7,17	3,51	1.660,61	1.476,08	1.925	1.801	10,24	10,08
Butter	19,11	9,35	4.428,29	3.936,22	23.781	22.085	27,30	26,89

Taylor 2000: Werte für Futtermittel, Fleisch und Fisch: nur Produktion; Milchprodukte und Wurst inkl. Verarbeitung; Fritsche et al. 2007: inkl. Verarbeitung, Kühlung und Transport bis zum Handel

Tab.16: Vergleich des Primärenergieeinsatzes (MJ) und der Emissionen (g) bei ökologischer bzw. konventioneller Produktion von pflanzlichen Lebensmitteln (bezogen auf 1 kg Ertrag; Taylor 2000 S. 58 - 64)

Produkt	Primärenergieeinsatz (MJ)		CO ₂ -Äquivalente (g)		SO ₂ -Äquivalente (g)	
	Konv.	Ökol.	Konv.	Ökol.	Konv.	Ökol.
Getreideprodukte						
Weizen	2,02	1,39	230,67	101,45	1,04	0,74
Roggen	1,77	1,38	184,27	100,56	0,92	0,75
Gerste	1,77	1,25	193,06	87,01	0,92	0,68
Hafer	1,98	1,25	203,62	87,65	1,00	0,68
Mais	1,20	0,87	131,83	60,87	0,62	0,47
Reis	3,57		4136,43		1,84	
Leguminosen						
Bohnen	1,26	2,27	83,08	184,54	0,66	1,33
Erbsen	1,18	1,06	77,17	77,86	0,59	0,57
Soja	1,77	1,72	112,14	119,36	0,91	0,93
Gemüse						
Karotten*	0,78	0,50	69,55	34,99	0,39	0,27
Rote Beete*	0,42	0,37	29,79	25,86	0,22	0,19
Spargel*	5,93	4,07	427,29	295,29	3,03	2,19
Zwiebel*	1,18	1,53	86,34	107,16	0,57	0,82
Lauch	2,49	1,98	189,46	182,57	1,26	1,19
Kopfsalat	2,03	1,62	168,46	113,46	1,04	0,88
Kartoffeln	0,64	0,68	54,40	43,01	0,31	0,33
Zuckerrüben	0,27		24,38		0,14	
Spinat	1,36	1,62	108,95	113,46	0,40	0,88
Sellerie*	1,15	0,97	82,61	67,92	0,56	0,52
Kohlgemüse*						
Blumenkohl	2,06	1,57	176,86	133,79	1,08	0,92
Broccoli	1,40	2,54	119,19	220,26	0,81	1,51
Weißkohl	0,59	0,50	44,23	35,52	0,31	0,27
Rotkohl	0,68	0,69	51,03	48,48	0,36	0,37
Obst						
Äpfel	0,75	0,91	56,89	63,38	0,37	0,48
Orangen	2,63		183,27		1,44	
Kirschen*	2,78	1,23	205,46	92,40	1,44	0,62
Weintrauben*	2,42	2,36	178,79	164,31	1,16	1,27
Erdbeeren*	1,58	1,67	114,76	112,96	0,77	0,86
Ölsaaten						
Sonnenblum.	3,80		335,00		1,82	
Raps	3,86	2,35	419,38	164,01	1,88	1,27

* Die Werte für den konventionellen Anbau beruhen auf Daten aus der integrierten Produktion.

B.2: Ansatzpunkt 3.2. Verarbeitungsgrad

Tab. 17: Primärenergieeinsatz (MJ) und Emissionen (g) verschiedener Verpackungsmaterialien (bezogen auf 1 kg Packstoff; Taylor 2000 S. 92f)

Verpackungsart	Primärenergieeinsatz (MJ)	CO ₂ -Äquivalente (g)	SO ₂ -Äquivalente (g)
(beschichtetes/r) Papier, Karton			
Kraftpapier, gebleicht (Tüten)	58,80	1143,03	7,66
Recyclingpapier ohne Deinking (Tüten)	14,55	794,11	1,60
Recyclingpapier mit Deinking (Tüten)	25,45	560,27	4,89
Kraftpapier/ Aluminium	102,02	3955,24	28,57
Kraftpapier/ PE	54,26	1551,32	9,57
Zellstoffkarton	58,02	981,54	8,37
Liquid Packaging Board (LPB)/ PE mit Kartonverbindung	46,71	1528,03	8,74
LPB/ PE/ Aluminium mit Kartonverbindung	56,70	1951,12	11,47
Kunststoffverpackungen			
PP-Folie	40,82	2419,17	19,18
PE-Folie	46,74	2844,40	15,84
PE-Schlauchfolie	43,35	2623,12	15,66
PS-Becher	55,24	3814,24	20,94
PP-Becher	47,50	2854,80	19,55
PE-Becher	53,30	3271,69	16,27
PS-Schaumstoff	106,80	9150,15	64,48
PET-Flasche	74,74	4750,98	43,54
Metallverpackungen			
Weißblechdosen ½ l, 1l	39,93	3605,01	10,35
Aluminiumdosen	44,64	2033,93	15,13
Aluminiumfolie	193,20	86121,17	69,08
Glasverpackungen			
Glas, weiß	12,73	765,03	4,44
Glas, braun	12,92	780,53	3,60
Glas, grün	11,17	595,88	2,92

B.3: Ansatzpunkt 3.5. Haushaltsgeräte

Kühl- und Gefriergeräte

Energieeffizienzklasse

"A++"-Geräte sind am sparsamsten und verbrauchen weniger als 30 % des europäischen Durchschnitts. "A+"-Geräte benötigen weniger als 42%, "A"-Geräte weniger als 55% des europäischen Durchschnitts. "B"-Geräte verbrauchen 55 bis 75%, "C"-Geräte 75 bis 90% und "D"-Geräte 90 - 100% (Niedrig-Energie-Institut).

Klimaklasse

Tab. 18: Klimaklassen von Kühl- und Gefriergeräten (Michael 2006)

Klimaklasse	Geeignete Umgebungstemperatur		
SN (subnormal)	10 – 23 °C	N (normal)	16 – 32 °C
ST (subtropisch)	18 – 38 °C	T (tropisch)	18 – 43 °C

Bei für die Klimaklasse zu hohen Umgebungstemperaturen steigt der Stromverbrauch stark an oder die gewünschte Innentemperatur wird nicht erreicht und das Gerät ist überlastet (Michael 2006).

Bauart und Temperaturniveaus

Tab. 19: Bauart und Temperaturniveaus von Kühl- und Gefriergeräten (Niedrig-Energie-Institut)

Bezeichnung	Temperatur	Funktion
Kühlfach	+5°C	Hält Milchprodukte, Wurst, Käse einige Tage frisch
Kellerfach	+8 – 14 °C	Lagerung von Obst und Gemüse, Getränkekühlung
Kaltlager-/ Frischefach	0 °C	Vorübergehende Lagerung von Fleisch, Wurst, Pilzen, Waldfrüchten
Eisfach (ohne *)	0 °C	Nicht zum Lagern oder Einfrieren von TK-Kost
* - Fach	- 6 °C	Kurzfristige Lagerung (wenige Tage) gefrorener TK-Kost
** - Fach	- 12 °C	s. * - Fach
*** - Fach	- 18 °C	Längere Lagerung von Gefriergut
*/ *** - Fach	- 18 °C	s. *** - Fach, Einfrieren von Frischware

Nur */ ***-Fächer können frische Ware schnell genug abkühlen ohne dass schon gefrorenes Lagergut zwischenzeitlich antaut und schlecht wird. Sie haben eine höhere Gefrierleistung als ***-Fächer. Geräte mit */ ***-Fach sind meist sparsamer als Geräte mit **- oder ***-Fach (Michael 2006) Die Gefrierleistung gibt an, wie viel Kilogramm raumwarmer Lebensmittel in dem Gerät pro Tag einfrierbar sind (Niedrig-Energie-Institut).

Bauform

Tab. 20: Bauformen von Kühl- und Gefriergeräten (Niedrig-Energie-Institut)

Bauform	Anwendungsgebiet
Kühlschrank ohne Sternefach	Kein Lagerbedarf für Gefriergut, separates Gefriergerät
Kühlschrank mit Kellerfach	Lagerung größerer Mengen Gemüse, Obst, kühle Getränke
Kühlschrank mit Frischfach	Bevorratung nicht gefrorener Frischware über mehrere Tage
Kühlschrank mit *, **, ***-Fach	Nicht zu empfehlen
Kühl-Gefrier-Kombination	Für Haushalte mit mittelgroßem Kühl- und Gefrierbedarf, Alternative zu separaten Kühl- und Gefriergeräten
Mehrzonengeräte	Nicht zu empfehlen
Gefrierschränke	Großer Gefrierbedarf, verbrauchen etwas mehr Strom als gleichgroße Gefriertruhen
Gefriertruhe	Großer Gefrierbedarf, Stellplatz vorhanden

Kühlschränke mit *, **- und ***-Fächern sind nicht zu empfehlen, da sie trotz geringerer Kälteleistung meist mehr Strom verbrauchen als Geräte mit */ ***-Fach und zudem nicht zum Einfrieren von Frischware geeignet sind. Mehrzonengeräte haben ein Kühl-, Keller- und Frischfach und ein */ ***-Fach. Durch den hohen technischen Aufwand mehrere Temperaturen im Gerät bereitzustellen, ist der Stromverbrauch höher.

Größe und Volumen

Das benötigte Nutzvolumen (nutzbarer Teil des Innenvolumens in Litern) ist vorab festzustellen. Ein 200 l-Kühlschrank, der nur zu einem Drittel gefüllt ist, verbraucht unnötig viel Strom, genauso wie ein leeres */ ***-Fach. In einem Singlehaushalt reicht normalerweise ein Kühlschrank mit 100 – 140 l Nutzinhalt, bei Familien rechnet man mit 50 l pro Person (IEE 2007). Bei Veränderung der Einkaufsgewohnheiten reichen eventuell kleinere Geräte zur Lagerung aus.

Sonderfunktionen

Ob Sonderfunktionen benötigt werden, sollte vor Kauf eines Neugerätes abgeklärt werden. Es gibt zum Beispiel No-Frost-Geräte, die die Eisbildung durch permanenten Umluftstrom im Geräteinneren, wodurch ein zusätzlicher Stromverbrauch für den Ventilator von 10 – 30% entsteht. Dafür entfällt der Stromverbrauch der Wiederabkühlung nach manueller Enteisung. Low-Frost- oder Stop-Frost-Geräte verringern ohne zusätzlichen Stromverbrauch das Einsaugen von Außenluft bzw. das Herausdrücken von Innenluft während eines Temperaturwechsels. Ein gewisser Feuchte-Eintrag beim Türöffnen ist aber nicht zu verhindern (Michael 2006).

Aufstellort

Das Gerät sollte möglichst kühl, nicht neben Herd, Spülmaschine, Heizung oder an Orten mit direkter Sonneneinstrahlung (Michael 2006) aufgestellt werden. Es muss genügend Luft an die wärmetauschenden Flächen gelangen, weshalb die Lüftungsöffnungen frei zu halten sind und die Gitter auf der Rückseite regelmäßig zu entstauben. Die Absenkung der Raumtemperatur um 1 °C spart ungefähr 3% Strom bei Gefriergeräten und etwa 6% bei Kühlgeräten (IEE 2007).

Energiesparende Handhabung

Die Türe möglichst selten öffnen und nicht unnötig offen stehen lassen. Beim zügigen Be- und Entladen ist es sinnvoller die Türe einmal etwas länger als mehrmals kurz hintereinander zu öffnen (Michael 2006). Speisen sollten erst nach dem Abkühlen ins Gerät gestellt werden, Gefrorenes kann im Kühlschrank aufgetaut werden. Es ist auf vollkommen intakte Türdichtungen zu achten und bei einer Eisschicht ist das Gerät abzutauen (IEE 2007).

Fachgerechte Entsorgung von Altgeräten

Die Kältekreisläufe und Dämmstoffe älterer Kühl- und Gefriergeräte enthalten meist stark klimaschädliche Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKW) oder Fluorkohlenwasserstoffe (FKW). Altgeräte sollten deshalb nicht im Sperrmüll sondern ohne vorherige Beschädigung des Kältekreislaufs und des rückseitigen Gitters fachgerecht entsorgt werden. Stellen zur Entsorgung der Altgeräte sind bei der Stadtverwaltung und Entsorgungsunternehmen zu erfragen. Neugeräte sollten FCKW- und FKW-freier Neugeräte sein (Niedrig-Energie-Institut).

Geschirrspülmaschine

Ein Warmwasseranschluss ist nur dann empfehlenswert, wenn das Wasser regenerativ oder besonders rationell bereitgestellt wird, z.B. aus der Solaranlage, Fernwärme, aus Kraft-Wärme-Kopplung oder aus einer modernen Gasheizung. Die Zuleitungen sollten kurz und gut isoliert sein und das heiße Wasser nicht über 60 °C warm. Es sollte nicht mehr als 1 Liter kaltes Wasser aus dem Hahn fließen, bevor warmes Wasser kommt. Die Eignung des Gerätes für Warmwasseranschluss ist vorab zu erfragen. Wird das Wasser elektrisch oder in einer älteren Zentralheizung erzeugt ist ein Kaltwasseranschluss vorzuziehen (Michael 2006).

Anhang C: Zu Kapitel 4

Die ernährungsphysiologischen Vorteile eines klimaoptimierten Ernährungsstils

1) Reduktion bzw. Verzicht auf tierische Lebensmittel zugunsten pflanzlicher Lebensmittel

Durch die Reduktion tierischer Nahrungsmittel zugunsten pflanzlicher Nahrungsmittel nimmt der Fettanteil (v.a. gesättigte Fettsäuren, Cholesterol) der Nahrung und somit deren Energiedichte ab, bei gleichzeitiger Zunahme der Nährstoffdichte. Die Verringerung von Übergewicht, verbessert das Entstehungsrisiko von Diabetes mellitus Typ 2, Dislipidämien, Wirbelsäulen- und Gelenkbeschwerden und bestimmten Krebsformen (z.B. Magenkrebs). Die geringere Kalorienaufnahme wird zudem begünstigt durch die in pflanzlicher Nahrung enthaltenen Ballaststoffe und komplexen Kohlenhydrate, die das Nahrungsvolumen erhöhen und ein schnelleres Sättigungsgefühl hervorrufen. Sie verbessern zudem die Verdauung, wodurch Hämorrhoiden, Darmdivertikeln und bestimmten Krebsformen (z.B. Magenkrebs) protektiv entgegen gewirkt wird. Der langsamere Anstieg des Blutzuckerspiegels ist zur Prävention und Therapie von Diabetes mellitus Typ 2 hilfreich. Pflanzliche Nahrungsmittel, vor allem Obst und Gemüse, beinhalten mehr wertgebende Substanzen wie Vitamine, Mineralstoffe oder sekundäre Pflanzenstoffe. Diese wirken protektiv gegen Krebs, stärken das Immunsystem und vermindern die Schädigung und Alterung von Körperzellen. Nährstoffsupplemente sind bei Gesunden nicht mehr erforderlich. Durch die Reduktion der tierischen Produkte sinkt das Risiko für Hyperurikämie, Hypertonie (und damit z.B. Herzinfarkt), Dislipidämien und Arteriosklerose.

2) Verwendung energieeffizienter Haushaltsgeräte und deren effiziente Nutzung

Die Geräte mit der besten am Markt verfügbaren Technologie erlauben eine schonende Zubereitung unter Erhalt der wertgebenden Inhaltsstoffe der Lebensmittel. Die Lagerung von Lebensmitteln und die Verwendung von Küchenutensilien sind hygienisch.

3) Saisonale Ernährung ohne Waren aus beheizten Produktionssystemen

Saisonale Ernährung ist abwechslungsreich und beugt so Mangel- oder Fehlernährung vor. Zudem weisen Freilandprodukte geringere Nitratrückstände auf als Treibhausprodukte, da der Stickstoffeinbau in die Pflanzen durch Sonnenlicht gefördert wird (v. Koerber et al. 2007).

4) Konsum von Nahrungsmitteln aus ökologischem Anbau

Biologisch produzierte Nahrungsmittel weisen laut einer Metaanalyse von Kerbage et al. (2006) einen geringeren Gehalt an Pestiziden, Nitraten und Tierarzneien auf und enthalten mehr Vitamine und sekundäre Pflanzenstoffe. Bio-Milch und –Fleisch weisen eine günstigere Fettsäurezusammensetzung auf (mehr Omega-3-Fettsäuren und Linolsäure) als konventionelle Milch/ Fleisch und beugen somit Herzkreislauferkrankungen vor. Geringere Schadstoffausträge (Pflanzenschutzmittel, Nitrat, Phosphat) in die Umwelt tragen zum Trinkwasserschutz bei.

5) Regionale Ernährung und Verzicht auf Flugware

Regionale Produkte können vollständig ausreifen und enthalten dadurch mehr wertgebende Inhaltsstoffe. Durch die Verringerung der Transporte werden weniger gesundheitsschädliche Emissionen, z.B. Feinstaub, freigesetzt.

6) Konstanthalten bzw. Verminderung des Außer-Haus-Verzehrs

Die eigene Zubereitung der Nahrung ermöglicht die Kontrolle über die Zusammensetzung der Mahlzeit, die außer Haus nicht gegeben ist. Der Fettanteil ist meist geringer und es lassen sich qualitativ hochwertige Nahrungsmittel verwenden. Dies verbessert die Versorgung mit Vitaminen, Mineralstoffen und Spurenelementen und senkt das Risiko für Erkrankungen, die auf unhygienische Lagerung oder Zubereitungsweise oder ernährungsphysiologisch nicht empfehlenswerte Mahlzeitenzusammensetzung zurückzuführen sind (z.B. Übergewicht, Lebensmittelvergiftung, Arteriosklerose usw.).

7) Bevorzugung frischer und gering verarbeiteter Nahrungsmittel und Vermeidung von Tiefkühlkost

Frische, kurz gelagerte Lebensmittel enthalten mehr essentielle und gesundheitsfördernde Inhaltsstoffe und weisen bessere sensorische Qualitäten auf. Zusatzstoffe jeglicher Art werden gemieden und die Zusammensetzung der Mahlzeit eigenständig kontrolliert (im Vergleich zu Fertiggerichten). Gesundheitsschädliche Beeinträchtigungen durch Blei in Konservendosen oder Weichmachern in den Gummideckeln von Einweggläsern sind ausgeschlossen. Bei Getränken sind Wasser, ungesüßte Tees und Saftschorlen (1:4) kalorienfreie oder –arme Varianten, die den Magen füllen und den Stoffwechsel anregen. Alkohol ist zu meiden, da er viel Energie enthält und somit Übergewicht und damit verbundene Krankheiten und die Entstehung von Magen-Darm-Erkrankungen, bestimmten Krebsformen und Gicht fördert.

8) Vermeidung von Müll

Durch die Deponierung oder Verbrennung von Müll gelangen gesundheitsschädliche Stoffe wie zum Beispiel Blei, Feinstaub, Quecksilber oder Dioxine in die Umwelt und belasten Mensch und Natur.

9) Einkauf zu Fuß, mit dem Fahrrad oder mit dem ÖPNV

Die Bewegung beim Einkaufen zu Fuß oder mit dem Fahrrad hilft, Übergewicht zu vermeiden, kurbelt den Stoffwechsel an und senkt das Risiko von Krankheiten, die durch Fehlernährung in Kombination mit Bewegungsmangel entstehen (Adipositas, Dislipidämien, Osteoporose, Hyperurikämie, Arteriosklerose usw.).

10) Reduktion der konsumierten Menge auf die empfohlene Menge

Die Anpassung der verzehrten Lebensmittelmenge an die empfohlene Menge wirkt Übergewicht entgegen. Übergewicht ist, wie unter 1) bereits erwähnt ein Risikofaktor für Diabetes mellitus Typ 2, Fettstoffwechselstörungen, Bluthochdruck und Herzinfarkt, Wirbelsäulen- und Gelenkbeschwerden und bestimmte Krebsformen.

Glossar

Allokation: Zuteilung von Emissions- und Energiebeiträgen zur ursprünglichen Quelle

Anthropogen (vom griechischen anthropos = Mensch und von genese = Erzeugung/ Erschaffung): vom Menschen gemacht/ verursacht

Anthropogener Treibhauseffekt: Bezeichnet die Erhöhung des „natürlichen“ Treibhauseffektes aufgrund menschlichen Einflusses wie z.B. durch Verbrennung fossiler Energieträger.

Benchmarking: Methode, um Optimierungsmöglichkeiten von Firmen durch Vergleich ähnlicher Bereiche zu erfassen

Eco-indicator: Methode zur Bewertung aller durch Schadstoffemissionen verursachten potentiellen Schäden an Ressourcen, Ökosystem und Mensch

Euro-Label: Seit den 1990ern zur Kennzeichnung von Haushaltsgroßgeräten eingeführtes Label. Sieben Geräteklassen von A (besonders sparsam) bis G (besonders verschwenderisch) werden unterschieden, wobei der Energieverbrauch immer eine von mehreren Bewertungsgrundlagen ist.

Eutrophierung: wird verursacht durch die Zufuhr von Nährstoffen, insbesondere durch Phosphor- und Stickstoffverbindungen, welche einen Anstieg der Nettoproduktion pflanzlicher Biomasse in Gewässern verursachen.

Fossile Brennstoffe: Fossile Energieträger, die ihre gespeicherte Energie durch chemische Verbrennung mit Sauerstoff abgeben z.B. Erdöl, Erdgas, Braunkohle, Steinkohle und Torf.

Güterverkehrsaufkommen: Die Menge (t), die durch den Güterverkehr bewegt wird.

Güterverkehrsleistung/ tonnenkilometrische Transportleistung: pro transportierte Tonne zurückgelegte Kilometer (tkm)

Haushaltsphase: Zubereitung und Lagerung von Lebensmitteln, Spülen, Einkaufsfahrten (bei einigen Studien ist zudem die Raumwärme integriert)

Hinterland: Ausland bzw. nicht regionales Land

Hors-sol-Produktion (französisch ohne Boden): Gemüseanbau in Gewächshäusern mit kontrolliertem Klima. Anbau auf künstlichem Substrat (z.B. Steinwolle) oder in Nährlösung ohne natürliche Erde.

Marktspanne: Differenz zwischen Konsumenten- und Produzentenpreis (absoluter Wert) bzw. Anteil am Konsumenteneuro, der den Marktstufen Verarbeitung und Handel zukommt (relativer Wert).

Nutzvolumen bei Geschirrspülmaschinen: Fassungsvermögen für genormte Maßgedecke

System Ernähren: Alle Teilbereiche der Prozesskette „von der Wiege bis zur Bahre“: Landwirtschaft, Verarbeitung, Handel, Transport, Haushaltsaktivitäten. Das System Ernähren bezieht sich in dieser Arbeit auf die vorweg angesprochene Studie und ihre Systemgrenzen.

Transportleistung: Einheit km

Treibhauseffekt: Erwärmung der Erde aufgrund der Reflexion der Sonnenstrahlung an der Atmosphäre (natürlich vorhandene Gase) der Erde

Umweltbelastungspotential: Durch Primärenergieverbrauch und Emissionen hervorgerufene Auswirkungen auf die Umwelt.

Verkehrsträger: Verkehrsmittel

Literaturverzeichnis

Baroni L., Ceci L., Tettamanti M., Berati M. (2006): Evaluating the environmental impact of various dietary patterns combined with different food production systems. *Z European Journal of Clinical Nutrition* 11.10.2006, S. 1 – 8. Lugano

Bayerisches Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz StMUGV (Hrsg.) (2007): Erläuterungen zur Wanderausstellung: Lebensmittel: Regional = Gute Wahl. Medienhaus Mintzel-Münch, Hof. München

Berliner Energieagentur (Hrsg.) (2003): Leitfaden zur Beschaffung von Geräten, Beleuchtung und Strom nach den Kriterien Energieeffizienz und Klimaschutz. Modul 2: Beschaffung von energieeffizienten Haushaltsgeräten. EU-Projekt „Energy Labels – making a greener choice“. Berlin. Abrufbar im Internet: <http://www.energy-labels.de/media/downloads/LF-Haushaltsgeraete.pdf>. Stand 1.11.2007

Bockisch F. J. (Hrsg.) (2000): Bewertung von Verfahren der ökologischen und konventionellen landwirtschaftlichen Produktion im Hinblick auf den Energieeinsatz und bestimmte Schadgasemissionen. Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL). Braunschweig. Sonderheft 211, S. 160 – 164 und S. 178 – 180

Bremer Energiekonsens (2005): Lebensmittelhandel aktuell. Energiekosten senken – Umwelt schonen. Ein praktischer Leitfaden. Bremen. Abrufbar im Internet: http://www.internet-energie-check.de/Branchen_Energiekonzepte/kaelte_lebensmittelhandel.pdf. Stand 13.07.2005

Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft Schweiz BUWAL (Hrsg.) (1996): Ökoinventare für Verpackungen. Band 1 und 2. Bern

Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung BLE (Hrsg.) (2006): Das staatliche Bio-Siegel, Grundlagen. Bonn. Abrufbar im Internet: <http://www.bio-siegel.de/index.php?id=5>. Stand 13.11.2007

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit BMU (Hrsg.) (2006): Arbeitsblatt 1: CO₂-Ausstoß in Deutschland – woher kommt die dicke Luft?. Bonn. Abrufbar im Internet: http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/verursacher_deutschland.pdf. Stand 13.11.2007

Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz BMELV (Hrsg.) (2005): Grundsätze für die Durchführung der guten fachlichen Praxis im Pflanzenschutz. Abrufbar im Internet: http://www.bmelv.de/nn_751174/SharedDocs/downloads/04-Landwirtschaft/Pflanzenschutz/Grunds_C3_A4tze_20f_C3_BCr_20die_20Durchf_C3_BChrung_20der_20guten_20fachlichen_20Praxis_20im_20Pflanzenschutz.html. Stand 20.11.2007

Carlsson-Kanyama A., Faist M. (2000): Energy use in the food sector: a data survey. Stockholm, Schweden. Swedish Environmental Protection Agency

Demmeler M. (2004): Ressourceneffizienz regionaler und ökologischer Lebensmittel – eine kombinierte Anwendung von Ökobilanzierung und Ressourcenökonomischer Analyse. Schriften d. Gesellschaft für Wirtschafts- u. Sozialwissenschaften des Landbaus e.V., Band. 39, S. 351 - 359

Demmeler M., Heißenhuber A. (2004): Energieeffizienzvergleich von regionalen und überregionalen Lebensmitteln – das Beispiel Apfelsaft. Z Ländlicher Raum - Online- und print- Fachzeitschrift des österreichischen Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft Umwelt und Wasserwirtschaft, S. 1 - 10. Abrufbar im Internet: http://www.wzw.tum.de/wdl/forschung/publikationen/download/energieeffizienz_regionale_lebensmittel_16.2.pdf. Stand 10.09.2007

Deutscher Tierschutzbund e.V. (2007): Positionspapier: Belastung des Klimas durch die Landwirtschaft. Bonn. Abrufbar im Internet: http://www.tierschutzbund.de/fileadmin/me-diendatenbank_free/Positionspapiere/Positionspapier_Landwirtschaft_-_Klima_09-2007.pdf. Stand 11.11.2007

Faist M.C.J.R. (2000): Ressourceneffizienz in der Aktivität Ernähren – Akteurbezogene Stoffflussanalyse. Dissertation, Fachbereich Umweltwissenschaften, Eidgenössische Technische Hochschule Zürich

Fliessbach A. (2007): The role of organic agriculture in climate change – scientific evidence. Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL)

Food and Agriculture Organization of the United Nations FAO (Hrsg.) (2006): Live-stock long shadow – environmental issues and options. Rom, Italien. Abrufbar im Internet: http://www.virtualcentre.org/en/library/key_pub/longshad/a0701e/A0701E00.pdf. Stand 11.11.2007

Feller P. (2007): Pressemitteilung: Ernährungsindustrie fordert Einsatz von Reststoffen aus der Lebensmittelproduktion in Biogasanlagen. Bundesvereinigung der Deutschen Ernährungsindustrie (BVE). Abrufbar im Internet: http://www.bve-online.de/presseservice/pressemitteilungen/pm_070503/?referred=1. Stand 11.11.2007

Fritsche U.R., Eberle U., Wiegmann K., Schmidt K. (2007): Arbeitspapier: Treibhausgasemissionen durch Erzeugung und Verarbeitung von Lebensmitteln. Öko-Institut Freiburg/ BMBF-Forschungsprojekt „Ernährungswende“. Darmstadt/ Hamburg

Geier U., Friebe B., Haas G., Molkenthin V., Köpke U. (1998): Ökobilanz Hamburger Landwirtschaft - Umweltrelevanz verschiedener Produktionsweisen. Handlungsfelder Hamburger Umweltpolitik. Gutachten im Auftrag der Umweltbehörde Hamburg. Verlag Dr. Köster. Berlin.

Haas G. (2003): Ökobilanz: Wie ökologisch ist der ökologische Landbau? Z Agrarbündnis e.V. (Hrsg.): Landwirtschaft 2003 – Der kritische Agrarbericht 2003. ABL-Bauernblatt Verlag. Hamm. S. 128 - 134

Hoffmann I. (2000): Ökologische Ernährungsweise – Aspekte der Umweltverträglichkeit im Ernährungssystem. Z Ernährungsökologie 1(1), S. 5 – 9

Hülsbergen K-J., Küstermann B. (2007): Ökologischer Landbau – Beitrag zum Klimaschutz. Z Wiesinger K. (Hrsg.): Angewandte Forschung und Beratung für den ökologischen Landbau in Bayern. Schriftenreihe der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft, Tagungsband 9 - 21

Ifeu-Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH (Hrsg.) (2006): Zwischenbericht: Effiziente Beratungsbausteine zur Verminderung des Stromverbrauchs in privaten Haushalten. Heidelberg. Abrufbar im Internet: http://www.ifeu.org/energie/pdf/Zwischenbericht_Maerz_2006_fin_web.pdf. Stand 20.11.2007

Initiative Energie Effizienz (IEE) (2007): Haushaltsgeräte: Energiespar-Tipps für ihren Haushalt. Projekt der Deutschen Energie-Agentur GmbH (dena), der EnBW Energie Baden-Württemberg AG, der E.ON Energie AG, der RWE AG und der Vattenfall Europe AG, gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie. Abrufbar im Internet: http://www.stromeffizienz.de/fileadmin/InitiativeEnergieEffizienz/stromeffizienz/downloads/Broschueren/BR_WeisseWare.pdf. Stand 11.09.2007

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2007a): Climate Change 2007: The physical Science Basis. Working Group I Contribution to the Intergovernmental Panel on Climate Change Forth Assessment Report – Summary for Policymakers. IPCC Sekretariat, Genf

Jungbluth N. (2000): Umweltfolgen des Nahrungsmittelkonsums: Beurteilung von Produktmerkmalen auf Grundlage einer modularen Ökobilanz. Dissertation, Department für Umweltnaturwissenschaften, Umweltnatur- und Umweltsozialwissenschaften. Eidgenössische Technische Hochschule Zürich. Verlag dissertation.de

Jungbluth N. (2003): Ökologische Folgen des Ernährungsverhaltens: Beurteilung von Produktmerkmalen und Handlungsmöglichkeiten für KonsumentInnen. 15. Ernährungsfachtagung Mecklenburg-Vorpommern. Rostock

Jungbluth N., Faist M. (2002): Ökologische Folgen des Ernährungsverhaltens – Das Beispiel Schweiz. Z Ernährung im Fokus 2 (10/02), S. 254 – 257

Jungbluth N., Faist Emmenegger M., Frischknecht R. (2004): Gesamtpotential für die Reduktion von Umweltbelastungen im Bereich Ernährung und Wohnen. Bericht im Auftrag des WWF Schweiz. ESU-services: Ökologiebezogene Unternehmens- und Politikberatung. Uster

Kerbage L., Wyss G.S., Granado J., Weibel F., Alfoldi T., Niggli U. (2006): Bio – die bessere Alternative?. Z Schweizer Zeitschrift für Ernährungsmedizin (3+4): S.7 – 11. Abrufbar im Internet: http://orgprints.org/9373/01/kerbage-et-al-2006-Bio-Alternative_34.06.pdf. Stand 20.11.2007

Kjer I., Simon K. H., Zehr M., Zerger U., Kaspar F., Bossel H., Meier-Ploeger A., Vogtmann H. (1994): Landwirtschaft und Ernährung. In Enquete-Kommission „Schutz der Erdatmosphäre“. Landwirtschaft-Studienprogramm Vol. Band 1, Teilband II, Studie J. Economica Verlag. Bonn

- v. Koerber K., Männle T., Leitzmann C.** (1999): Vollwert-Ernährung: Konzeption einer zeitgemäßen Ernährungsweise. Haug Verlag. Heidelberg. 9.Auflage
- v. Koerber K., Kretschmer J., Schlatzer M.** (2007): Ernährung und Klimaschutz - Wichtige Ansatzpunkte für verantwortungsbewusstes Handeln. Z Ernährung im Fokus 7-05, S. 130 – 137
- Kramer I., Müller-Reißmann K. F., Schaffner J., Bossel H., Meier-Ploeger A., Vogtmann H.** (1994): Landwirtschaft und Ernährung. Veränderungstendenzen im Ernährungssystem und ihre klimatische Relevanz. Teil B. In: Enquete-Kommission „Schutz der Erdatmosphäre“ des Deutschen Bundestages. Sachsenhagen
- Lauber I., Hoffmann I.** (2001): Gütertransporte im Zusammenhang mit dem Lebensmittelkonsum in Deutschland. Teil I und II. Z Ernährungsökologie 2 (2), S. 108 – 113, S. 187 - 193
- Le Guillou G., Scharpé A.** (2000): Ein Leitfaden zur EU-Gesetzgebung: Der ökologische Landbau. Europäische Kommission, Generaldirektion Landwirtschaft. Verlag: Amt für amtliche Veröffentlichungen der Europäischen Gemeinschaften. Belgien
- Markewitz P.** (2002): Stromverbrauch und Einsparpotenziale in Deutschland. Forschungszentrum Jülich in der Helmholtz-Gemeinschaft. Jülich. Abrufbar im Internet: <http://www.fz-juelich.de/ief/ief-ste/datapool/Preprint2002/Preprint%2025-2002.pdf>. Stand 11.11.2007
- Maurer H.** (2002): Naturverträglichkeit von Landbaumethoden - biologische, konventionelle und Integrierte Produktion im Vergleich. Zürich. Abrufbar im Internet: http://www.konsumundnatur.ch/Lebensmittel%20Texte/Naturvertr%E4glichkeit%20Landbaumethoden%20for%20Web.htm#_Toc16336282. Stand 24.11.2007
- Meyer J.** (2004): Energieverbrauch unter der Lupe. Ingenieur- und Beratungsbüro Eutech. Aachen. Abrufbar im Internet: http://www.gitverlag.com/media/downloads/themen/thema_414058c0ce7bf.pdf. Stand 20.11.2007
- Michael K.** (2006): Verbraucherinformation: Besonders sparsame Haushaltsgeräte 2006/07. Klimaschutz- und Energie-Beratungsagentur Heidelberg – Nachbargemeinden (KliBA gGmbH). Heidelberg. Abrufbar im Internet: http://kliba-heidelberg.de/images/stromsparende_haushaltsger_te_06_07.pdf. Stand 13.09.2007
- Münchner Rückversicherungs-Gesellschaft (Hrsg.)** (2005): Wetterkatastrophen und Klimawandel – Sind wir noch zu retten? Eigenverlag. München
- Niedrig-Energie-Institut (Hrsg.)** (o.J.): Besonders sparsame Haushaltsgeräte. Detmold. Abrufbar im Internet: <http://www.spargeraete.de/>. Stand 20.11.2007
- N-tv (Hrsg.)** (2007): Viel Erde verschwindet. <http://www.n-tv.de/850452.html>. Stand 20.11.2007

- Nydrle T.** (1996): Wurst und ihre Zusatzstoffe. Hausarbeit im Fachbereich Chemie. Universität Bayreuth. Abrufbar im Internet: <http://www.old.uni-bayreuth.de/departments/ddchemie/wurst/glied.htm>. Stand 24.11.2007
- Offenberger M.** (2005): So schmeckt die Zukunft – Sozial-ökologische Agrar- und Ernährungsforschung. Bundesministerium für Bildung und Forschung (Hrsg.). Bonn/ Berlin
- Rose P.** (2007): Primärenergieverbrauch und Treibhausgas-Emissionen in verschiedenen gesellschaftlichen Bereichen – unter besonderer Berücksichtigung der Ernährung. Bachelorarbeit im Fachgebiet Ernährungswissenschaften. Technische Universität München
- Seibel W., Spicher G.** (1996): Backwaren. Z Lebensmitteltechnologie, Heiss R. (Hrsg.). Springer Verlag. Berlin. S. 166 – 178. 5.Auflage
- Seemüller M.** (2000): Der Einfluss unterschiedlicher Landbewirtschaftungssysteme auf die Ernährungssituation in Deutschland in Abhängigkeit des Konsumverhaltens der Verbraucher. Diplomarbeit im Fachbereich Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaus. Technische Universität München. Verlag: Öko-Institut Freiburg
- Statistisches Bundesamt (Hrsg.)** (2005): Statistisches Jahrbuch über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten – Verzeichnis ausgewählter Tabellen. Tab.2 (2005), Tab. 86 (2005). Abrufbar im Internet: <http://www.bmelv-statistik.de/index.cfm/0007ECDD293811DD82FA6521C0A8D816>. Stand 20.11.2007
- Stern N.** (2007): Stern Review on the economics of climate change: Der wirtschaftliche Aspekt des Klimawandels - Zusammenfassung der Schlussfolgerungen. Abrufbar im Internet: http://www.hm-treasury.gov.uk/media/A/9/stern_shortsummary_german.pdf. Stand 24.11.2007
- Taylor C.** (2000): Ökologische Bewertung von Ernährungsweisen anhand ausgewählter Indikatoren. Dissertation, Fachbereich Agrarwissenschaften, Ökotropologie und Umweltmanagement. Justus-Liebig-Universität Gießen
- Umweltbundesamt (Hrsg.)** (2005): Untersuchung der Anpassung von Ökobilanzen an spezifische Erfordernisse biotechnischer Prozesse und Produkte. Berlin. Abb.1 S. 36
- Umweltbundesamt (Hrsg.)** (2005): Biologische Artenvielfalt, Naturhaushalt und Landschaft – Naturschutzgerechte Landnutzungen. Anteil der Flächen mit ökologischer Landbewirtschaftung an der landwirtschaftlich genutzten Fläche in Prozent. Abrufbar im Internet: <http://www.env-it.de/umweltdaten/public/theme.do?nodeId=2864>. Stand 24.11.2007
- Wechselberger P.** (2000): Ökonomische und ökologische Beurteilung unterschiedlicher landwirtschaftlicher Bewirtschaftungsmaßnahmen und –systeme anhand ausgewählter Kriterien. Shaker Verlag. Aachen
- Wiegmann K., Eberle U., Fritsche U.R., Hünecke K.** (2005): Diskussionspapier Nr. 7: Umweltauswirkungen von Ernährung – Stoffstromanalysen und Szenarien. Öko-Institut Freiburg/ BMBF-Forschungsprojekt „Ernährungswende“. Darmstadt/ Hamburg