

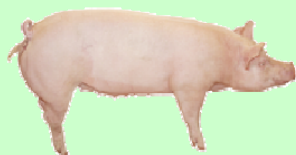
**Maria Müller-Lindenlauf
Gunnar Zipfel
Julia Münch
Sven Gärtner
Nils Rettenmaier
Detlev Paulsch
Guido Reinhardt**



CO₂-Fußabdruck und Umweltbilanz von Fleisch aus Baden-Württemberg

Endbericht

im Auftrag der Marketinggesellschaft Baden-Württemberg mbH (MBW)



Heidelberg, 30. Juni 2013

Erstellt im Auftrag der Marketinggesellschaft Baden-Württemberg mbH (MBW) als Teilprojekt im Rahmenprogramm zur Evaluierung der „CO₂-Fußabdrücke im baden-württembergischen Lebensmittelsektor“ des Ministerium für Ländlichen Raum, Ernährung und Verbraucherschutz (MLR).

IMPRESSUM

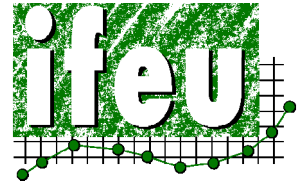
Autoren: Dr. Maria Müller-Lindenlauf
Gunnar Zipfel
Julia Münch
Sven Gärtner
Nils Rettenmaier
Dr. Detlev Paulsch
Dr. Guido Reinhardt

Herausgeber,
Gestaltung: ifeu – Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH
Wilckensstr. 3, D-69120 Heidelberg
www.ifeu.de

Erscheinungsjahr: 2013

Bildquellen: Titelblatt: © Teamarbeit / **FOTOLIA**
Titelblatt, S. 10-11: © Brocreative / **FOTOLIA**
Titelblatt, S. 12-14: © **Rinderunion Baden-Württemberg e.V.**

60 Seiten



Inhalt

1	Hintergrund und Zielsetzung	- 1 -
2	Methodik und Vorgehensweise	- 2 -
2.1	Vorgehensweise	- 2 -
2.2	Untersuchte Umweltwirkungen	- 3 -
2.3	Untersuchte Produkte	- 5 -
2.4	Datenbasis	- 6 -
2.5	Allgemeine Festlegungen	- 7 -
3	Beschreibung der untersuchten Lebenswege	- 10 -
3.1	Schweinefleisch	- 10 -
3.2	Rindfleisch	- 12 -
3.2.1	Mastbullen und Mastfärsen	- 12 -
3.2.2	Altkühe	- 13 -
4	CO₂-Fußabdruck für Schweine- und Rindfleisch	- 15 -
4.1	Überblick über die Ergebnisse	- 15 -
4.2	Landwirtschaft	- 18 -
4.2.1	Vergleich von Schweine- und Rindermast	- 18 -
4.2.2	Varianten in der Schweinemast	- 18 -
4.2.3	Varianten in der Rindermast	- 19 -
4.2.4	Exkurs: Einfluss von Landnutzungsänderungen auf die Treibhausgasbilanz von Fleisch	- 20 -
4.3	Schlachthof	- 22 -
4.3.1	Transport zum Schlachthof	- 22 -
4.3.2	Schlachtung	- 23 -
4.4	Vermarktung	- 25 -
4.4.1	Verpackung und Distribution	- 25 -
4.4.2	Einkaufsverhalten	- 26 -
4.5	Exkurs: Fleisch von Altkühen	- 27 -
5	Andere Umweltwirkungen	- 30 -
5.1	Ökobilanzwirkungskategorien	- 30 -
5.2	Weitere Umweltwirkungen der Landwirtschaft	- 32 -
5.2.1	Flächenbedarf	- 32 -

5.2.2	Wasserbedarf	- 33 -
6	Diskussion	- 36 -
6.1	Repräsentativität und Übertragbarkeit der Ergebnisse	- 36 -
6.2	Diskussion des Begriffs „Regionalität“ bei Fleischprodukten	- 38 -
6.3	Möglichkeiten und Grenzen des Instrumentes „CO ₂ -Fußabdruck“ für Fleisch	- 39 -
7	Schlussfolgerungen	- 41 -
8	Empfehlungen	- 46 -
9	Literatur	- 50 -
10	Anhang	- 52 -
10.1	Übersicht über Allokationsverfahren und Gutschriften	- 52 -
10.2	Zentrale Merkmale der Lebenswege	- 53 -
10.3	Erläuterungen: CO ₂ -Rechner für die Ernährung	- 56 -
	Abkürzungsverzeichnis	- 60 -



Zusammenfassung

Das baden-württembergische Ministerium für Ländlichen Raum, Ernährung und Verbraucherschutz (MLR) hat die MBW Marketinggesellschaft mbH beauftragt, ein Rahmenprogramm zur Evaluierung der „**CO₂-Fußabdrücke im baden-württembergischen Lebensmittelsektor**“ zu entwickeln und umzusetzen.

Zu diesem Zweck soll der Umfang der mit der Produktion, Verarbeitung und Vermarktung von Lebensmitteln verbundenen spezifischen Treibhausgasemissionen von verschiedenen Produkten der Land- und Ernährungswirtschaft untersucht werden. Hierbei galt es die gegebenen Strukturen in Baden-Württemberg, d. h. die unterschiedlichen Erzeugungs-, Verarbeitungs- und Vermarktungssysteme zu berücksichtigen. Mit der Ermittlung und Bewertung der CO₂-Fußabdrücke soll ein wichtiger Beitrag für eine „klimafreundliche“ Weiterentwicklung des baden-württembergischen Lebensmittelsektors sowie für eine fundierte und nachvollziehbare Verbraucherinformation im Hinblick auf ein entsprechendes Konsumverhalten geleistet werden.

Um dieses übergeordnete Ziel zu erreichen, hat die MBW Marketinggesellschaft mehrere Projekte vergeben, die jeweils ausgewählte Lebensmittel zum Gegenstand haben. Das ifeu – Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH wurde mit dem vorliegenden Projekt betraut; es befasst sich mit dem CO₂-Fußabdruck und weiteren Umweltwirkungen für **Schweine- und Rindfleisch** aus Baden-Württemberg. In enger Zusammenarbeit mit der Ulmer Fleisch GmbH wurden dabei die Treibhausgasemissionen sowie weitere Umweltwirkungen ausgewählter Produktlinien untersucht. Dabei wurde der gesamten Produktlebensweg von der Mast (inklusive der Bereitstellung der Futtermittel sowie der Zucht und Vermehrung) über die Schlachtung, Verarbeitung und Vermarktung bis zum Einkauf durch den Endkunden betrachtet.

Als **methodischer Rahmen** dienten die ISO-Normen 14040 & 14044 (Produktökobilanz). Neben den Treibhausgasemissionen wurden die Umweltparameter Energieaufwand, Versauerung, Eutrophierung, Ozonabbau und Sommersmog entlang des gesamten Lebensweges untersucht. Zusätzlich wurden der Wasserbedarf und der Flächenbedarf der landwirtschaftlichen Produktion in die Betrachtung mit einbezogen.

Der ermittelte **CO₂-Fußabdruck** beträgt für Rindfleisch (Jungbulle bzw. Färsen, Kalb aus Milchviehbetrieb) ca. 14 kg CO₂-Äquivalente je kg Fleisch (Bandbreite: 8 - 33 kg). Dominierende Einflussgrößen sind die Methanemissionen aus der Verdauung, die Fütterung und die Kühlkette. Schlachtung und Tiertransporte sind demgegenüber von untergeordneter Bedeutung. Für Schweinefleisch wurde ein CO₂-Fußabdruck von ca. 5 kg CO₂-Äquivalenten je kg Fleisch ermittelt (Bandbreite: 4 - 16 kg). Hier ist neben der Fütterung und der Kühlkette auch die Ferkelerzeugung ein dominierender Parameter.

Weitere relevante Umweltwirkungen neben dem CO₂-Fußabdruck sind vor allem Nährstoffausträge und versauernde Emissionen. Zusätzlich ist der hohe Flächenbedarf für die Futtermittelerzeugung ökologisch bedeutsam: Im Hinblick auf eine global steigende

Nachfrage nach Fleisch kann der hohe Flächenbedarf zu sogenannten Landnutzungsänderungen führen (z. B.: Regenwaldabholzungen), was sich massiv negativ auf die Treibhausgasbilanz des Fleisches und andere Umweltparameter auswirken kann.

Aus Sicht des Umwelt- und Ressourcenschutzes sollte daher auf eine **nachhaltige Fütterung** besonderes Augenmerk gelegt werden. Hierzu zählt bei Schweinefleisch neben einer guten Futterverwertung vor allem die Entwicklung von Rationen, die auf umweltfreundlichen regionalen Futterkomponenten basieren. Rindfleisch sollte vorzugsweise vom Grünland erzeugt werden, um die Konkurrenz um knappe Ackerflächen zu vermindern und ökologisch hochwertiges Grünland zu erhalten.

Das **Instrument „CO₂-Fußabdruck“** kann zwar zentrale Einflussgrößen auf die Klimabilanz von Fleisch aus regionaler Produktion aufzeigen, aus denen Optimierungsmöglichkeiten abgeleitet werden können. Als Gütesiegel zur Kennzeichnung von Lebensmitteln ist der CO₂-Fußabdruck jedoch kaum geeignet, da lediglich die Klimabilanz des Produktes bewertet wird, andere für Ressourcen- und Umweltschutz wichtige Parameter aber nicht berücksichtigt werden.

Zudem ist zu bedenken, dass CO₂-Fußabdrücke bzw. Ökobilanzergebnisse aus verschiedenen Studien nur bedingt vergleichbar sind, da bezüglich der zu verwendenden Emissionsfaktoren und Bilanzierungsmethoden bisher noch keine hinreichende Standardisierung erreicht werden konnte. Werden die Ergebnisse aus solchen nur eingeschränkt vergleichbaren Berechnungen ohne weitere Information auf das Produkt gedruckt, so kann dies zu Fehlschlüssen führen.

Die Studie schließt mit Empfehlungen für verschiedene Akteure entlang der Wertschöpfungskette (Erzeuger, Händler sowie Verbraucher) sowie für die Politik und identifiziert weiteren Forschungsbedarf.

1 Hintergrund und Zielsetzung

Das baden-württembergische Ministerium für Ländlichen Raum, Ernährung und Verbraucherschutz (MLR) hat die MBW Marketinggesellschaft mbH beauftragt, ein Rahmenprogramm zur Evaluierung der „CO₂-Fußabdrücke im baden-württembergischen Lebensmittel-sektor“ zu entwickeln und umzusetzen.

Zu diesem Zweck sollte der Umfang der mit der Produktion, Verarbeitung und Vermarktung von Lebensmitteln verbundenen spezifischen Treibhausgasemissionen von verschiedenen Produkten der Land- und Ernährungswirtschaft einschließlich des Konsumverhaltens untersucht werden. Hierbei galt es die gegebenen Strukturen in Baden-Württemberg, d. h. die unterschiedlichen Erzeugungs-, Verarbeitungs- und Vermarktungssysteme zu berücksichtigen. Mit der Ermittlung und Bewertung der CO₂-Fußabdrücke soll ein wichtiger Beitrag für eine „klimafreundliche“ Weiterentwicklung des baden-württembergischen Lebensmittelsektors sowie für eine fundierte und nachvollziehbare Verbraucherinformation im Hinblick auf ein entsprechendes Konsumverhalten geleistet werden.

Um dieses übergeordnete Ziel zu erreichen, hat die MBW Marketinggesellschaft mehrere Projekte vergeben, die jeweils ausgewählte Lebensmittel zum Gegenstand haben. Das hier beschriebene Projekt befasst sich mit dem CO₂-Fußabdruck und der Umweltbilanz von regional produziertem Schweine- und Rindfleisch aus Baden-Württemberg. In enger Zusammenarbeit mit einem baden-württembergischen Schlachtbetrieb (Ulmer Fleisch) wurden dabei der CO₂-Fußabdruck und weitere Umweltwirkungen ausgewählter Produktlinien untersucht.

Die Untersuchung diene der Beantwortung der folgenden Fragestellungen:

- Welcher CO₂-Fußabdruck sowie welche weiteren Umweltwirkungen sind mit den ausgewählten Produktlinien verbunden?
- Lassen sich die Ergebnisse auf andere Unternehmen, Produkte und Produktlinien aus Baden-Württemberg übertragen?
- Welche Möglichkeiten und Grenzen bietet das Instrument „CO₂-Fußabdruck“ bzw. „Umweltbilanz“ hinsichtlich Aussagekraft und unternehmens- und produktspezifischer Umsetzbarkeit im baden-württembergischen Lebensmittelsektor?

Die Studie steht im Kontext der Diskussion um die Nachhaltigkeit regionaler Lebensmittel. Im Rahmen dieser Studie werden ausschließlich ökologische Aspekte der Nachhaltigkeit betrachtet. Ökonomische und soziale Aspekte sowie Fragen der Produktqualität und Gesundheit regionaler Lebensmittel sind nicht Gegenstand dieser Studie. Eine abschließende Bewertung von Lebensmitteln im Hinblick auf die Nachhaltigkeit sollte andere Säulen der Nachhaltigkeit mitbedenken (Abb. 1.1).

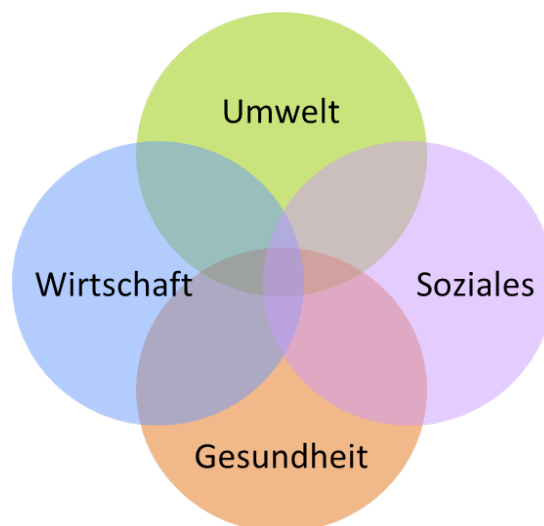


Abb. 1-1 Säulen der Nachhaltigkeit für Lebensmittel. Neben den „klassischen“ Säulen der Nachhaltigkeit (Umwelt, Soziales, Wirtschaft) wurde der Bereich Gesundheit ergänzt, da Gesundheitsaspekte für die Bewertung von Lebensmitteln im Hinblick auf die Nachhaltigkeit von entscheidender Bedeutung sind.

2 Methodik und Vorgehensweise

2.1 Vorgehensweise

Der CO₂-Fußabdruck (engl. Product Carbon Footprint, PCF), ist ein Maß für alle Treibhausgas-Emissionen, die im Lebenszyklus eines Produkts anfallen. Der CO₂-Fußabdruck wird bestimmt, um die Klimawirksamkeit von Waren und Dienstleistungen zu bestimmen, zu bewerten und zu kommunizieren. Eine internationale Norm für den CO₂-Fußabdruck ist derzeit in Entwicklung (ISO-Norm 14067: Carbon Footprint of Products). Bis zur Veröffentlichung dieser Norm können die Normen der Produkt-Ökobilanz (ISO-Normen 14040 & 14044) als methodischer Rahmen dienen. Der CO₂-Fußabdruck eines Produktes entspricht einer Teilmenge seiner Ökobilanz (nämlich der Treibhausgas-Bilanz).

Auch in dieser Studie orientiert sich die Berechnung des CO₂-Fußabdrucks sowie weiterer ökologischer Größen an den internationalen Normen für Produkt-Ökobilanzen (ISO 14040 & 14044). Dabei werden die Input- und Outputflüsse und potenziellen Umweltwirkungen des untersuchten Produkts entlang seines gesamten Lebensweges („von der Wiege bis zur Bahre“) betrachtet.

Der gesamte Lebensweg beinhaltet in diesem Fall die Produktion von Futtermitteln einschließlich der vorgelagerten Prozesse (z. B. Düngemittel), die Kälbererzeugung bzw. die Ferkelerzeugung, die Mast, die Schlachtung, die Verarbeitung (Zerlegen, Verpacken) sowie die Vermarktung und schließlich das Einkaufsverhalten des Verbrauchers. Dabei sind auch

sämtliche Lagerungs-, Kühl- und Transportprozesse mit eingeschlossen. Die Untersuchung fokussiert entsprechend der Ausschreibung auf den CO₂-Fußabdruck, bezieht aber auch weitere Umweltwirkungen mit ein (siehe Kapitel 2.2).

2.2 Untersuchte Umweltwirkungen

Der Schwerpunkt der Analyse liegt auf der Bestimmung des CO₂-Fußabdrucks (Treibhausgasbilanz), d. h. eines Teilaspekts der Ökobilanz.

Zusätzlich wurden weitere Umweltparameter untersucht, um eine umfassende ökologische Bewertung der Beispielprodukte zu ermöglichen. Dies sind als weitere quantitativ und entlang des gesamten Lebensweges erfasste Ökobilanz-Kategorien:

- Energieaufwand
- Versauerung
- Terrestrische Eutrophierung (im Weiteren: Nährstoffeintrag in Böden),
- Ozonabbau und
- Sommersmog.

Für die landwirtschaftliche Produktion der Futtermittel wurden zusätzlich die folgenden Wirkungsbereiche betrachtet:

- Wasserbedarf
- Flächenbedarf

Diese Wirkungsbereiche haben für die Landwirtschaft eine besondere Relevanz. Sie betreffen in diesem Fall den Anbau der Futtermittel für die Mast und die Sauen- bzw. Milchkuhhaltung. Da die Herkunft der Futtermittel und damit die Standortbedingungen nicht genau bekannt sind, konnten andere, lokale Umweltwirkungen mit besonderer Relevanz für die Landwirtschaft, z. B. Auswirkungen auf die Biodiversität und die Bodenfruchtbarkeit, im Rahmen dieser Studie nicht behandelt werden.

Tab. 2-1 und Tab. 2-2 stellen die untersuchten Umweltwirkungen zusammenfassend dar.

Tab. 2-1 Untersuchte Umweltwirkungen der Ökobilanz (quantitative Bewertung entlang des gesamten Lebensweges) (IFEU 2012)

Wirkungskategorie	Einheit	Kurzbeschreibung
Treibhauseffekt	kg CO ₂ -Äquiv. je Produkteinheit	Bezeichnet die Erwärmung der Atmosphäre in Folge der vom Menschen verursachten Freisetzung von klimawirksamen Gasen. Neben Kohlenstoffdioxid (CO ₂) werden auch Methan (CH ₄) und Lachgas (Distickstoffoxid, N ₂ O) sowie eine Reihe von Spurengasen erfasst. Änderungen im Bodenkohlenstoffgehalt aufgrund des Anbaus wurden in dieser Studie nicht erfasst.
Energieaufwand	MJ je Produkteinheit	Energieeinsatz bzw. -einsparung ist ein Indikator der Ressourcenbeanspruchung. Üblicherweise wird in Ökobilanzen die nicht erneuerbare Primärenergie ausgewiesen. Zu den nicht erneuerbaren Energieträgern zählen die fossilen Brennstoffe Erdöl, Erdgas und Kohle sowie Uranerz. Die Primärenergie unterscheidet sich von der Endenergie dadurch, dass auch der Aufwand für die Bereitstellung der Energieträger mit erfasst wird (Förderung, Raffinerie, Transporte etc.). Im Folgenden wird diese Umweltwirkungskategorie der besseren Begrifflichkeit halber mit „Energieaufwand“ bezeichnet.
Versauerung	kg SO ₂ -Äquiv. je Produkteinheit	Verschiebung des Säuregleichgewichts in Böden und Gewässern durch den Eintrag Säure bildender Luftschadstoffe wie Schwefeldioxid, Stickstoffoxide, Ammoniak und Chlorwasserstoff in Böden und Gewässer. Versauerung schädigt sensible Ökosysteme wie Wälder oder Magerwiesen aber auch Gebäude (Stichwort „Saurer Regen“).
Nährstoffeintrag in Böden	kg PO ₄ -Äquiv. je Produkteinheit	Einbringung von Nährstoffen in Böden natürlicher und empfindlicher Ökosysteme über atmosphärische Deposition. Die Eutrophierung der Böden natürlicher Ökosysteme führt zur Verdrängung seltener und gefährdeter Arten. Die wichtigsten Quellen atmosphärischer Nährstoffdeposition sind Emissionen von Ammoniak und Stickoxiden.
Ozonabbau	kg R-11-Äquiv. je Produkteinheit	Zerstörung des schützenden Ozons in der Stratosphäre durch bestimmte Gase wie FCKW oder Lachgas (Stichwort „Ozonloch“).
Sommer-smog	kg C ₂ H ₄ -Äquiv. je Produkteinheit	Bildung von so genannten Photooxidantien wie z. B. Ozon in bodennahen Luftschichten (Stichwort „Ozonalarm“) durch Zusammenwirken mehrerer Faktoren, zu denen Sonneneinstrahlung, Stickoxide und ungesättigte Kohlenwasserstoffe gehören.

Tab. 2-2 Zusätzliche Umweltwirkungen mit besonderer Bedeutung für die Landwirtschaft (Bewertung nur für Anbau der Futtermittel) (IFEU 2012)

Wirkungskategorie	Einheit	Kurzbeschreibung
Flächenbedarf	m ² Fläche, die ein Jahr belegt ist, je Produkteinheit	Landwirtschaftliche Produktion benötigt Fläche, die dadurch nicht mehr für alternative Verwendungen, z. B. Naturschutz, zur Verfügung steht. Es sind aus Sicht des Umweltschutzes verschiedene Arten der Flächennutzung zu unterscheiden, in diesem Fall insbesondere Ackerland und Grünland.
Wasserbedarf	L Wasser je Produkteinheit	Wasser wird als Trinkwasser für die Tiere, als Reinigungswasser sowie zum Anbau der Futterpflanzen benötigt. Wasser ist eine lokale Ressource. Die ökologische Bewertung des Wasserbedarfs muss daher die lokale Wasserverfügbarkeit berücksichtigen.

2.3 Untersuchte Produkte

Im Rahmen dieser Studie wurde Fleisch vom Schwein und Rind bilanziert.

Beim **Schweinefleisch** wurde ausschließlich zum Kurzbraten am Stück geeignetes Fleisch bilanziert, so wie es in der Metzgerei oder im Supermarkt dem Verbraucher angeboten wird. Wurstwaren aus Schweinefleisch wurden nicht betrachtet.

Die folgende Fleischstücke wurden als hochwertige – zum Kurzbraten geeignete – Schlachtkörperteile angesehen:

- Filet, Rücken (Stielkotelett, Filetkotelett), Nuss, Hüfte, Unterschale, Oberschale.

Beim **Rindfleisch** wurden folgende Varianten unterschieden:

- Fleisch vom Mastbullen (Kalb aus Milchviehbetrieb)
- Fleisch von Mastfärsen (Kalb aus Milchviehbetrieb)
- Exkurs: Fleisch von Altkühen (Milchkühe, nur Verarbeitungsfleisch).

Die Mast von Fleischrindern spielt mengenmäßig eine untergeordnete Rolle und wurde im Rahmen dieser Studie nicht mit bilanziert: Nur etwa 16 % der männlichen Kälber in Baden-Württemberg sind von Fleischrindrassen, die nicht zur Milcherzeugung verwendet werden (Statistisches Bundesamt 2010).

Der Schwerpunkt der Bilanzierung liegt auch bei Rindfleisch auf den hochwertigen Fleischstücken, die üblicherweise nicht zu Wurstwaren weiterverarbeitet werden. Beim Mastbullen und Mastfärsen wurden folgende Schlachtkörperteile als hochwertige Teilstücke angesehen:

- Filet, Hüfte, Oberschale, Roastbeef, Hochrippe

Das Fleisch von Altkühen wird aufgrund der geringeren Qualität üblicherweise zu 100 % weiterverarbeitet und nicht am Stück in der Fleischtheke zum Verkauf an den Endkunden angeboten. Daher wird das Fleisch von Altkühen im Rahmen eines Exkurses mit Verarbei-

tungsfleisch von Mastbullen und Mastfärsen verglichen (Kapitel 4.5). Der Lebensweg wird dabei am Ausgangstor des Schlachthofes abgeschnitten: Die Erzeugung von Fleischwaren aus dem Verarbeitungsfleisch sowie deren Vertrieb wurden im Rahmen dieser Studie nicht mitbetrachtet. Angesichts der großen Vielzahl verschiedener Fleisch- und Wurstwaren hätte dies den Umfang der vorliegenden Studie gesprengt.

2.4 Datenbasis

Landwirtschaftliche Produktion

Die landwirtschaftliche Produktion umfasst in der Fleischerzeugung zwei Stufen: die Futtermittelproduktion und die Tierhaltung (in diesem Fall: Schweine und Rinderhaltung).

Daten zur Schweinehaltung wurden von Zulieferbetrieben von Ulmer Fleisch zur Verfügung gestellt. Die Daten wurden mit Angaben der landwirtschaftlichen Fachberatung in Baden-Württemberg abgeglichen und daraus typische Haltungs- und Fütterungsverfahren für Baden-Württemberg definiert.

Die Rinderhaltungsverfahren wurden ausschließlich auf Basis von Angaben der Fachberatung sowie Literaturwerten definiert (KTBL 2005, KTBL 2008). Wichtige Kenngrößen der Tierhaltung werden in Kapitel 3 genannt.

Daten zur Futtermittelerzeugung wurden der IFEU-internen Datenbank entnommen und für dieses Projekt fortgeschrieben (IFEU 2011, KTBL 2008). Dabei wurden insbesondere die Produktionsverfahren und Erträge für Raufuttermittel für baden-württembergische Verhältnisse aktualisiert.

Schlachthof

Daten zur Schlachtung und Grobzerlegung sowie zur Zulieferung wurden von Ulmer Fleisch geliefert. Hierbei handelt es sich um einen modernen Großschlachthof, bei dem von einer hohen Prozesseffizienz auszugehen ist. Inwieweit die Daten für die Erzeugung in Baden-Württemberg als repräsentativ angesehen werden können, wird in Kapitel 6.1 diskutiert.

Feinzerlegung / Metzgerei

Die grob zerlegten Schlachtkörper werden in der Regel in Metzgereien fein zerlegt. Leider konnte kein Metzgereibetrieb für die Kooperation gewonnen werden. Daten für die Feinzerlegung wurden daher Literaturwerten entnommen. Diese Daten unterliegen einer relativ hohen Bandbreite, da zwischen verschiedenen Betrieben große Unterschiede in der Energieeffizienz anzutreffen sind.

Vermarktung

Daten zur Vermarktung wurden ebenfalls der Literatur sowie Ökobilanzdatenbanken entnommen. Es wurden verschiedene Vermarktungswege unterschieden: Die Vermarktung über

Supermärkte (fertig abgepackte Fleischstücke: 500-g-PE-Schale, eingeschweißt) sowie über Metzgereibetriebe (Schnitt nach Wahl des Kunden, Folienverpackung).

Verbraucherverhalten

Daten zum Verbraucherverhalten wurden aus Literaturwerten sowie aus Daten der IFEU-internen Datenbank errechnet (IFEU 2011).

Vorketten der Betriebsmittel

Daten zu den Vorketten der Betriebsmittel und Energieträger wurden Ökobilanz-Datenbanken entnommen (IFEU 2011, GEMIS 2007, ecoinvent 2007, PROBAS 2012).

2.5 Allgemeine Festlegungen

Systemgrenzen

Betrachtet wird der gesamte Lebensweg von der Futtermittelerzeugung mit allen ihren Inputs bis zum Verkauf an den Endkunden im Supermarkt oder an der Metzgertheke (siehe Abb. 2-1). Dabei werden auch alle Transporte, Lageraufwendungen und Abfallströme sowie alle Nebenprodukte (Fleisch für Wurstwaren, Häute, Schlachtabfälle) erfasst. Das Verbraucherverhalten wird ebenfalls mitbetrachtet.

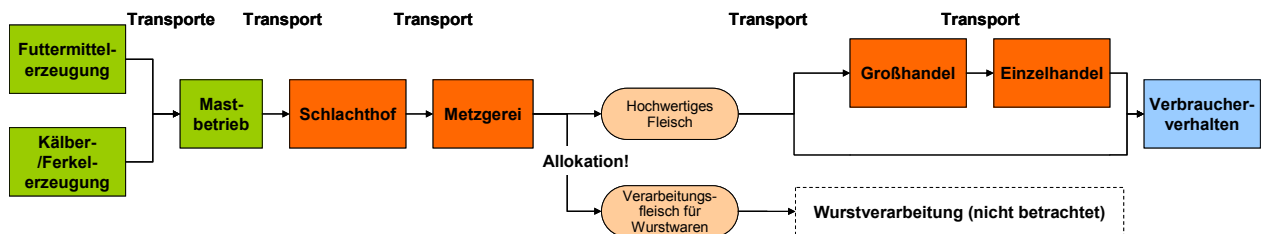


Abb. 2-1 Schematischer Lebensweg Fleischerzeugung. Grün: landwirtschaftlicher Bereich. Rot: Fleischverarbeitung. Blau: Verbraucherverhalten.

Räumlicher und zeitlicher Bezug

Die Berechnungen beziehen sich auf heutige Produktionsbedingungen (~ 2010). Der räumliche Bezug für die Mast, die Schlachtung und den Verkauf an den Endkunden ist Baden-Württemberg.

Funktionelle Einheiten

Die funktionelle Einheit ist die Bezugsgröße, in der die Umweltwirkungen ausgewiesen werden. Es wurden die folgenden funktionellen Einheiten verwendet:

- 1 kg hochwertiges Fleisch (zum Braten am Stück, kein Verarbeitungsfleisch) beim Einkauf durch den Endkunden

- 1 kg Verarbeitungsfleisch beim Verkauf an den Verarbeiter (nur für Exkurs: Fleisch von Altkühen, Kapitel 4.5).

Umgang mit Kuppelprodukten

Kuppelprodukte spielen in der Fleischerzeugung eine wichtige Rolle. Es gibt zwei Möglichkeiten, Kuppelprodukte in Ökobilanzen zu berücksichtigen: Allokation und Substitution. Beim Substitutionsverfahren werden für die Nebenprodukte Gutschriften in Höhe der dadurch eingesparten Aufwendungen für die Erzeugung alternativer Produkte erteilt. Dieses Verfahren kommt häufig bei einer energetischen Nutzung zur Anwendung. So wird z. B. die bei der Verbrennung von Schlachtabfällen erzeugte Nettoenergie in Form von Strom und genutzter Wärme dem Fleisch gutgeschrieben.

Bei der Allokation werden die Aufwendungen eines Prozesses anteilig auf alle Produkte verteilt. Als Verteilungsschlüssel werden z. B. der Marktwert, das Gewicht oder der Energiegehalt verwendet. Allokationsverfahren werden vor allem dann angewendet, wenn es keine funktionelle Äquivalenz der Nebenprodukte gibt. Dies ist häufig bei einer stofflichen Nutzung der Fall: Die Allokation nach Marktwert ist in diesem Fall die geeignetste Option. Im Rahmen dieses Projektes wurden Kuppelprodukte folgendermaßen berücksichtigt:

- **Ökonomische Allokation:**
 - Milch und Kälber in der Milchviehhaltung
 - Verarbeitungsfleisch für die Wurstproduktion
 - Rinderhäute für die Lederindustrie
- **Substitutionsverfahren/Gutschriften:**
 - Schlachtabfälle

Eine Übersicht über die verwendeten Allokationsfaktoren und Gutschriften findet sich im Anhang (Kapitel 10).

Normierung

Die Normierung ist ein optionales Element der Ökobilanz. Sie dient dem Zweck, unterschiedliche Umweltwirkungskategorien einander sinnvoll gegenüberstellen zu können. Dazu müssen die Ergebnisse in den verschiedenen Umweltwirkungskategorien in eine gemeinsame Einheit umgerechnet werden. Im Rahmen dieser Untersuchung werden die Ergebnisse auf die so genannten „Einwohertageswerte“ (kurz: ETW) normiert. Das sind der Ressourcenverbrauch bzw. die Emissionen, die ein Bürger der Bundesrepublik Deutschland im Schnitt am Tag verursacht. Die Umrechnungsfaktoren für Absolutwerte in Einwohnertageswerte sind in Tab. 2-3 angegeben.

Tab. 2-3 Umrechnungsfaktoren von Absolutwerten in Einwohnertageswerte (IFEU 2012)

Umweltwirkung	Umrechnungsfaktor: Einwohnertageswert
Treibhauseffekt	33 kg CO ₂ -Äquivalente je Person und Tag
Energieaufwand	433 MJ je Person und Tag
Versauerung	86 g SO ₂ -Äquivalente je Person und Tag
Nährstoffeintrag	13 g PO ₄ -Äquivalente je Person und Tag
Ozonabbau	0,12 g R-11-Äquivalente je Person und Tag
Sommersmog	43 g Ethen-Äquivalente je Person und Tag

3 Beschreibung der untersuchten Lebenswege

Im Folgenden werden einige zentrale Merkmale der untersuchten Lebenswege für Rindfleisch und Schweinefleisch dargestellt. Diese und weitere Merkmale werden im Anhang (10.2, Tab. 10-1 bis Tab. 10-3) noch einmal zusammenfassend dargestellt.

3.1 Schweinefleisch

Die Schweinehaltung ist in Deutschland allgemein und auch in Baden-Württemberg relativ stark standardisiert. Im Folgenden werden die wichtigsten Merkmale des Lebenswegabschnittes „Schweinemast“ beschrieben:

- **Aufstallungsgewicht:** 30 kg
- **Rationsgestaltung:** Die Fütterung erfolgt in der Regel mit heimischem Getreide und importiertem Soja als Eiweißkomponente. Einzelne Betriebe experimentieren mit einer regionalen Fütterung, bei der Rapspresskuchen und Molkepulver als alternative Eiweißfuttermittel verwendet werden. Folgende Szenarien der Schweinemast wurden bilanziert:
 - Standardfütterung: 38 % Mais, 40 % Weizen, 19 % Soja, synthetische Aminosäuren, Mineralfutter.
 - Regionale Fütterung: 40 % Mais, 40 % Weizen, 11 % Rapskuchen, 6 % Molkepulver, synthetische Aminosäuren, Mineralfutter.
- **Schlachtgewicht:** ca. 120 kg (Bandbreite: 110 bis 130 kg)

Die Mast Schweine werden zu einem regionalen Schlachthof transportiert, dort geschlachtet (mit CO₂-Betäubung) und grob zerlegt, und anschließend über Supermärkte oder Metzgereien vermarktet. Es wurden folgende wichtigen Merkmale festgelegt:

- **Ausschlachtungsgrad:** 80 %, darunter 38 % hochwertige Teilstücke und 42 % Verarbeitungsfleisch.
- **Distributionsweg Metzgerei:** Feinzerlegung nach Wunsch des Kunden, Verpackung in Plastikfolie und Papiertüte
- **Distributionsweg Supermarkt:** Feinzerlegung in Zerlegungsbetrieb der Einzelhandelskette, dort auch Verpackung (Schalenverpackungen, PE-Schale, in Folie eingeschweißt), Auslieferung und über den Groß- und Einzelhandel an Supermärkte.

Die minderwertigen Fleischstücke (Verarbeitungsfleisch) werden zu Wurstwaren weiterverarbeitet. Die Herstellung von Wurstwaren wurde in dieser Studie nicht bilanziert. Abb. 3-1 zeigt eine Übersicht über den Schweinefleisch-Lebensweg.

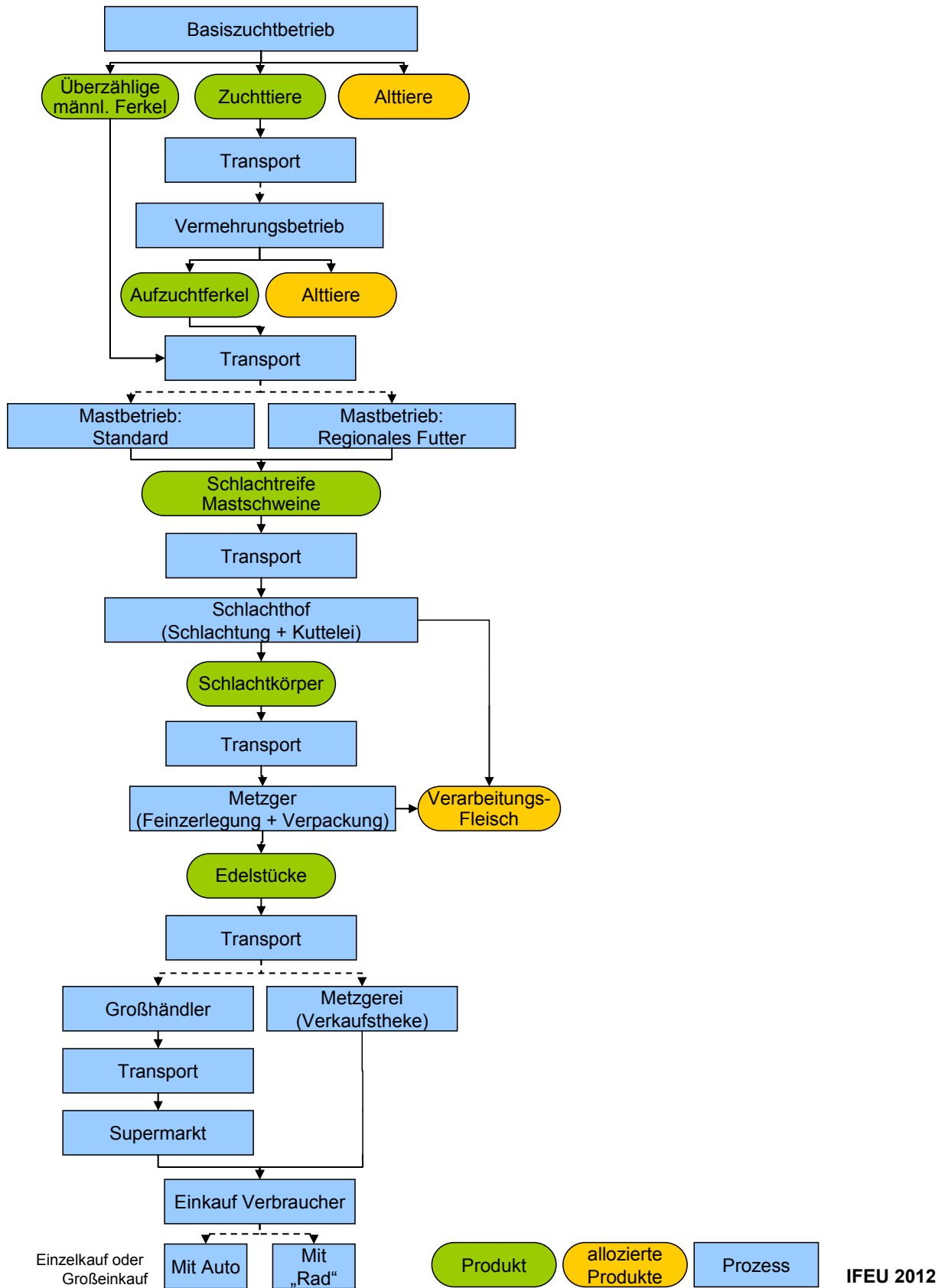


Abb. 3-1 Lebensweg Schweinefleisch. Gestrichelte Pfeile zeigen verschiedene Szenarien an, die im Rahmen dieser Untersuchung berücksichtigt wurden. Gutschriften sind aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht dargestellt.

3.2 Rindfleisch

Die Rinderhaltung ist in Deutschland allgemein und auch in Baden-Württemberg weniger standardisiert als die Schweinehaltung. Es sind verschiedene Typen von Rindfleisch und entsprechend verschiedene Produktionsverfahren zu unterscheiden, z. B. nach dem Alter der Tiere (Kalbfleisch, Jungbullenfleisch, Altkuhfleisch), nach der Herkunft der Masttiere (Mutterkuhbetrieb, Milchviehbetrieb), der Rasse (Milchrassen, Fleischrassen, Zweinutzungsrasen, Extensivrasen) oder den Mastverfahren (z. B. Weidemast, maissilagebasierte Stallmast, grassilagebasierte Stallmast). Im Rahmen dieser Studie wurden die drei Produktionswege Mastbullen, Mastfärsen und Altkühe untersucht, wobei der Schwerpunkt auf den beiden erstgenannten Fleischarten liegt. Wie die Lebenswege jeweils spezifiziert wurden, wird im Folgenden beschrieben.

3.2.1 Mastbullen und Mastfärsen

Diese Studie beschränkt sich auf die Mast von Bullen- und Färsenkälbern aus Milchviehbetrieben. Die Mast von Fleischrindern spielt mengenmäßig in Baden-Württemberg eine untergeordnete Rolle. Nur etwa 16 % der männlichen Kälber in Baden-Württemberg sind von Fleischrindrassen, die nicht zur Milcherzeugung verwendet werden (Statistisches Bundesamt 2010). Für die beiden Produktionsverfahren wurden folgende zentrale Merkmale angesetzt:

- **Herkunft:** Milchviehbetrieb, Remontierungsrate 27 %, Allokation von 5 % der Emissionen und Aufwendungen im Milchviehbetrieb auf das Kalb.
- **Aufstallungsgewicht:** 125 kg
- **Rationsgestaltung:** Es wurden jeweils zwei Rationstypen unterschieden: Eine typische Ration für Ackerbauregionen (maissilagebasiert: ca. 96 % der Frischmasse Maissilage, 2 % Weizen, 2 % Sojaschrot, Mineralfutter) und eine typische Ration für Grünlandregionen (grassilagebasiert: ca. 97 % der Frischmasse Grassilage, 3 % Weizen, Mineralfutter).
- **Haltungsverfahren:** Boxenlaufstall, Teilspaltenboden, Gülle.
- **Schlachtgewicht:** Jungbullen im Standardszenario 670 kg (Bandbreite: 550 – 800 kg), Färsen im Standardszenario 560 kg (Bandbreite 450 – 670 kg).

Die schlachtreifen Tiere werden zu einem regionalen Schlachthof transportiert, dort geschlachtet (mit Bolzenschussbetäubung) und grob zerlegt. Es wurde folgende Schlachtkörperzusammensetzung angesetzt:

- **Bullen:** Ausschachtungsgrad 58 % (Bandbreite: 56 – 62 %), darunter 30 % hochwertiges Fleisch, 28 % Verarbeitungsfleisch.
- **Färsen:** Ausschachtungsgrad 56 % (Bandbreite: 54 – 60 %), darunter 28 % hochwertiges Fleisch und 28 % Verarbeitungsfleisch.

Anschließend erfolgt die Auslieferung über Metzgereibetriebe oder Einzelhandelsketten:

- **Distribution über Metzgereien:** Feinzerlegung nach Wunsch des Kunden, Verpackung in Plastikfolie und Papiertüte
- **Distribution über Supermärkte:** Feinzerlegung in Zerlegungsbetrieb der Einzelhandelskette, dort auch Verpackung (Schalenverpackungen, PE-Schale, in Folie eingeschweißt), Auslieferung und über den Groß- und Einzelhandel an Supermärkte.

Die minderwertigen Fleischstücke (Verarbeitungsfleisch) werden zu Wurstwaren weiterverarbeitet. Die Herstellung von Wurstwaren wurde in dieser Studie nicht bilanziert. Abb. 3-2 zeigt eine Übersicht über den Lebensweg von Mastbullen- und -färsenfleisch.

3.2.2 Altkühe

Altkühe weisen im Vergleich zu jungen Tieren eine deutlich geringere Fleischqualität auf. Sie sind ein „Nebenprodukt“ der Milch- und Kälbererzeugung und fallen notwendigerweise an, wo immer Rindfleisch- und Molkereiprodukte nachgefragt werden. Das Fleisch von Altkühen kann auf Grund der geringen Qualität nur mit Verarbeitungsfleisch – nicht aber mit den hochwertigen Teilstücken – von jungen Rindern verglichen werden. Die Weiterverarbeitung von Verarbeitungsfleisch zu Wurstwaren konnte im Rahmen dieser Studie nicht untersucht werden, der Lebensweg „Altkuhfleisch“ wird daher nur bis einschließlich Schlachthof bilanziert. Die wichtigsten Daten dieses Lebensweges werden im Folgenden zusammengefasst:

- **Rationsgestaltung (Milchkuh):** Maissilage 70 %, Grassilage 24 %, Weizen 3 %, Sojashrot 3 %, Mineralfutter (Prozentangaben jeweils bezogen auf die Frischmasse).
- **Haltungsverfahren:** Boxenlaufstall, Teilspaltenboden, Gülle.
- **Laktationen:** 3,7 (entspricht einer Remontierungsrate von 27%).
- **Milchleistung:** 7000 L.
- **Allokationsfaktor Vorkette (Milchviehhaltung) zur Altkuh:** 10 %
- **Schlachtgewicht:** 650 kg (Bandbreite: 520 – 780 kg).

Die schlachtreifen Tiere werden zu einem regionalen Schlachthof transportiert, dort geschlachtet (mit Bolzenschussbetäubung) und grob zerlegt. Es wurde ein Ausschlagungsgrad von 50 % angesetzt.

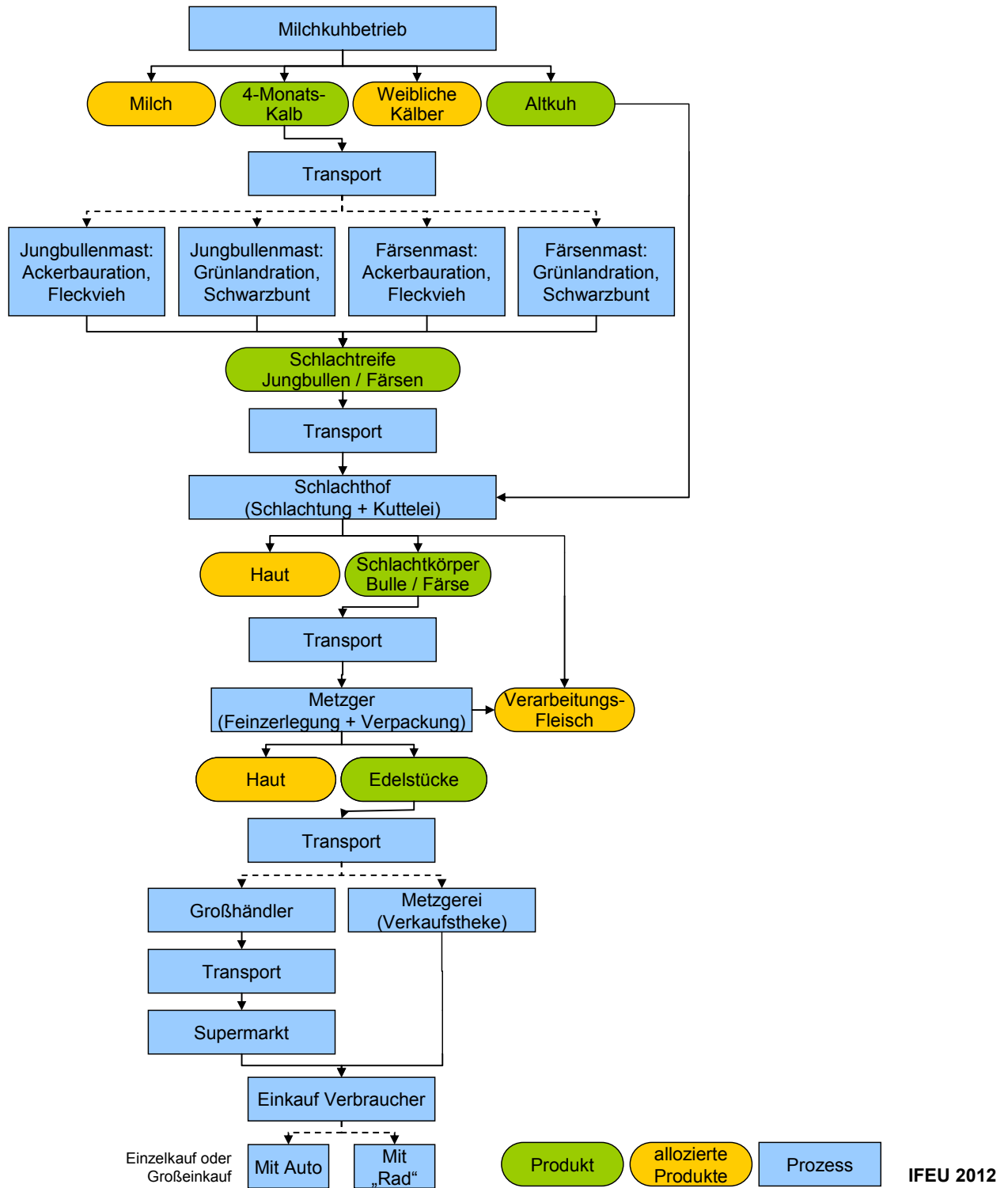


Abb. 3-2 Lebensweg Rindfleisch. Gestrichelte Pfeile zeigen verschiedene Szenarien an, die im Rahmen dieser Untersuchung berücksichtigt wurden. Gutschriften sind aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht dargestellt.

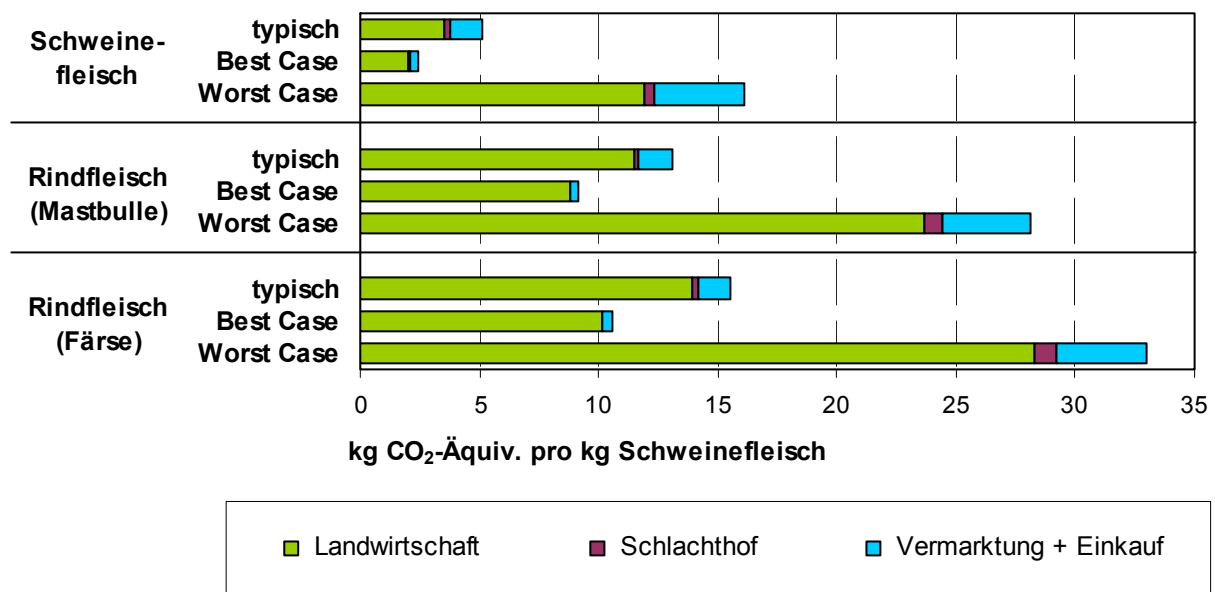
4 CO₂-Fußabdruck für Schweine- und Rindfleisch

Im Folgenden werden die Ergebnisse des CO₂-Fußabdrucks von regional erzeugtem Schweine- und Rindfleisch dargestellt. Nach einem Überblick über die Gesamtergebnisse (Kapitel 4.1) wird auf die einzelnen Lebenswegabschnitte gesondert eingegangen: Auf die landwirtschaftliche Erzeugung (Kapitel 4.2), die Schlachtung inkl. den zugehörigen Transportprozessen (Kapitel 4.3) und die Vermarktung (Kapitel 4.4). Zusätzlich wird im Rahmen eines Exkurses der CO₂-Fußabdruck von Altkuhfleisch betrachtet (Kapitel 4.5).

4.1 Überblick über die Ergebnisse

Abb. 4-1 zeigt übersichtsartig den CO₂-Fußabdruck der drei Fleischarten, deren hochwertige Fleischstücke miteinander verglichen wurden. Es zeigt sich: Schweinefleisch ist pro Kilogramm Fleisch typischerweise mit ca. 5 kg CO₂-Emissionen verbunden, Rindfleisch mit 13 bis 15 kg. Die Produktion und Vermarktung von Rindfleisch weist standardmäßig also einen mehr als doppelt so großen CO₂-Fußabdruck auf wie die von Schweinefleisch. Den größten Einfluss auf die CO₂-Bilanz hat die landwirtschaftliche Erzeugung mit über 70 % der Gesamtemissionen bei Schweinefleisch und sogar über 80 % bei Rindfleisch. Distribution und Einkauf tragen mit bis zu 25 % (bei Rindfleisch sogar nur maximal 13 %) zu den Gesamtemissionen bei und die Schlachtung sogar nur mit maximal 5 %.

Abb. 4-1 zeigt außerdem: Der CO₂-Fußabdruck von Schweine- und Rindfleisch weist eine große Bandbreite auf: für Schweinefleisch von ca. 2,4 bis 16 kg CO₂-Äquivalente je Kilogramm Fleisch, für Rindfleisch von 9 bis 33 kg CO₂-Äquivalente je Kilogramm Fleisch. Die großen Bandbreiten sind überwiegend auf Unterschiede in der landwirtschaftlichen Produktion zurückzuführen, zu einem geringen Teil auf die Vermarktung, und kaum auf Unterschiede in der Schlachtung. Optimierungsmöglichkeiten sind daher vor allem in der landwirtschaftlichen Erzeugung und in gewissen Umfang bei der Vermarktung zu suchen.



IFEU 2012

Abb. 4-1 Einfluss der unterschiedlichen Bereiche innerhalb der Produktion und Vermarktung des Fleisches auf den CO₂-Fußabdruck der drei untersuchten Fleischarten: Vergleich eines typischen Szenarios, eines Best Case und eines Worst Case.

Lesebeispiel:

1. Balken: Durch den Konsum von 1 kg Schweinefleisch aus baden-württembergischer Mast und Schlachtung, das in einem baden-württembergischen Supermarkt eingekauft wird, entstehen üblicherweise ca. 5 kg CO₂-Emissionen. Den größten Anteil daran hat die Landwirtschaft mit etwa 3,6 kg.

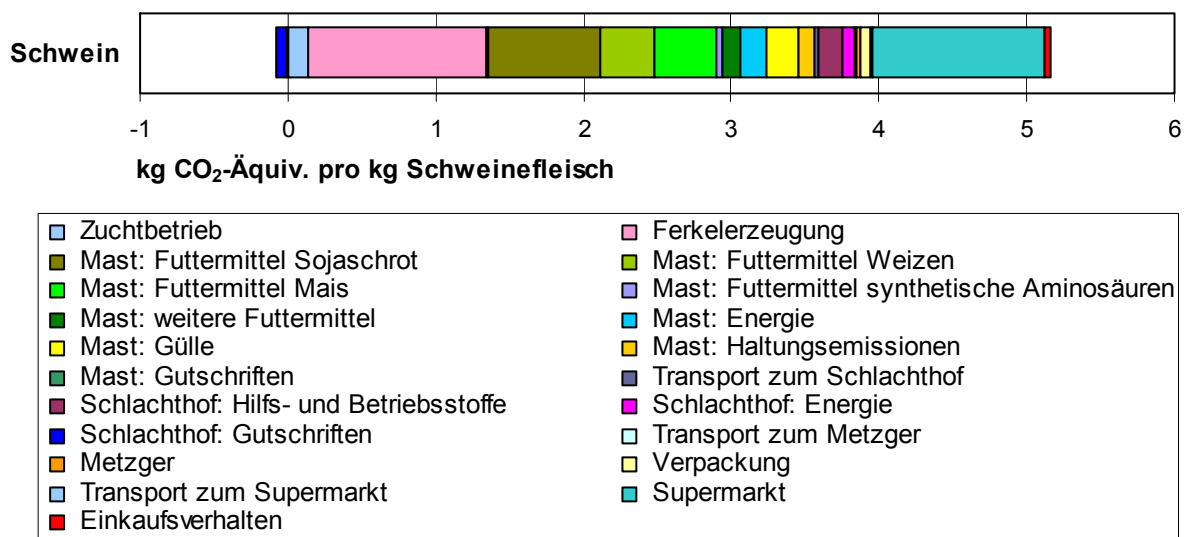
Welcher einzelne Lebenswegabschnitt bei einem typischen Rind- bzw. Schweinefleischlebensweg welchen Anteil am Gesamt-CO₂-Fußabdruck des Fleisches hat, ist in Abb. 4-2 und Abb. 4-3 dargestellt. Es zeigt sich:

Dominierend für den CO₂-Fußabdruck von Schweinefleisch sind die Ferkelproduktion, die Bereitstellung von Sojaprodukten für die Fütterung und die Kühlaufwendungen im Supermarkt. Ebenfalls relevant sind die weiteren Futterkomponenten Weizen und Mais.

In der Rindfleischproduktion sind die Methanemissionen aus der Verdauung („Mast: Haltungsemissionen“) die wichtigste Einflussgröße. Darüber hinaus ist die Bereitstellung des Grundfutters (hier: Maissilage) sowie weiterer Futterkomponenten (insbesondere: Soja) von hoher Bedeutung. Aber auch die Emissionen aus der Gülle (Methan und Lachgas), die Kälbererzeugung (Allokation von 5 % der Aufwendungen im Milchviehbetrieb) sowie aus der Kühlung im Supermarkt fallen ins Gewicht.

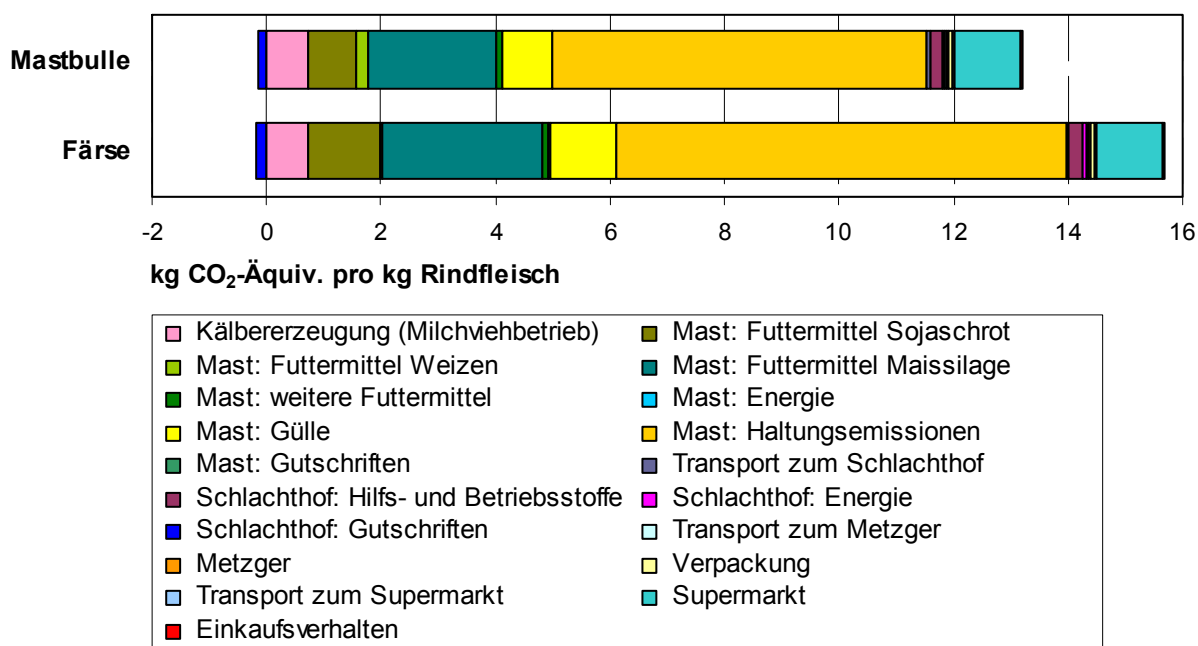
Neben den Aufwendungen gibt es in der Klimabilanz für Fleisch auch kleine Gutschriften: nämlich für die Nutzung der Schlachtabfälle (siehe Anhang Kapitel 10). Diese sind jedoch minimal.

Die klimawirksamen Methanemissionen aus der Gülle können reduziert werden, wenn Gülle in landwirtschaftlichen Biogasanlagen zur Energieerzeugung eingesetzt wird. In diesem Fall werden zusätzlich zu den verringerten Methanemissionen auch Treibhausgas-Gutschriften für den Strom und die Wärme gegeben, die aus dem Biogas erzeugt werden. Denn Strom und Wärme aus Biogas ersetzen Strom und Wärme aus fossilen Quellen.



IFEU 2012

Abb. 4-2 CO₂-Fußabdruck von Schweinefleisch: Einfluss der einzelnen Lebenswegabschnitte im typischen Szenario.



IFEU 2012

Abb. 4-3 CO₂-Fußabdruck von Rindfleisch (Mastbullen und Mastfärsen): Standard-szenario, maissilagebasierte Fütterung.

4.2 Landwirtschaft

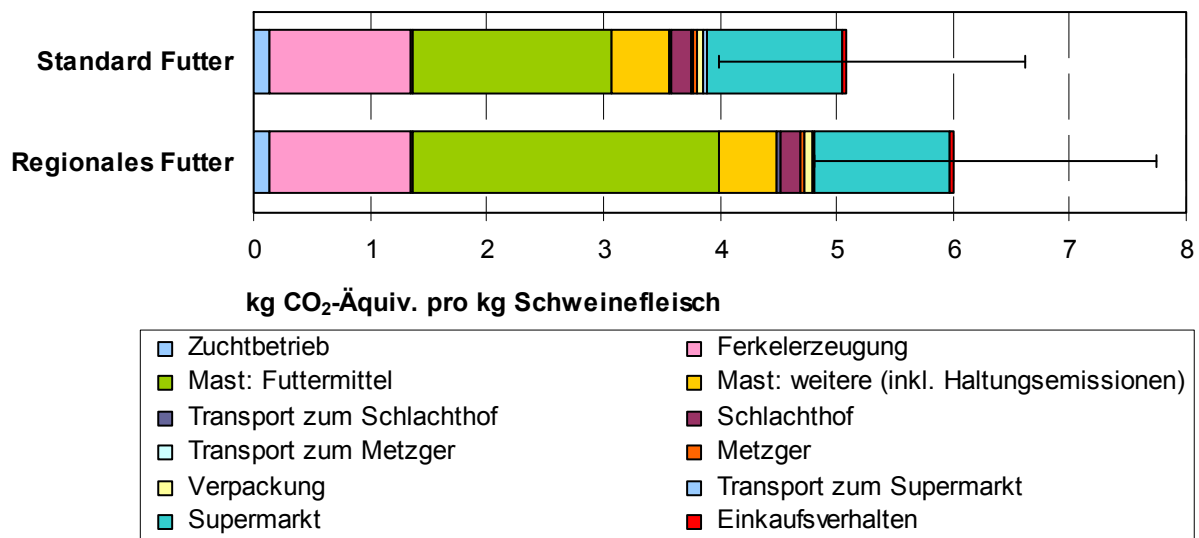
Die folgenden Unterkapitel behandeln den Einfluss der Landwirtschaft auf den CO₂-Fußabdruck von Fleisch. Zur Landwirtschaft („grüner Bereich“ der Fleisch-Wertschöpfungskette) zählen die Futtermittelerzeugung, die Kälber- bzw. Ferkelerzeugung und die Mast, jeweils mit allen ihren Inputs. Dabei werden verschiedene Fütterungsszenarien unterschieden.

4.2.1 Vergleich von Schweine- und Rindermast

In der folgenden Grafik ist dargestellt, welchen Einfluss die Fütterung und die sonstigen Aufwendungen auf den CO₂-Fußabdruck der Tierproduktion haben.

Grundsätzlich werden für die Erzeugung von Schweinefleisch weniger Futtermittel benötigt: Schweine haben eine bessere Futtermittelverwertung (Gewichtszuwachs je kg Futtermittel). Sie haben aber auch andere physiologische Ansprüche an die Futtermittelzusammensetzung: Während bei der Rinderfütterung überwiegend Raufuttermittel eingesetzt (Maissilage, Grassilage) und nur zu einem geringen Anteil Kraftfuttermittel (Getreide, Soja), werden Schweine fast ausschließlich mit Getreide und Soja oder anderen energie- und eiweißreichen Futtermitteln ernährt. Ein wesentlicher Unterschied in der Umweltbilanz der landwirtschaftlichen Erzeugung von Schweinen und Rindern besteht in der Tatsache, dass in der Rinderhaltung durch die Pansenfermentation deutlich mehr treibhauswirksame Gase entstehen.

4.2.2 Varianten in der Schweinemast



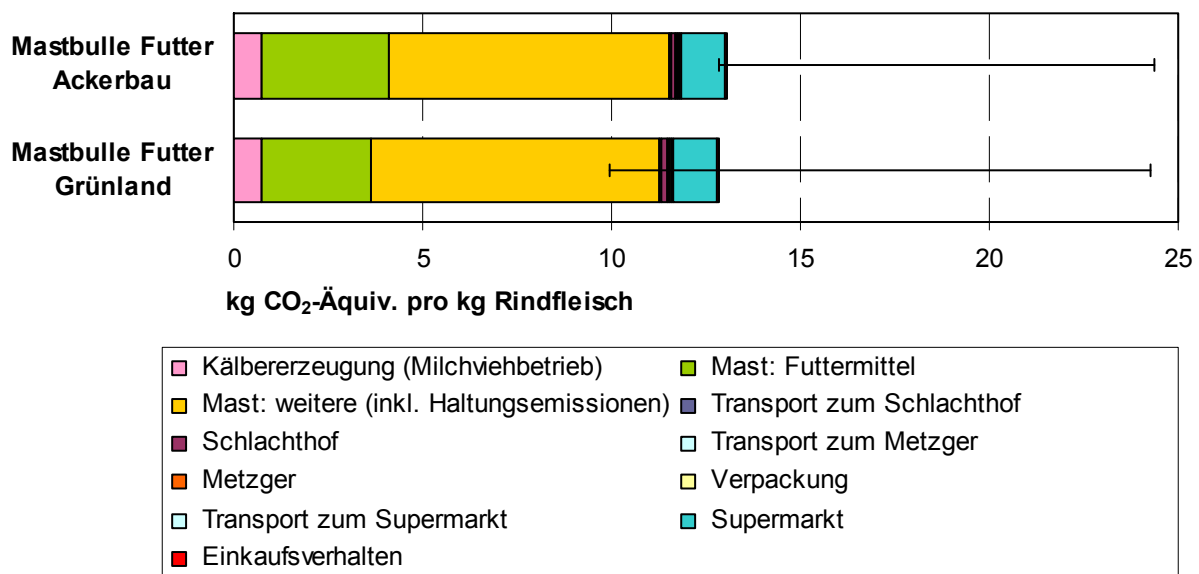
IFEU 2012

Abb. 4-4 CO₂-Fußabdruck von Schweinefleisch: Vergleich von Fleisch aus einem Standard-Mastverfahren mit Fleisch aus einem Mastbetrieb mit Einsatz regionaler Futterkomponenten.

Aus Klimasicht interessant ist der Vergleich verschiedener Rationsgestaltungen bei der Mast. Standardmäßig wurde davon ausgegangen, dass neben anderen Bestandteilen auch importiertes Sojaschrot eingesetzt wird. Bei diesem wurde als Landnutzungsänderung im Standardfall die vorherige Nutzung als Grasland angenommen (mehr zu diesem Thema siehe Kapitel 4.2.4). In der Variante „Regionales Futter“ wurde auf die Verfütterung von Sojaschrot verzichtet und stattdessen eine ausschließlich aus regional erzeugbaren Futterkomponenten basierende Fütterung angesetzt. Statt Soja wurden Rapskuchen und Molkepulver als Eiweißfuttermittel angesetzt. Die Ergebnisse sind in Abb. 4-4 dargestellt: Das regionale Futter schneidet hinsichtlich des CO₂-Fußabdrucks um knappe 20 % schlechter ab als das Standardfutter mit Sojaschrot. Dies ist auf die Verwendung von Molkepulver im regionalen Futter zurückzuführen. Die Trocknung der Molke ist mit hohem Energieaufwand und damit hohen Treibhausgasemissionen verbunden. Die Treibhausgasbilanz der regionalen Fütterung kann relativ gesehen jedoch besser sein als die Standardfütterung mit importiertem Soja, wenn es für den Sojaanbau zu Waldabholzungen kommt (siehe Kapitel 4.2.4). Aus Sicht des Klimaschutzes ist zu empfehlen, die Rationsgestaltung mit anderen, regional anbaubaren Eiweißfuttermitteln (z.B. heimischen Körnerleguminosen) weiter zu untersuchen. Dabei ist zu beachten, dass möglichst ähnliche Flächenerträge erzielt werden sollten wie im amerikanischen Sojaanbau. Denn falls in Europa deutlich mehr Fläche zur Erzeugung der gleichen Menge Eiweiß benötigt wird als in anderen Regionen, kann eine Verlagerung des Futteranbaus nach Europa und eine dadurch bedingte Verdrängung anderer Kulturpflanzen dazu führen, dass weltweit insgesamt mehr Anbaufläche für die gleiche Menge an Futter benötigt wird. Auch in diesem Fall kann es zur Ausdehnung von Ackerflächen auf Kosten von Wäldern und anderen natürlichen Ökosystemen kommen.

4.2.3 Varianten in der Rindermast

In der Rindermast sind zwei Rationstypen zu unterscheiden: eine maissilagebasierte Ration („Futter Ackerbau“) und eine grassilagebasierte Ration („Futter Grünland“). Aus Klimasichtpunkten zeigen beide Szenarien wenig Unterschiede (siehe Abb. 4-5). Die Bereitstellung von Maissilage ist mit geringfügig weniger Treibhausgasemissionen verbunden als die von Grassilage. Bei der Mast mit Maissilage wird jedoch etwas mehr Soja eingesetzt, um die erwünschten Eiweißgehalte zu erzielen, was diese hinsichtlich des CO₂-Fußabdrucks schlechter abschneiden lässt als die Mast mit Grassilage. Ein wichtiger Vorteil der Grasration besteht darin, dass weniger Nutzungskonkurrenzen bestehen. Die für den Futteranbau kostengünstig verfügbaren Ackerflächen sinken derzeit durch die wachsende Nachfrage nach Ackerflächen für den Anbau von nachwachsenden Rohstoffen, insbesondere für den Anbau von Mais für die Biogaserzeugung. Welche der beiden Rationsgestaltungen gewählt wird, kann vom Landwirt jedoch häufig nicht frei gewählt werden, sondern hängt vom Standort ab: nämlich davon, ob sich sein Betrieb in einer Grünlandregion oder einer Ackerbauregion befindet.



IFEU 2012

Abb. 4-5 CO₂-Fußabdruck von Rindfleisch (Mastbulle): Vergleich zweier Rationstypen. Ackerbau: Maissilage-basierte Ration. Grünland: Grassilage-basierte Ration.

Die Bandbreiten reichen bei beiden Mastarten bis zu Höchstwerten, die beinahe das Doppelte des Standardfalls darstellen. Grund hierfür ist insbesondere die Bandbreite in den Emissionen aus der Pansenfermentation.

4.2.4 Exkurs: Einfluss von Landnutzungsänderungen auf die Treibhausgasbilanz von Fleisch

Der Einsatz von Sojaschrot in der Mast von u. a. Rindern und Schweinen ist verbunden mit einer großen Gefahr von Landnutzungsänderungen (engl.: „land use change“, LUC) in den Sojaanbaubereichen. Wird Soja direkt auf Flächen angebaut, die vorher einer anderen Nutzungsart unterlagen, spricht man von direkten Landnutzungsänderungen („direct land use change“, dLUC). Wird Soja für Futterzwecke auf Flächen angebaut, die vormalig schon landwirtschaftlich genutzt wurden (z.B. für die Lebensmittelerzeugung), besteht die Gefahr, dass diese vormalige Produktion auf andere Flächen ausweicht, auf denen es dann zu Landnutzungsänderungen kommt; dies wird als „indirect land use change“ oder iLUC bezeichnet. Der Einfluss von Landnutzungsänderungen auf den CO₂-Fußabdruck hängt davon ab, welcher Vegetationstyp in Sojaanbauflächen umgewandelt wird. Abb. 4-6 stellt den Einfluss verschiedener Landnutzungsänderungen auf den CO₂-Fußabdruck von Rind- und Schweinefleisch dar. Standardmäßig wurde in dieser Untersuchung eine vorherige Nutzung der Sojaanbaufläche als Grasland angenommen. Diese Werte wurden mit einer Futtererzeugung ohne Landnutzungsänderung sowie unter Berücksichtigung von Regenwaldabholzungen verglichen.

Es zeigt sich: Der CO₂-Fußabdruck von Schweinefleisch (Standardration) kann sich durch Landnutzungsänderungseffekte fast verdreifachen. Selbst bei der hier definierten „Regio-

nenalen Fütterung“ kann sich der CO₂-Fußabdruck immer noch mehr als verdoppeln. Dies liegt daran, dass nur für die Mast selbst eine regionale Fütterung definiert wurde, während in den Zucht- und Vermehrungsbetrieben weiterhin Soja eingesetzt wird. Treten Regenwaldabholzungen auf, so ist das regionale Futter – das im Normalfall (LUC Grasland) etwas schlechter abschneidet als die Standardration – aus Klimaschutzsicht deutlich günstiger. Allerdings: Wenn die Verlagerung des Futtermittelanbaus nach Europa andere Kulturen ins Ausland verdrängt, kann dies es aufgrund der unterschiedlichen Flächenerträge dazu führen, dass die benötigte Ackerfläche insgesamt steigt. Auch dadurch kann es zu Regenwaldabholzungen und anderen umweltschädlichen Landnutzungsänderungen kommen. Hier besteht weiterer Forschungsbedarf.

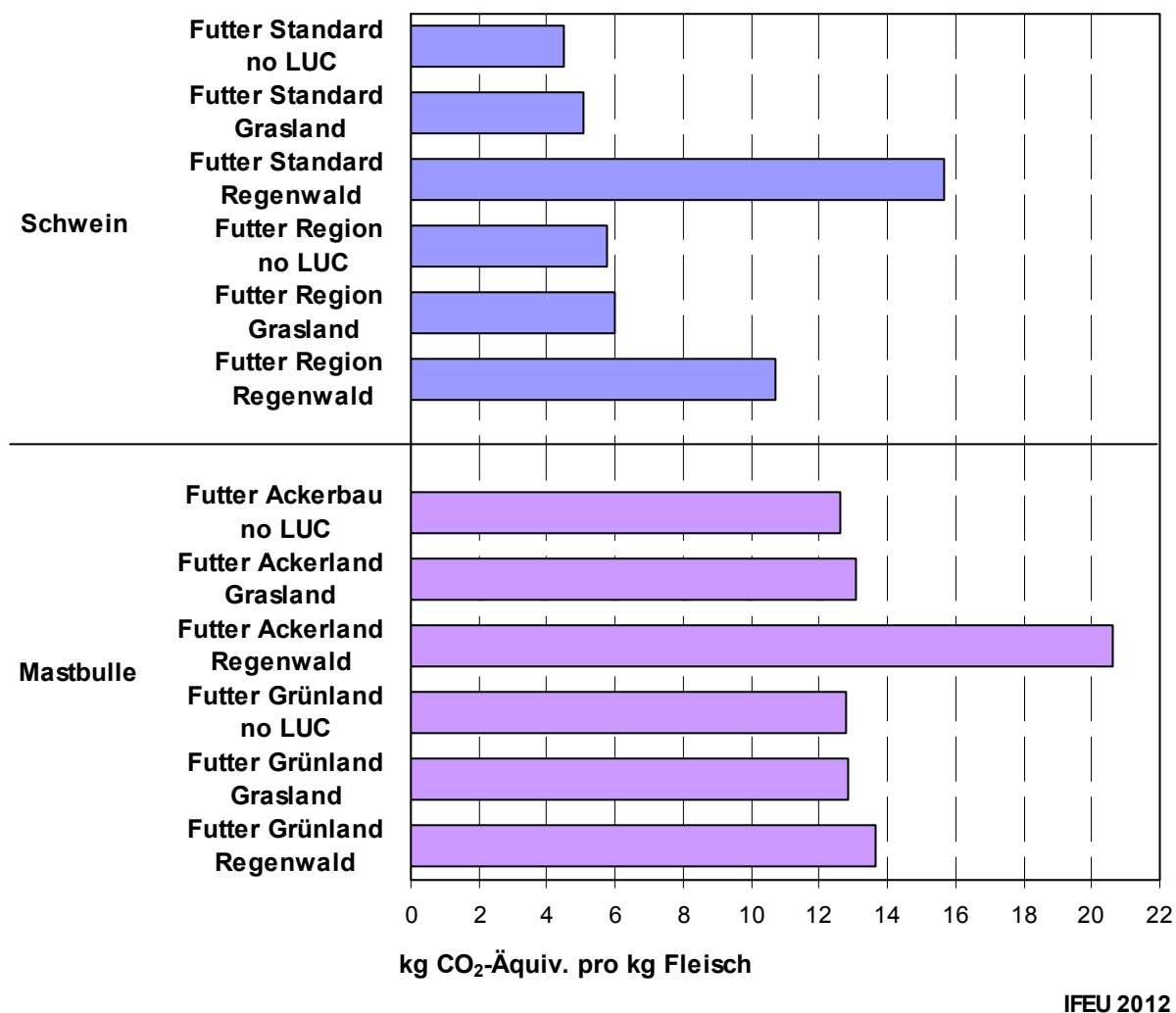


Abb. 4-6 Einfluss von Landnutzungsänderungen auf den CO₂-Fußabdruck von Fleisch.

Bei der Rindermast hat der Zusatz von Sojaschrot zur Mast im Ackerland-Szenario (hauptsächlich Maissilage) ebenfalls gravierende Auswirkungen, wenn die Landnutzungsänderungen Regenwald betreffen. Der CO₂-Fußabdruck kann dadurch um mehr als 50 % steigen. Demgegenüber wird bei der Grünland-Fütterung (Grassilage) Sojaschrot nur in ge-

ringen Mengen eingesetzt. Der Einfluss von Landnutzungsänderungen in Sojaanbauregionen ist daher gering.

Beachtenswert ist ferner, dass der CO₂-Fußabdruck von Schweinefleisch im Falle von Landnutzungsänderungen durch den Sojaanbau schlechter ausfallen kann als der CO₂-Fußabdruck von Rindfleisch aus heimischen Grünlandregionen.

Der Aspekt der Landnutzungsänderungen ist insbesondere unter dem Gesichtspunkt von weltweit steigendem Fleischkonsum bei einer gleichzeitig knappen Verfügbarkeit von Futteranbauflächen von großer Bedeutung. Neben dem CO₂-Fußabdruck ist auch die Flächenkonkurrenz zur Produktion von Grundnahrungsmitteln von großem politischem Interesse.

4.3 Schlachthof

In diesem Unterkapitel wird die Bedeutung des Transports zum Schlachthof sowie der Schlachtung selbst für den CO₂-Fußabdruck von Fleisch untersucht.

4.3.1 Transport zum Schlachthof

Beim Transport zum Schlachthof wurde eine mittlere Transportentfernung von ca. 100 km mit LKWs verschiedenen Typs sowie PKW mit Anhänger ermittelt.

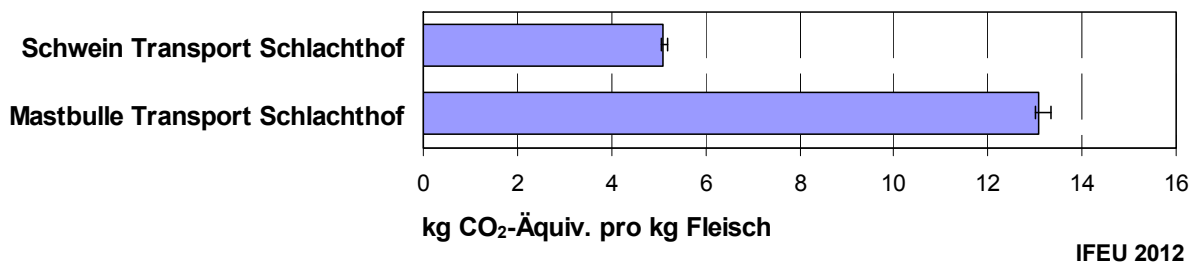


Abb. 4-7 Einfluss des Transportes zum Schlachthof auf den CO₂-Fußabdruck von Schweine- und Rindfleisch. Farbiger Balken: typischer CO₂-Fußabdruck von Fleisch. Varianzbalken: Best Case und Worst Case im Hinblick auf die Transportaufwendungen. Best Case: 15 km, 40-t-LKW, volle Auslastung. Worst Case: Anlieferung mit PKW-Anhänger, 120 km.

Es zeigt sich: Der Transport zum Schlachthof hat bei regionalem Fleisch nur einen sehr geringen Einfluss auf den CO₂-Fußabdruck von sowohl Rind- als auch Schweinefleisch, wie an den Balken zur Bandbreite zu sehen ist. Mit 1-2 % Anteil an den gesamten Treibhausgasemissionen spielt er nur eine untergeordnete Rolle.

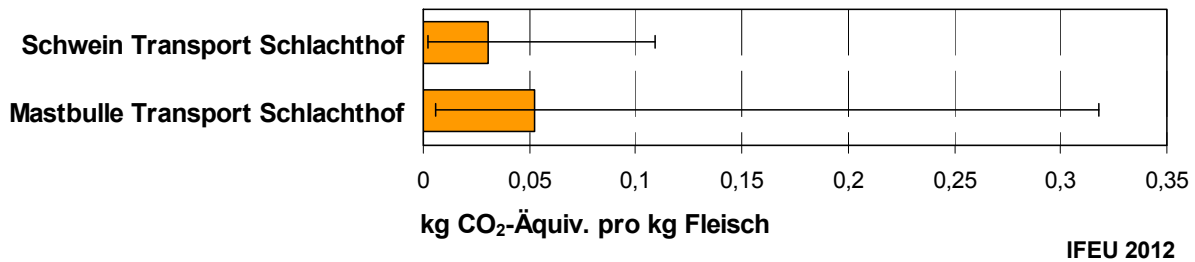


Abb. 4-8 CO₂-Fußabdruck des Lebenswegabschnittes „Transport zum Schlachthof“ für Schweine- und Rindfleisch. Farbiger Balken: typischer CO₂-Fußabdruck von Fleisch. Varianzbalken: Best Case und Worst Case im Hinblick auf die Transportaufwendungen. Best Case: 15 km , 40-t-LKW, volle Auslastung. Worst Case: Anlieferung mit PKW-Anhänger, 120 km.

Abb. 4-8 zeigt nur die Aufwendungen für den Lebenswegabschnitt „Transport zum Schlachthof“ im Vergleich der beiden Fleischarten. Grundlage für die Transporte sind Betriebsdaten für Fahrzeugtypen, Tiere je Ladung und Transportentfernungen, die von Ulmer Fleisch zur Verfügung gestellt wurden. Gut zu sehen ist die große Bandbreite der Aufwendungen, bei gleichzeitig geringen absoluten Werten. Die Bandbreite wurde wie folgt definiert: Der Best Case stellt einen Transport des Fleisches mit einem voll ausgelasteten 40-t-LKW bei einer Transportentfernung von 15 km dar (entspricht der Lieferung von einem großen Mastbetrieb in der Nähe des Schlachtbetriebes). Der Worst Case stellt einen Transport mit einem PKW mit Anhänger über einer Entfernung von 120 km dar. Die Unterschiede zwischen den Treibhausgasemissionen des Transportes für Schwein und Rind liegen darin begründet, dass beim Transport von Schweinen eine bessere Auslastung der Fahrzeuge erzielt wird. Die Abbildung macht deutlich, dass absolut gesehen sehr wohl erhebliche Optimierungspotenziale im Transport zum Schlachthof bestehen. Diese fallen nur angesichts des hohen Gesamt-CO₂-Fußabdrucks von Fleisch nicht ins Gewicht. Da bei weiteren Transportentfernungen schon aus ökonomischen Gründen eher große, gut ausgelastete LKW verwendet werden, spielen selbst überregionale Transporte für die Gesamtbilanz eine untergeordnete Rolle: Ein Transport von ca. 750 km mit einem vollen Viehtransporter (3-Stock Sattelzug, ca. 190 Mastschweine) entspricht im Hinblick auf die CO₂-Bilanz je Kilogramm Schweinefleisch in etwa dem Transport von 120 km im PKW-Anhänger (der maximal 15 Schweine fasst).

4.3.2 Schlachtung

Unterschiede im CO₂-Fußabdruck der Schlachtung ergeben sich aus unterschiedlichen Energieeffizienzen verschiedener Betriebe. Hierbei ergibt sich die Bandbreite aus einem Best Case, in dem ein moderner energieeffizienter Schlachthof bilanziert wurde, und einem Worst Case, bei dem veraltete Technik mit geringer Energieeffizienz angesetzt wurde.

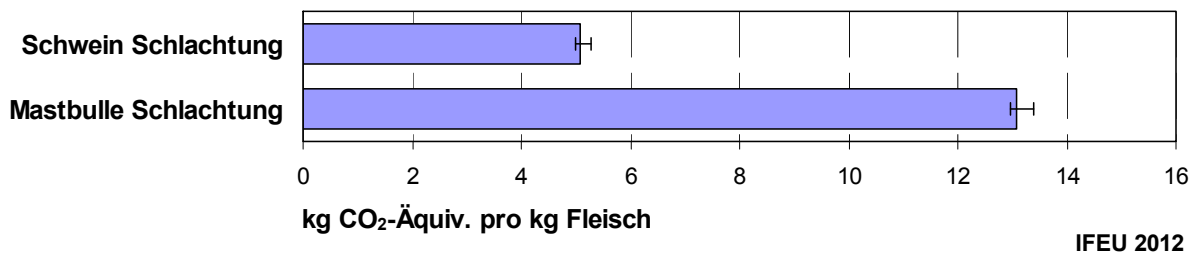


Abb. 4-9 CO₂-Fußabdruck von Schweine- und Rindfleisch in Abhängigkeit vom Stand der Technik und der Energieeffizienz des Schlachthofes. Farbiger Balken: typischer CO₂-Fußabdruck von Fleisch. Varianzbalken: Best Case und Worst Case im Hinblick auf den Stand der Technik und die Energieeffizienz im Schlachthof.

Die Ergebnisse in Abb. 4-9 zeigen die geringe Bedeutung dieses Lebenswegabschnittes auf den gesamten CO₂-Fußabdruck von Rind- und Schweinefleisch auf. Mit nur 1-3 % Anteil an den gesamten Treibhausgasemissionen hat die Schlachtung einen ähnlich geringen Einfluss wie der Transport zum Schlachthof (siehe vorheriges Kapitel 4.3.1).

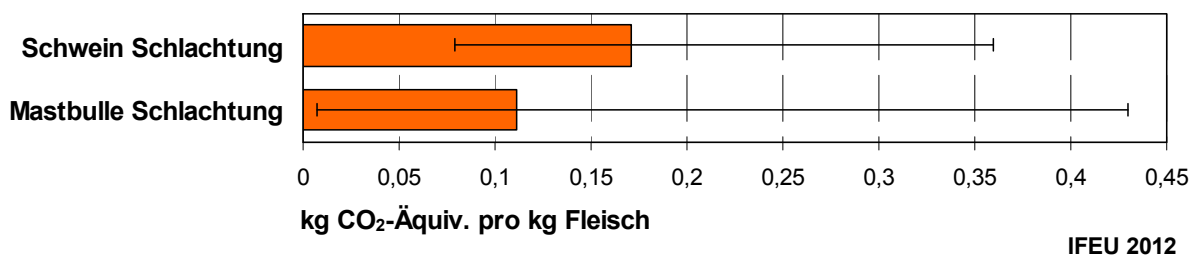


Abb. 4-10 CO₂-Fußabdruck des Lebenswegabschnittes „Schlachthof“ für Schweine- und Rindfleisch.

Die Unterschiede zwischen der Schlachtung von Rind und Schwein (siehe Abb. 4-10) beruhen vor allem auf den hohen Energieaufwendungen für das Abflämmen der Schweine. Hierbei durchlaufen diese einen Abflammtunnel, in dem die Borsten abgebrannt werden. Dies ersetzt beim Schwein den Prozess des Abziehens der Haut. Beim Rind wird die Haut mit samt Fell abgezogen, so dass keine hohen Energieaufwendungen und damit Treibhausgasemissionen wie für das Abflämmen beim Schwein anfallen. Die Aufwendungen in der Rinderschlachtung weisen jedoch eine größere Bandbreite auf, so dass der Worst Case mit höheren Treibhausgasemissionen als beim Schwein verbunden ist. Dies liegt vor allem darin begründet, dass die Schlachtkörper weniger homogen sind. Die Best Case-Berechnungen zeigen, dass in der Energieeffizienz der Schlachtung sehr wohl noch deutliche Einsparungen möglich sind. Bei Rindfleisch können im Best Case die Aufwendungen für Betriebs- und Hilfsstoffe und der Energieaufwand soweit reduziert werden, dass die Aufwendungen fast vollständig durch die Gutschriften für die Nebenprodukte kompensiert werden und die Bilanz damit fast ausgeglichen ist. Dazu ist jedoch eine Reduzierung des Aufwands and Hilfs- und Betriebsstoffen von ca. 40 % erforderlich.

In dieser Studie wurde davon ausgegangen, dass die Abfälle aus dem Schlachthof über Tierkörperbeseitigungsanstalten (TBAs) entsorgt und dort entsprechend den Angaben der Servicegesellschaft Tierische Nebenerzeugnisse verwertet werden. Dazu zählt insbesondere

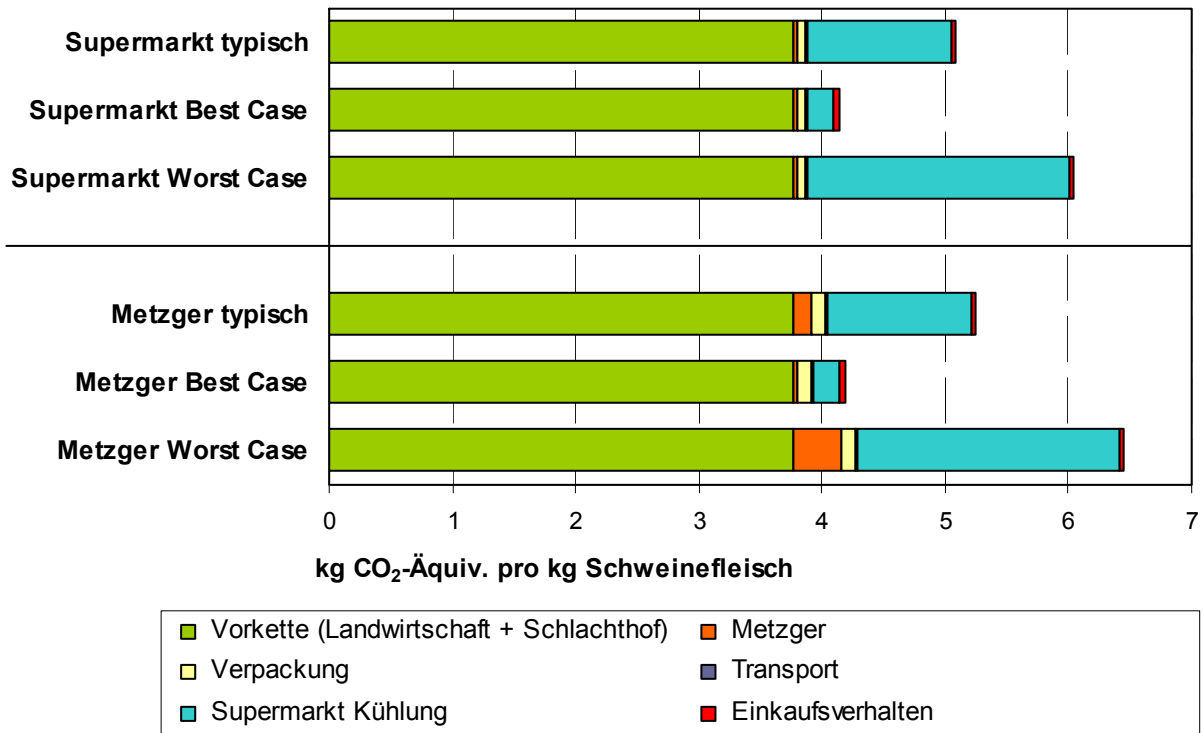
die Verbrennung zur Energiebereitstellung (Details siehe Kapitel 10.1 im Anhang). Unter Umständen könnten durch die Vergärung von Schlachtabfällen höhere Energiegutschriften erzielt werden als durch die Verbrennung des feuchten Materials in TBAs. Dabei ist jedoch zu bedenken, dass Schlachthofabfälle bei der Vergärung in Biogasanlagen sterilisiert werden müssen, wozu wiederum ein erheblicher Energieaufwand erforderlich ist (EU 2002). Die Netto-Treibhausgasbilanz beider Nutzungsvarianten im Vergleich konnte im Rahmen dieser Studie nicht weiter untersucht werden. Neben der Treibhausgasbilanz sind im Hinblick auf die Verwendung von Schlachthofabfällen unbedingt Hygieneaspekte mit zu bedenken, um human- oder ökotoxische Effekte auszuschließen.

4.4 Vermarktung

Im Folgenden wird der Einfluss der Vermarktung am Beispiel des CO₂-Fußabdrucks von Schweinefleisch dargestellt. Hierbei wird auf der einen Seite der Einfluss der Verkäufer untersucht, auf der anderen Seite der Einfluss der Konsumenten.

4.4.1 Verpackung und Distribution

Der größte Einfluss auf die Treibhausgasemissionen bei der Verpackung und der Distribution von Fleisch liegt bei der Kühlung im Supermarkt bzw. in der Metzgereitheke (siehe Abb. 4-11). Demgegenüber fallen die Unterschiede bei der Verpackung kaum ins Gewicht (PE-Schalen bzw. Tütenverpackung); und auch die Unterschiede hinsichtlich der Energieeffizienz beim Metzger sind nur von untergeordneter Bedeutung. Der Energiebedarf für die Kühlung in Kühlregalen bzw. -theken kann jedoch stark schwanken, und zwar um bis zu 2 kg CO₂-Äquivalente pro kg Schweinefleisch. Die Kühlung macht damit bis zu $\frac{1}{3}$ des gesamten CO₂-Fußabdrucks aus. Damit stellt dieser Lebenswegabschnitt eine wichtige Stellschraube zur Verringerung der Treibhausgasemissionen bei der Produktion und Vermarktung von Fleisch dar. Im Worst Case wurden offene Kühlregale mit einer geringen Energieeffizienz und einer langen Verweilzeit im Kühlregal angesetzt, im Best Case geschlossene Kühlregale mit einer hohen Energieeffizienz und einer geringen Verweilzeit. Mögliche Optimierungsaspekte sind modernste Kühlanlagen mit höchstmöglicher Energieeffizienz bei einer möglichst geringen Lagerdauer.

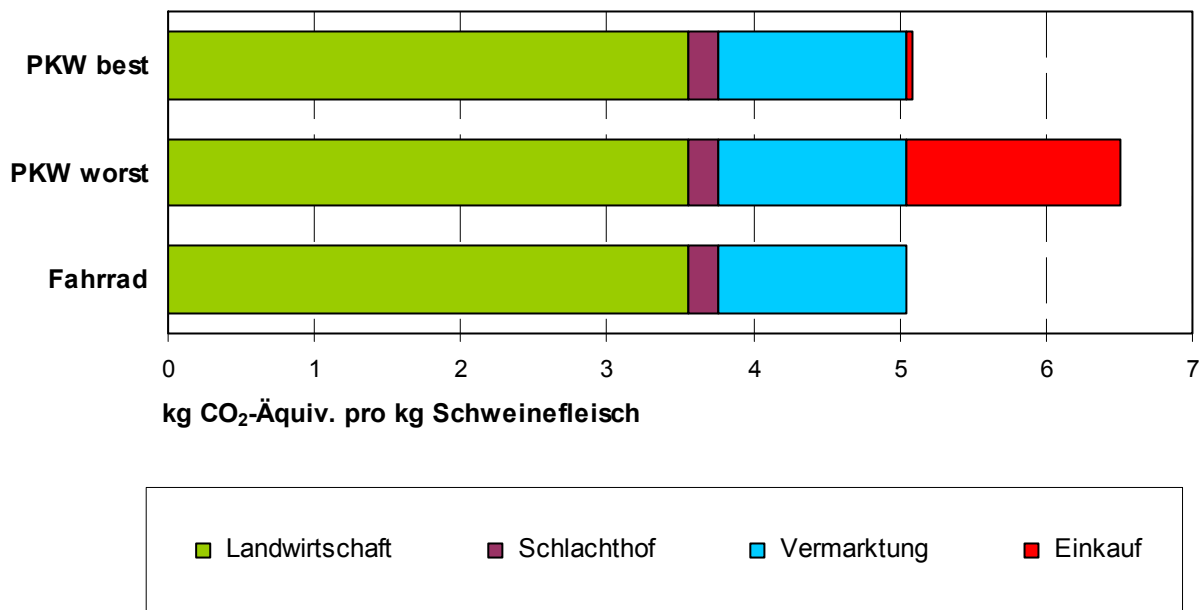


IFEU 2012

Abb. 4-11 CO₂-Fußabdruck von Schweinefleisch für zwei Distributionswege (Supermarkt und Metzger) und verschiedene Szenarien.

4.4.2 Einkaufsverhalten

Das Einkaufsverhalten stellt den Lebenswegabschnitt dar, der komplett von den Verbrauchern bestimmt wird. In diesem Projekt wurden drei verschiedene Szenarien untersucht. Im Szenario „PKW best“ wurde 1 kg Schweinefleisch als Teil eines Großeinkaufs von 20 kg gemischter Ware angesetzt, bei dem 5 km Fahrtstrecke zurückgelegt werden. Demgegenüber steht „PKW worst“ für den Fall, bei dem die gleiche Strecke ausschließlich für den Einkauf von 1 kg Fleisch zurückgelegt wurde. Das dritte Szenario wiederum ist mit keinerlei Treibhausgasemissionen verbunden, da der Einkauf mit dem Fahrrad getätigt wurde. Abb. 4-12 zeigt den Einfluss des Verbraucherverhaltens auf den gesamten CO₂-Fußabdruck von 1 kg Schweinefleisch.



IFEU 2012

Abb. 4-12 Einfluss des Einkaufsverhaltens der Verbraucher auf den CO₂-Fußabdruck von Fleisch. PKW Best Case: Großeinkauf mit dem PKW: 20 kg Ware, ca. 5 km Fahrstrecke. PKW Worst Case: Einzeleinkauf von 1 kg Fleisch, ca. 5 km Fahrstrecke.

Der Unterschied zwischen dem Szenario „Fahrrad“ und „PKW best“ fällt sehr gering aus. Demgegenüber hat das Szenario „PKW worst“ großen Einfluss auf die Treibhausgasemissionen, die mit 1 kg Fleisch verbunden sind. Die Entscheidung, nur für den Einkauf von 1 kg Schweinefleisch eine Entfernung von 5 km mit dem Auto zurückzulegen, kann den CO₂-Fußabdruck von Schweinefleisch um etwa $\frac{1}{3}$ vergrößern.

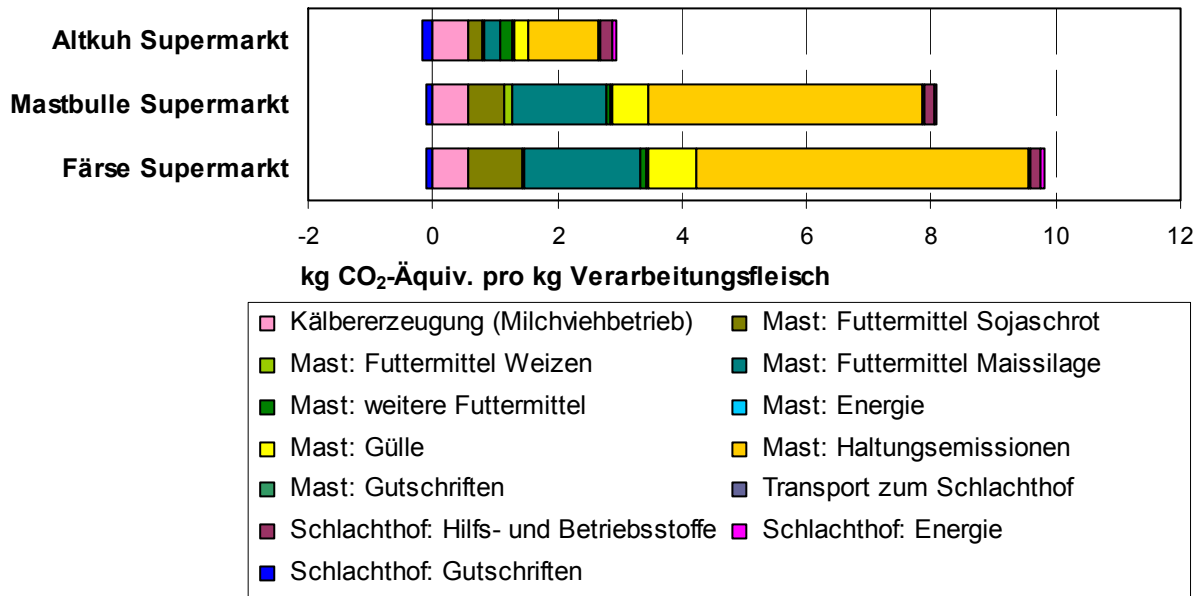
Wichtig in diesem Zusammenhang ist die Aufklärung der Verbraucher über diesen hohen Einfluss, den ihr Verhalten auf den CO₂-Fußabdruck des von ihnen gekauften Fleisches hat. Qualitative Hinweise auf Produkten oder in Metzgereien können zur Aufklärung der Verbraucher führen, damit diese ihr Fleisch möglichst im Rahmen von Großeinkäufen und möglichst ohne zusätzliche Fahrten mit dem PKW erwerben.

4.5 Exkurs: Fleisch von Altkühen

Neben den hochwertigen Fleischstücken fallen bei der Schlachtung und Verarbeitung auch noch solche Fleischanteile an, die nicht zum Verzehr am Stück geeignet sind. Diese werden als Verarbeitungsfleisch zu Wurstwaren weiterverarbeitet. Bei Altkühen werden in der Regel 100 % des Fleisches weiterverarbeitet und nicht als „Steak“ oder „Braten“ angeboten. Fleisch von Altkühen ist daher nicht mit dem bisher betrachteten hochwertigen Fleischstücken von Mastbullen und -färsen vergleichbar, sondern nur mit den Verarbeitungsfleisch-Anteilen von Mastbullen und -färsen. Abb. 4-13 zeigt den CO₂-Fußabdruck, der mit der Produktion dieser

Arten von Verarbeitungsfleisch verbunden ist. Zu beachten ist: Der hier dargestellte CO₂-Fußabdruck bildet nur die Lebenswegabschnitte „Landwirtschaft“ und „Schlachtung“ ab. Die Weiterverarbeitung zu Wurstwaren sowie deren Vermarktung und Einkauf konnten im Rahmen dieser Studie nicht mitbilanziert werden.

Es zeigt sich: Das Fleisch von Altkühen ist mit ca. 25-30 % der Treibhausgasemissionen von Mastbullen- bzw. Färsen-Verarbeitungsfleisch verbunden. Damit ist das Fleisch von Altkühen der klimafreundlichste Rohstoff für Wurstwaren.



IFEU 2012

Abb. 4-13 CO₂-Fußabdruck der Produktion und Vermarktung von Verarbeitungsfleisch.

Grund hierfür ist vor allem, dass der größte Teil der Aufwendungen für die Haltung von Kühen der Milch und den Kälbern zugeordnet wird (siehe Kapitel 10 im Anhang: Übersicht über die verwendeten Allokationsfaktoren und Gutschriften). Altkühe und Mastbulle / Färse sind jedoch gekoppelte Produkte und eine Verschiebung der Wurstwarenproduktion hin zu Altkühen ist dementsprechend nicht einfach möglich. Insofern ist aus Gründen des Klimaschutzes als oberste Prämisse eine möglichst hochwertige und vollständige Verwendung von Verarbeitungsfleisch und weiteren Nebenprodukten der Fleischerzeugung anzusehen.

Fazit: CO₂-Fußabdruck von Schweine- und Rindfleisch aus Baden-Württemberg

Schweinefleisch hat einen nur etwa halb so hohen CO₂-Fußabdruck wie Rindfleisch. Rindfleisch ist daher bei typischen Produktionsbedingungen aus Klimasicht eher nicht zu empfehlen. Der CO₂-Fußabdruck von Fleisch wird allgemein durch die landwirtschaftliche Erzeugung dominiert: Schlachtung und Vermarktung spielen demgegenüber eine untergeordnete Rolle. Bei weltweit steigender Nachfrage nach Fleisch und anderen Agrarprodukten steigt das Risiko von Landnutzungsänderungen. Betroffen sind vor allem die Entwicklungs- und Schwellenländer, in denen die überwiegende Menge des Futtersojas produziert wird. Es sollte daher verstärkt auf eine Fütterung geachtet werden, die das Risiko von Landnutzungsänderungen minimiert. Dies kann durch eine effiziente Futtermittelverwertung, den Ersatz von Soja durch umweltfreundliche Futtermittel aus heimischem Anbau sowie bei Rindern durch eine grünlandbasierte Fütterung erfolgen.

In der Vermarktung lassen sich durch kurze Transportwege, kurze Lagerzeiten und den Einkauf mit dem Fahrrad (oder jedenfalls ohne zusätzliche Autokilometer) Emissionen einsparen.

Auch in der Schlachtung und Anlieferung gibt es noch Einsparpotenziale. Wegen der geringen Anteile dieser Lebenswegabschnitte an der Gesamtbilanz fällt dies jedoch im Endergebnis kaum ins Gewicht.

Fleisch von Altkühen weist gegenüber anderem Rindfleisch eine besonders gute Klimabilanz auf und sollte möglichst hochwertig verwendet werden.

5 Andere Umweltwirkungen

In den folgenden Unterkapiteln sind weitere Umweltwirkungen aufgeführt, die bei der Bewertung von Fleisch neben dem CO₂-Fußabdruck eine Rolle spielen. Diese lassen sich unterteilen in quantitative Ergebnisse weiterer Ökobilanz-Kategorien, die entlang des gesamten Lebensweges erfasst wurden (Kapitel 5.1) sowie andere Umweltwirkungen, die eine besondere Relevanz für die Landwirtschaft haben und nur für die Futtermittelerzeugung bilanziert wurden (Kapitel 5.2).

5.1 Ökobilanzwirkungskategorien

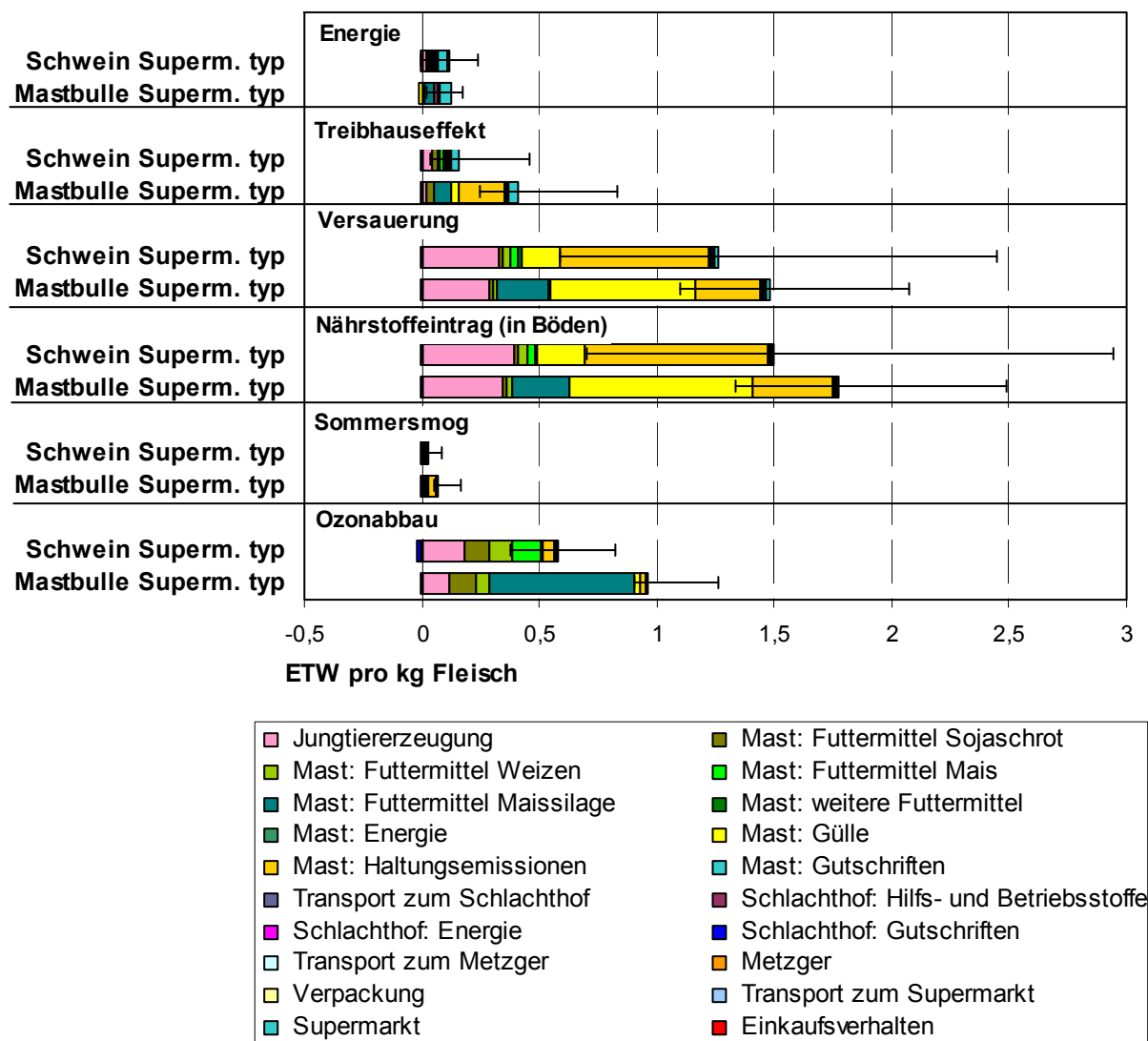
In Abb. 5-1 sind weitere Ökobilanz-Umweltwirkungen von Fleisch in Einwohnertageswerten (ETW) dargestellt (zur Berechnung von ETW: siehe Abschnitt „Normierung“ im Kapitel 2.5). Beispielsweise verursacht der Verzehr von 1 kg Schweinefleisch im typischen Szenario etwa 25 % mehr zur Versauerung beitragende Emissionen als ein bundesdeutscher Durchschnittsbürger insgesamt an einem Tag verursacht. Bei Rindfleisch sind es fast 50 %. Das bedeutet: Der Verzehr eines 250-g-Schweineschnittzels verursacht alleine ca. 30 % der versauernden Emissionen, die ein Bundesbürger insgesamt – über seinen gesamten Konsum und Lebensstil – an einem Tag verursacht. Ein 250-g-Rinderschnitzel entspricht typischerweise sogar 37 % dieser Emissionen. In Bezug auf die Nährstoffeinträge über die Luft in Böden sind die Ergebnisse ähnlich. Im schlechtesten Fall können in beiden Wirkungskategorien Werte bis 3 ETW je kg Fleisch auftreten: Dann wäre mit dem Kauf eines großen Steaks bzw. Schnitzzels schon das Tagesbudget einer Person erreicht. Diese Person dürfte dann an diesem Tag nichts anderes mehr konsumieren, wenn die Umweltbelastung nicht überdurchschnittlich sein soll.

Als dritte wichtige Umweltwirkungskategorie ist der Ozonabbau zu nennen: Hier entspricht 1 kg Fleisch etwa 0,6 – 1 ETW. Der Beitrag der Fleischproduktion zu dieser Umweltwirkung ist damit etwas geringer als der Beitrag zu den versauernden Emissionen und Nährstoffeinträgen, aber immer noch deutlich höher als der Beitrag der Fleischerzeugung zum Treibhauseffekt.

Wichtigste Einflussfaktoren auf die Versauerung und die Nährstoffeinträge in Böden sind sowohl bei Rind- als auch bei Schweinefleisch die Ammoniakemissionen aus der Gülle, die stark vom Haltungsverfahren sowie der Art- und Weise der Lagerung und Ausbringung abhängen. Ammoniakemissionen entstehen zudem auch durch die Düngung im Futtermittelanbau. Wichtigste Einflussgröße auf den Ozonabbau sind die Lachgasemissionen (N₂O), die durch die Herstellung und Ausbringung von Düngemitteln im Futterbau sowie ebenfalls aus der Gülle entstehen.

Die anderen Umweltwirkungen (Energieaufwand und Sommersmog) spielen für die Produktion und Vermarktung von Fleisch eine untergeordnete Rolle. Insbesondere im Zusammenhang mit der Versauerung, dem Nährstoffeintrag über die Luft und dem Ozonabbau wird

jedoch deutlich, dass der CO₂-Fußabdruck als alleiniges Bewertungskriterium bei einer Untersuchung der Umweltauswirkungen von Fleisch zu kurz greift.



IFEU 2012

Abb. 5-1 Auswirkungen der Produktion und Vermarktung von 10 kg Fleisch auf weitere Ökobilanz-Umweltwirkungskategorien.

Fazit: Ergebnisse weiterer Ökobilanz-Kategorien für Schweine- und Rindfleisch aus Baden-Württemberg

Neben dem Klimaeffekt gibt es auch noch weitere Umweltwirkungen, auf die sich die Produktion von Schweine- und Rindfleisch deutlich auswirkt. Hier sind insbesondere die Schädigung natürlicher Ökosysteme durch versauernde Emissionen und Nährstoffeinträge zu nennen, aber auch die Schädigung der Ozonschicht durch Lachgasemissionen aus der Gülle und beim Anbau der Futtermittel.

5.2 Weitere Umweltwirkungen der Landwirtschaft

Im Folgenden sind zwei weitere Umweltwirkungen dargestellt, die im Zusammenhang mit landwirtschaftlichen Prozessen von besonderer Bedeutung sind: Der Flächenbedarf und der Wasserbedarf. Beide Größen spielen für die Futtermittelerzeugung – und damit für die Fleischproduktion – eine bedeutende Rolle. Sie wirken indirekt auch auf weitere Umweltwirkungskategorien, z. B. die Biodiversität oder den Erhalt der Bodenfruchtbarkeit. Diese indirekten Wirkungen konnten im Rahmen dieser Studie jedoch nicht mehr adäquat betrachtet werden.

5.2.1 Flächenbedarf

Zur Erzeugung der Futtermittel für Schweine und Rinder werden Acker- und Grünlandflächen benötigt. Landwirtschaftlich nutzbare Fläche ist eine begrenzte Ressource: Weltweit werden ca. 5 Milliarden Hektar landwirtschaftlich bewirtschaftet. Davon sind etwa 2 Milliarden Hektar Ackerflächen und 3 Milliarden Hektar Grünlandflächen (FAOSTAT 2010 für 2007). Der Anstieg der Weltbevölkerung, eine steigende Nachfrage nach Fleisch sowie der wachsende Flächenbedarf für die Erzeugung von Bioenergie führen zu einem steigenden Bedarf an Anbauflächen. Eine Ausweitung der Ackerfläche erfolgt häufig auf Kosten von Wäldern und anderen natürlichen Ökosystemen. Rodungen zur Gewinnung von Ackerfläche erfolgen derzeit vor allem in tropischen und subtropischen Regionen Asiens, Afrikas und Lateinamerikas. Eine effiziente und umweltgerechte Nutzung der vorhandenen, knappen Flächen ist aus Umweltsicht von größter Bedeutung.

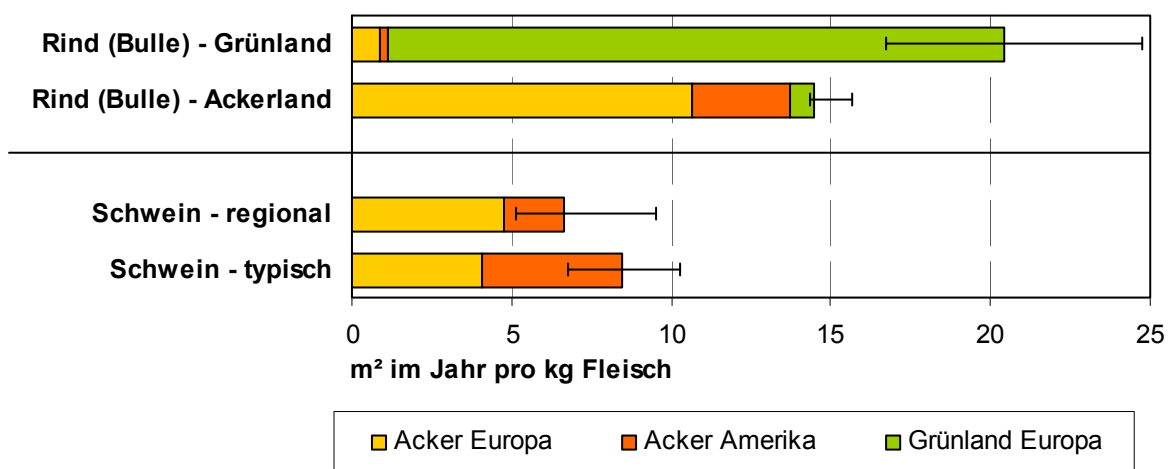
Die Addition verschiedener Flächenarten (Grünland und Ackerland) sowie von Flächen aus verschiedenen Regionen (z. B. in Europa und Amerika) zu einem Gesamt-Flächenbedarf ist nur bedingt sinnvoll, da sich die Flächen in ihrer ökologischen Bedeutung unterscheiden. Im Folgenden wird daher neben der Gesamtfläche auch der Anteil der verschiedenen Flächenarten dargestellt (Abb. 5-2).

Die Auswertung zeigt: Für die Erzeugung von Rindfleisch wird deutlich mehr Fläche benötigt als für die Erzeugung von Schweinefleisch. Dies liegt vor allem an der besseren Futtermittelnutzung von Schweinen, zum anderen an den physiologischen Ansprüchen von Rindern und Schweinen an die Rationsgestaltung: In der Rinderfütterung werden vor allem Raufuttermittel eingesetzt (Grassilage, Maissilage), die eine geringere Energiedichte haben als z. B. Getreide oder Sojabohnen. Die Erzeugung von Rindfleisch mit einer grassilagebasierten Ration benötigt insgesamt deutlich mehr Fläche als die Rindfleischerzeugung mit einer maissilagebasierten Ration, und zwar wegen der geringeren Hektarerträge im Grünland. Es ist allerdings zu beachten, dass Grünland einen höheren ökologischen Wert hat als Ackerflächen. Grünland ist nicht erosionsgefährdet, hat einen höheren Bodenkohlenstoffgehalt (und ist damit ein CO₂-Speicher), wirkt sich regulierend auf den Wasserhaushalt aus und bietet mehr Wildarten Lebensraum als Ackerflächen. Hinzu kommt, dass häufig solche Flächen als Grünland genutzt werden, die für eine ackerbauliche Nutzung gar nicht geeignet wären (z. B. in Hochlagen der Mittelgebirge). Im Hinblick auf die menschliche Ernährung ist Ackerland die knappere Ressource und davon wird bei einer maissilagebasierten Rinderration etwa 10-mal so viel benötigt wie bei einer grassilagebasierten Rinderration.

Eine grasbasierte Rinderration nutzt die Fähigkeit der Rinder, cellulosereiche Pflanzenmasse zu verdauen. Die Rinderhaltung kann damit einen Beitrag dazu leisten, Grünlandaufwüchse ökonomisch zu verwerten, damit Grünland zu erhalten und Ackerfläche zu sparen. Trotz des höheren Gesamtflächenbedarfs ist eine grasbasierte Rinderfütterung aus Umweltsicht daher die bessere Variante.

Der Ackerflächenbedarf in Südamerika ist besonders kritisch zu bewerten, da dort ein hohes Risiko einer Ausweitung der Ackerfläche auf Kosten natürlicher Ökosysteme, z. B. von tropischem Regenwald, besteht (siehe dazu auch Kapitel 4.2.4). Das in der Fütterung eingesetzte Sojaschrot stammt überwiegend aus Sojaanbau in Süd- und Nordamerika. Der Flächenbedarf in Amerika je Kilogramm Fleisch ist bei einer typischen Schweinefütterung und einer ackerlandbasierten Rinderfütterung ähnlich groß. Im Szenario „regionale Schweinefütterung“ ist der Flächenbedarf insgesamt sowie auch der Flächenbedarf in Amerika deutlich geringer. Am geringsten fällt der Flächenbedarf für Soja in Amerika im Szenario „grünlandbasierte Rinderfütterung“ aus.

Die in Abb. 5-2 dargestellte Bandbreite beruht allein auf der Bandbreite im Futtermittelbedarf je Kilogramm Fleisch. Erträge im Futtermittelanbau wurden hier nicht variiert. In der Praxis treten jedoch erhebliche Ertragsschwankungen im Futterbau auf, und zwar sowohl zwischen verschiedenen Anbauregionen als auch jährliche Schwankungen aufgrund der Witterung. Unter Berücksichtigung solcher Ertragsschwankungen ergeben sich noch deutlich größere Bandbreiten im Flächenbedarf.



IFEU 2012

Abb. 5-2 Flächenbedarf von Rind- und Schweinefleisch, unterschieden nach Art der Flächennutzung (Acker, Grünland) und Region der Flächennutzung (Europa, Amerika). Farbiger Balken: Standardszenario. Dünne Linie: Bandbreite (Best Case und Worst Case) des Futtermittelbedarfs. Erträge wurden nicht variiert).

5.2.2 Wasserbedarf

Der Wasserbedarf für die Herstellung von Gütern wird als „virtuelles Wasser“ in der letzten Zeit verstärkt diskutiert (siehe z. B. Vereinigung Deutscher Gewässerschutz 2012). Darunter

wird die Gesamtmenge des für die Herstellung eines Produktes benötigten Wassers verstanden (Chapagain & Hoekstra 2003). Bei Fleischprodukten wird der „virtuelle“ Wasserbedarf wesentlich davon bestimmt, wie viel Wasser die Futterpflanzen zum Wachstum benötigen. Der Wasserbedarf für Tränkwasser und Reinigung macht demgegenüber weniger als 1 % des gesamten Wasserbedarfs aus (bei Schweinefleisch: 20 – 50 L / kg; bei Rindfleisch: 40 – 100 L / kg).

Der Wasserbedarf ist an sich noch keine Umweltwirkung. Denn bei der Bewertung des Wasserbedarfs ist zu beachten, dass Wasser nicht global austauschbar ist: Ein hoher Wasserverbrauch in einer Trockenregion ist anders zu bewerten als der gleiche Wasserverbrauch in einer niederschlagsreichen Region. Außerdem ist zwischen verschiedenen Wasserquellen zu unterscheiden, z. B. ob das Wasser direkt aus dem Niederschlagswasser stammt, das in den landwirtschaftlich genutzten Böden gespeichert ist (sogenanntes „grünes Wasser“), oder ob die Pflanzen mit Grund- oder Oberflächenwasser künstlich bewässert werden (sogenanntes „blaues“ Wasser, Milà i Canals et al. 2009). Während der Verbrauch von „grünem“ Wasser meist ökologisch unbedenklich ist, kann ein hoher Verbrauch von „blauem“ Wasser zu einer erheblichen Beeinträchtigung der lokalen Ökosysteme führen. Der tatsächliche Wasserbedarf für den Anbau einer Kulturpflanze hängt stark von der Temperatur ab und unterliegt daher großen Schwankungen.

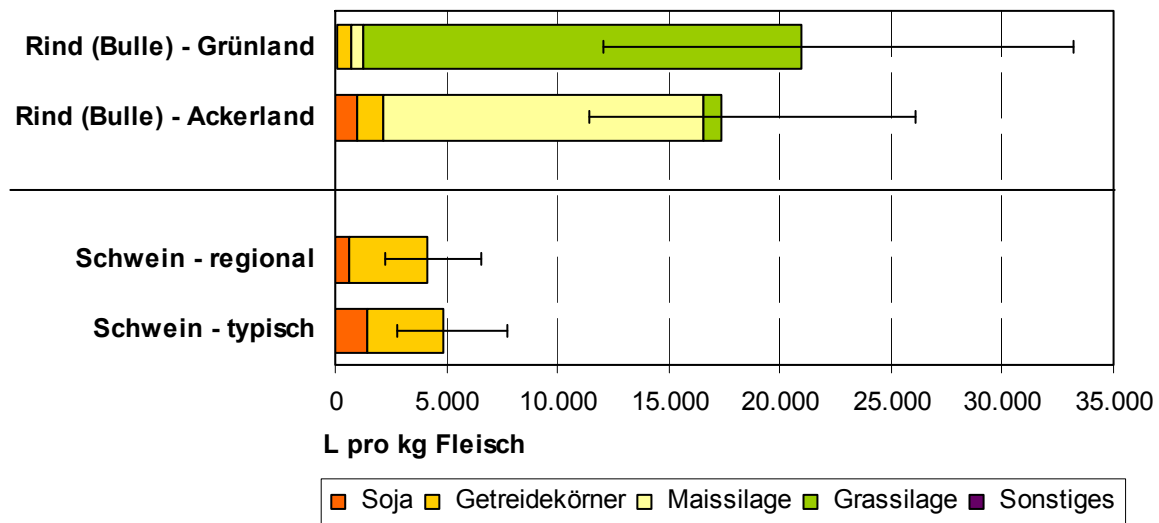
Aus den genannten Gründen ist die Angabe des „virtuellen Wassers“ – ohne weitere Differenzierungen und Bezug zur Wasserverfügbarkeit – aus wissenschaftlicher Sicht nicht als Umweltindikator geeignet.

In Abb. 5-3 sind Schätzwerte für die Wasseraufwendungen bei der Erzeugung von Schweine- und Rindfleisch in Abhängigkeit vom Rationstyp angegeben. Diese Werte beruhen nicht auf detaillierten eigenen Berechnungen und dienen nur als Anhaltswert für die Größenordnung des Wasserbedarfs. Die Daten zum Wasserbedarf der Futterpflanzen basieren auf Angaben von Chapagain & Hoekstra (2003) und geben ein globales Mittel an, sind also nicht spezifisch für die Produktionsbedingungen in Baden-Württemberg bzw. in der jeweiligen Anbauregion der Futtermittel.

Der Wasserbedarf für die Rindfleischerzeugung ist nach diesen Daten deutlich höher als der Gesamtwasserbedarf für die Schweinefleischerzeugung. Etwa 90 % des Wasseraufwands für die Produktion von Rindfleisch entfallen jedoch auf den Wasserbedarf der Raufutterpflanzen (Mais- und Grassilage). Diese Kulturarten werden in der Regel regional angebaut und nicht bewässert, so dass problematische Auswirkungen auf den Wasserhaushalt nicht zu erwarten sind. Insbesondere Grünlandflächen liegen häufig in regenreichen Mittelgebirgslagen. Dort ist eine hohe Verdunstung durch das Gras sogar wünschenswert, um Überschwemmungen zu vermeiden.

Der Wasserbedarf für die Erzeugung von Soja als Importfuttermittel liegt nach diesen Berechnungen bei ca. 1 m³. Soja wird zum Teil bewässert. Sollen negative Auswirkungen auf den Wasserhaushalt in der Anbauregion ausgeschlossen werden, so sollte auf die Verwendung von Soja aus Bewässerungsanbau in Trockengebieten für die Tierfütterung soweit möglich verzichtet werden.

Die großen Bandbreiten verdeutlichen die insgesamt hohe Bandbreite der Daten zum virtuellen Wasser.



IFEU 2012

Abb. 5-3 Wasserbedarf für die Futtermittelerzeugung in der Rind- und Schweinefleischproduktion. Farbiger Balken: Standardszenario. Dünne Linie: Bandbreite.

Fazit: Flächen und Wasserbedarf für die Produktion von baden-württembergischem Schweine- und Rindfleisch

Die landwirtschaftliche Produktion – in diesem Falle die Erzeugung von Futtermitteln für die Mast von Schweinen und Rindern – braucht viel Fläche und Wasser. Fläche und Wasser sind regionale Ressourcen: Wasser kann effizienter nicht global gehandelt werden. Es macht daher aus ökologischer Sicht einen großen Unterschied, ob eine bestimmte Menge Wasser in einem Trockengebiet oder in einer niederschlagsreichen Gegend verbraucht wird. Und auch bei der Flächennutzung macht es einen großen Unterschied, welche Flächen und wo Flächen für die Futtermittelerzeugung genutzt werden. Grundsätzlich braucht die Erzeugung von Rindfleisch deutlich mehr Wasser und Fläche als die Erzeugung von Schweinefleisch. Rindfleisch kann aber auch auf Grünlandflächen erzeugt werden, für die kaum Nutzungsalternativen zur Verfügung stehen, die häufig aus Gründen des Natur- und Landschaftsschutzes erhaltenswert sind und die sich häufig auch in niederschlagsreichen Regionen befinden (insbesondere in Mitteleuropa). Hierin liegt aus ökologischer Sicht der große Vorteil von Rindfleisch gegenüber Schweinefleisch. Bei der Fütterung von Rindern mit Ackerfuttermitteln bleibt dieser Vorteil ungenutzt. In diesem Fall ist die Erzeugung von Schweinefleisch in der Regel die effizientere Art, knappe Flächen- und Wasserressourcen zu nutzen.

6 Diskussion

6.1 Repräsentativität und Übertragbarkeit der Ergebnisse

Repräsentativität der Daten aus der Erhebung in einem baden-württembergischen Großschlachthof

Die Frage der Repräsentativität von Ergebnissen stellt sich vor allem dort, wo Einzelbetriebe bilanziert werden, um daraus eine allgemeine Aussage für eine Gesamtheit abzuleiten, z. B. für alle Betriebe einer Region: in diesem Fall Baden-Württemberg. Im Rahmen dieses Projektes konnte leider nur für einen Lebenswegabschnitt ein Praxispartner gewonnen werden, der detaillierte Daten über seinen Betrieb zur Verfügung gestellt hat: für die Schlachtung inklusive der Anlieferung an den Schlachthof. Etwa 18 % der in Baden-Württemberg geschlachteten Rinder und etwa 28 % der in Baden-Württemberg geschlachteten Schweine werden in diesem Großschlachthof geschlachtet (Betriebsangaben Ulmer Fleisch, Statistisches Landesamt BW 2011). Aufgrund der Größe ist es möglich, dass der erhobene Schlachthof eine etwas höhere Prozesseffizienz aufweist als der Durchschnitt der Schlachtungen und damit etwas unterdurchschnittliche Umweltlasten verursacht. Hinsichtlich der Anlieferung ist ebenfalls eine tendenziell unterdurchschnittliche Umweltlast möglich. Zum einen wird ein großer Anteil der Tiere in großen und damit je Wareneinheit energieeffizienteren Fahrzeugen angeliefert (in diesem Fall: etwa 50 % der Schweine in LKW mit über 20 t Nutzlast, und etwa 50 % der Rinder in LKW mit über 15 t Nutzlast). Zum anderen ist die Lieferentfernung im Mittel gering (ca. 100 km).

Inwieweit die ermittelten Ergebnisse zum CO₂-Fußabdruck der Schlachtung tatsächlich etwas unter dem Mittelwert für Baden-Württemberg liegen, konnte im Rahmen dieser Studie nicht ermittelt werden, da hierzu die notwendigen statistischen Daten nicht vorliegen. Angesichts des geringen Anteils der beiden Lebenswegabschnitte „Anlieferung zum Schlachthof“ und „Schlachtung“ hat diese tendenzielle, geringfügige Unterschätzung der Umweltlasten baden-württembergischer Schlachtbetriebe für die Gesamtökobilanz von Fleisch aus Baden-Württemberg praktisch keine Bedeutung. Beide hier diskutierten Lebenswegabschnitte machen zusammen bei Schweinefleisch nur 2 – 5 % des CO₂-Fußabdrucks aus, bei Rindfleisch sind es sogar nur 1 – 3 %.

Repräsentativität der Daten aus der Betriebserhebung Schweinemast

In vier baden-württembergischen Schweinemastbetrieben wurden Daten zur Haltung und Fütterung von Mastschweinen erhoben. Es handelte sich dabei um Mastbetriebe mit zwischen 700 und 1200 Haltungsplätzen. In Baden-Württemberg werden 80 % der Mastschweine in Betrieben dieser Größenordnung gehalten (Statistisches Bundesamt 2010). Die Betriebsangaben entsprachen sehr genau den Literaturangaben nach KTBL 2008. Dies ist an-

gesichts der starken Standardisierung der Schweinemast nicht verwunderlich. Die Daten können für größere Mastbetriebe mit guter, fachlicher Praxis als repräsentativ angesehen werden. In besonders kleinen oder extensiven Betrieben oder Betrieben des ökologischen Landbaus können deutlich abweichende Ergebnisse auftreten. Dies konnte im Rahmen dieser Studie nicht erfasst werden.

Repräsentativität der verwendeten Daten zur Futtermittelproduktion

Die Futtermittelbereitstellung hat großen Einfluss auf die Gesamtbilanz. Daher ist die Repräsentativität der verwendeten Daten in diesem Punkt besonders wichtig. Ökobilanzdaten der Futtermittel stammen ausschließlich aus eigenen Untersuchungen und wurden entweder aus früheren Ökobilanzen aktualisiert oder speziell für dieses Projekt bestimmt. Die verwendeten Datensätze bilden übliche Anbauverfahren in Deutschland (Weizen, Mais, Maissilage, Grassilage, Rapskuchen) bzw. in Lateinamerika (Soja) ab. Futtermittel für die Schweinemast sowie Kraffutter für die Rindermast werden üblicherweise überregional gehandelt, sodass in diesen Fällen die nationalen Mittelwerte geeignet sind, um Mastbetriebe in Baden-Württemberg zu bilanzieren. Raufuttermittel werden dagegen üblicherweise regional bzw. lokal angebaut. Für diese Futtermittel wurden die Ertragsdaten an baden-württembergische Verhältnisse angepasst, sodass sich auch für die regionale Raufutterproduktion repräsentative Ergebnisse ergeben.

Repräsentativität der Daten für die Rinderhaltung

Die Datensätze, mit denen die Rinderhaltung abgebildet wurde, basieren auf Literaturdaten und wurden mit der regionalen Fachberatung abgestimmt. Es kann davon ausgegangen werden, dass die Datensätze die Rinderhaltung in Baden-Württemberg gut abbilden. In Einzelfällen kann es jedoch zu einer deutlichen Abweichung vom Standard kommen. Dieser Tatsache wurde durch die Ausweisung von Bandbreiten Rechnung getragen. Außerdem wurde zwischen Grünlandregionen und Ackerbauregionen differenziert („Fütterung Grünland“ und „Fütterung Ackerbau“).

Repräsentativität der übrigen Literatur- und Datenbankwerte (Vertrieb, Hintergrunddaten)

Für alle weiteren Daten wurden typische Datensätze für Deutschland verwendet. Bei diesen Daten ist nicht davon auszugehen, dass die Verhältnisse in Baden-Württemberg relevant vom Bundesdurchschnitt abweichen.

Fazit: Repräsentativität der Daten

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die im Rahmen dieser Studie ermittelten Ergebnisse repräsentativ für die Erzeugung von Rind- und Schweinefleisch aus Baden-Württemberg sind.

6.2 Diskussion des Begriffs „Regionalität“ bei Fleischprodukten

Die vorliegende Studie hat zum Gegenstand, Fleisch „aus Baden-Württemberg“ zu bilanzieren. Vor diesem Hintergrund ist die Frage zu diskutieren, ab wann ein Produkt „aus Baden-Württemberg“ stammt. Lebensmittel sind streng genommen nur dann „regional“, wenn sie innerhalb einer bestimmten Region produziert, verarbeitet, vertrieben und eingekauft werden. Im Rahmen dieser Studie wurde Fleisch bilanziert, das von in Baden-Württemberg gemästeten Tieren stammt, die in Baden-Württemberg geschlachtet wurden, und das in Baden-Württemberg eingekauft wird. Damit ist ein großer Bezug zur Region „Baden-Württemberg“ gegeben. Im Bereich der Vermarktung könnten jedoch unter Umständen überregionale Transporte auftreten: je nachdem, wie die Vermarktungsstruktur der Einzelhandelsketten bzw. Discounter aufgebaut ist. Ein anderer Aspekt fällt jedoch deutlich mehr ins Gewicht: nämlich die Vorkette der Mast. Fleischprodukte unterscheiden sich von pflanzlichen Lebensmitteln dadurch, dass sie im Grunde eine erste Verarbeitungsstufe von pflanzlichen Produkten darstellen bzw. – wie man üblicherweise sagt – eine „Veredlungsstufe“. Die pflanzliche Erzeugung dieser Futtermittel bestimmt die Ökobilanz des daraus erzeugten Fleisches wesentlich (siehe Kapitel 4.2). Angesichts der hohen ökologischen Bedeutung der Futtermittelerzeugung sowie der erheblichen Massenströme (die Menge der benötigten Futtermitteln entspricht bei Schweinefleisch ca. 5 kg je kg Thekenfleisch, bei Rindfleisch ca. 40 kg je kg Thekenfleisch¹) sollte streng genommen nur dann von „regionalen Fleischprodukten“ gesprochen werden, wenn auch die Futtermittel vollständig oder zumindest überwiegend aus regionalem Anbau stammen.

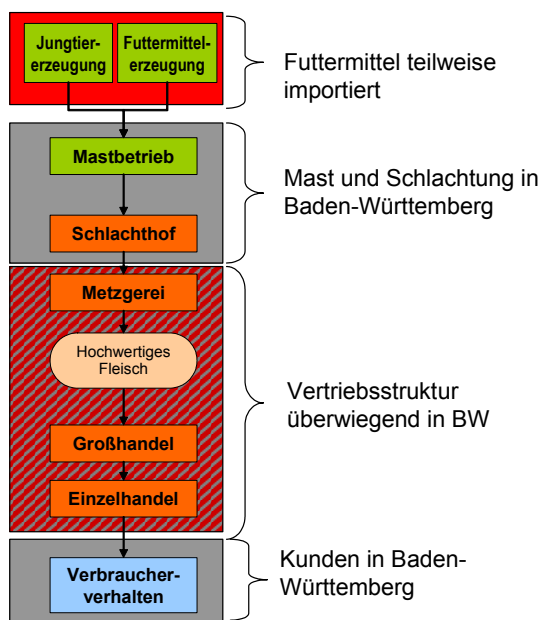


Abb. 6-1 Lebensweg Fleisch: Übersicht über die „Regionalität“ der einzelnen Lebenswegabschnitte.

¹ Die Angaben zum Futtermittelbedarf beziehen sich jeweils auf 1 kg hochwertiges Fleisch (vgl. hierzu die Erläuterungen zur funktionellen Einheit auf S. 7). Der Futtermittelbedarf je Kilogramm Lebendgewicht ist entsprechend deutlich niedriger und liegt für Mastschweine bei ca. 2,6 kg, bei Mastbullen bei ca. 30 kg.

6.3 Möglichkeiten und Grenzen des Instrumentes „CO₂-Fußabdruck“ für Fleisch

Die Erstellung der CO₂-Bilanz hat sich als ein geeignetes Instrument erwiesen, um zentrale Einflussgrößen auf die Klimawirksamkeit von Fleisch aus Baden-Württemberg zu erkennen und Verbesserungsmöglichkeiten abzuleiten.

Dabei zeigten sich jedoch auch Grenzen des Instruments CO₂-Fußabdruck:

- Die aus Umweltsicht wichtigsten Lebenswegabschnitte konnten im Rahmen dieser Studie nicht in Praxisbetrieben erhoben werden (Futtermittelproduktion, Rindermast).
- Zur Anlieferung und Schlachtung konnten die meisten relevanten Daten in einem Praxisbetrieb erfasst werden. Die Datenbereitstellung durch den Partnerbetrieb erfolgte sehr detailliert, was für den Betrieb einen erheblichen Aufwand bedeutete. Dieser Aufwand erscheint angesichts des geringen Einflusses auf den CO₂-Fußabdruck von Fleisch kaum gerechtfertigt. Aber selbst für diesen Lebenswegabschnitt zeigten sich deutliche Grenzen in der Datenverfügbarkeit: Eine disaggregierte Erhebung im Schlachthof, die die Aufwendungen einzelnen Prozessschritten zuordnen könnte (z. B. Zuordnung des Energieverbrauchs auf Betäuben, Abbrühen, Ausnehmen, Kühlen, Zerlegen), war nicht möglich. Eine solche aufgeschlüsselte Bilanzierung ist zur Identifikation von einzelbetrieblichen Optimierungspotenzialen jedoch anzustreben. Zudem konnte der Betrieb keine Daten zur Verwendung der Nebenprodukte aus der Schlachtung (Verwendung von Blut, Schlachtabfällen etc.) sowie zu den genauen Verarbeitungsfleischanteilen liefern. Auch hier musste also für hoch ergebnisrelevante Daten auf Literaturdaten zurückgegriffen werden.
- Mastbetriebe verfügen in der Regel nicht über die für eine exakte Ökobilanz benötigten Informationen über die Herkunft ihrer Futtermittel. Im CO₂-Fußabdruck der verschiedenen Futtermittel können erhebliche Bandbreiten auftreten. Die Berechnung eines exakten CO₂-Fußabdrucks für Fleisch – z. B. für wettbewerbsrechtlich einwandfreie CO₂-Siegel – würde streng genommen voraussetzen, dass für die gesamte Vorkette ebenfalls Bilanzen gemäß der Vorgaben des jeweiligen CO₂-Siegels vorliegen. CO₂-Bilanzen für die pflanzliche Produktion – insbesondere in kleinräumig strukturierten Regionen wie Baden-Württemberg – unterliegen besonderen Schwierigkeiten: Die Ökobilanz des Anbaus weist witterungs- und standortabhängige Schwankungen auf, betriebliche Aufwendungen können häufig nicht genau den einzelnen Anbaukulturen zugeordnet werden (z. B.: Diesel), die für eine Bilanzierung benötigten Daten können von den Betriebsleitern nur mit erheblichem Aufwand bereitgestellt werden, und schließlich sind die Kosten einer solchen Bilanz im Verhältnis zum Umsatzerlös der landwirtschaftlichen Betriebe hoch – und zwar besonders für kleine Betriebe (siehe Müller-Lindenlauf et al. 2012).
- Der CO₂-Fußabdruck von Rindfleisch wird durch die Methanemissionen aus der Verdauung der Rinder dominiert. Die Höhe der produktbezogenen Emissionen hängt von der Mastleistung sowie der Rationsgestaltung ab. Maßnahmen zur Reduzierung der Methanemissionen werden derzeit intensiv erforscht. Es ist jedoch davon auszugehen, dass diese Emissionen ohne negative Auswirkungen auf die Tiergesundheit nicht beliebig reduziert werden können.

- Weitere relevante Einflussgrößen im Bereich der tierischen Erzeugung sind Methan- und Lachgasemissionen aus der Gülle. Hier besteht eine hohe Datenbandbreite, da die tatsächlichen Emissionen wesentlich von der Art und Dauer der Lagerung, den Außentemperaturen und den Ausbringungstechniken abhängen.
- Allgemein lässt sich sagen, dass die Emissionen aus biologischen Prozessen (Methan aus Verdauung, Methan und Lachgas aus Gülle, Lachgas aus den Ackerflächen) einer höheren Bandbreite unterliegen als die Emissionen aus der Verbrennung fossiler Energieträger.
- Außerdem ist zu bedenken, dass der CO₂-Fußabdruck kein Indikator für Nachhaltigkeit ist. Andere, zentrale Umweltwirkungen neben dem Klimaschutz bleiben unberücksichtigt. Diese eingeschränkte Sichtweise ist insbesondere für die landwirtschaftliche Erzeugung gefährlich und kann zu aus Umweltschutzsicht falschen Schlussfolgerungen führen. Denn die Landwirtschaft hat auch auf andere zentrale Schutzgüter einen erheblichen Einfluss (z. B. Nährstoffausträge, siehe Kapitel 5.1).
- Das Verbraucherverhalten kann in einem produktbezogenen CO₂-Fußabdruck nur abgeschätzt werden, hat aber auch wesentlichen Einfluss auf die Klimabilanz des konsumierten Produktes (siehe Kapitel 4.4.2).
- Methodische Entscheidungen (z. B. zur Zuordnung von nur aggregiert vorliegenden Gesamtaufwendungen auf Einzelprodukte und -prozesse, die verwendeten Emissionsfaktoren für biologische Prozesse sowie den Umgang mit Kuppelprodukten in der Tierhaltung und bei der Schlachtung) können dazu führen, dass sich für vergleichbare Produkte ein stark unterschiedlicher CO₂-Fußabdruck ergibt. Die vorhandenen Ökobilanznormen sind hierzu nicht hinreichend präzise. Der Vergleich der Absolutwerte von CO₂-Bilanzen aus verschiedenen Studien ist nur eingeschränkt möglich. Unter Umständen können sich dadurch wettbewerbsverzerrende Effekte ergeben.

Aus den genannten Gründen ist die **Auszeichnung** eines CO₂-Fußabdrucks auf Produkten nicht zu empfehlen.

Zur Verbesserung der **Verbraucherinformation** könnten CO₂-Bilanzen in Form von speziell auf den Ernährungsbereich zugeschnittenen CO₂-Rechnern den Verbrauchern zur Verfügung gestellt werden. Dadurch können das Bewusstsein für die Klimarelevanz des eigenen Ernährungsverhaltens gesteigert und in der Folge nachhaltige Kaufentscheidungen unterstützt werden.

7 Schlussfolgerungen

Im Folgenden werden die zentralen Ergebnisse der Studie zusammengefasst und kurze Antworten auf die im ersten Kapitel genannten Zielfragen gegeben.

Welchen CO₂-Fußabdruck hat Schweine- bzw. Rindfleisch aus Baden-Württemberg?

Der CO₂-Fußabdruck von Schweinefleisch aus Baden-Württemberg beträgt gemäß dieser Studie bei einer typischen Produktionsweise ca. 5 kg CO₂-Äquivalente je kg Fleisch; der CO₂-Fußabdruck von Rindfleisch (Fleisch von Mastbullen und -färsen) ist mit ca. 13 kg mehr als doppelt so hoch (siehe Tab. 7-1). Diese Angaben beziehen sich jeweils auf die hochwertigen, zum Braten am Stück geeigneten Fleischstücke. Der Verzehr eines 250-g-Rindersteaks entspricht damit ca. 10 % des Treibhausgas-„Tagesbudgets“ eines Bundesbürgers. Der hohe CO₂-Fußabdruck von Rindfleisch ist vor allem auf die Methanemissionen aus der Verdauung der Rinder zurückzuführen, die alleine 30 – 80 % der Gesamtemissionen ausmachen. Weitere wichtige Einflussgrößen auf den CO₂-Fußabdruck von Fleisch sind:

- die Fütterung (ca. 15 bis 50 %)
- die Kühlkette (ca. 5 bis 35 %)
- sowie bei Schweinefleisch: der Vermehrungsbetrieb (ca. 15 bis 50 %)

Weniger wichtig sind die Anlieferung (Tiertransporte) mit 1-2 % der Gesamtemissionen sowie der Schlachthof mit 1 - 4 % der Gesamtemissionen. Auch die Angebotsform (an der Fleischtheke frisch in Folie und Papiertüte verpackt vs. fertig abgepackt in ungeschäumten Kunststoffschalen) spielt praktisch keine Rolle.

Tab. 7-1 CO₂-Fußabdruck für die untersuchten Produktlinien (Schweinefleisch und Rindfleisch aus Baden-Württemberg. Typischer Wert und Bandbreite (in Klammern) (IFEU 2012)

	Rindfleisch	Schweinefleisch
CO ₂ -Fußabdruck	14	5
Absolutwerte: kg CO ₂ -Äquiv. / kg	(8 – 33)	(2,4 – 16)
Einwohnerwerteswerte: ETW / kg	0,4	0,16
	(0,3 – 0,8)	(0,1 – 0,5)

Es zeigt sich außerdem, dass der CO₂-Fußabdruck je Kilogramm Fleisch eine erhebliche Bandbreite hat und im Extremfall fast das Dreifache des typischen Wertes betragen kann. Ursache für die große Bandbreite ist neben Unterschieden in den Lachgas- und Methanemissionen aus biologischen Prozessen, Unterschieden in der Gestaltung der Fütterung, der Mastleistung sowie der Energieeffizienz im Vertrieb vor allem die Tatsache, dass es bei der Erzeugung der Futtermittel zu sogenannten Landnutzungsänderungen kommen kann: Wird

zur Gewinnung von Futteranbauflächen ein natürliches Ökosystem – im schlimmsten Fall ein tropischer Regenwald – gerodet, so werden dadurch große Mengen an Kohlendioxid frei. Angesichts einer steigenden Weltbevölkerung, einer weltweit steigenden Nachfrage nach Fleisch sowie der ebenfalls stark steigenden Nachfrage nach Bioenergie werden Futteranbauflächen zunehmend knapp. Damit steigt das Risiko von Landnutzungsänderungen.

Welche weiteren Umweltwirkungen sind mit den ausgewählten Produktlinien verbunden?

Aus Tab. 7-2 wird ersichtlich: Die Erzeugung von Rind- und Schweinefleisch trägt nicht nur in relevantem Umfang zum Klimawandel bei, sondern auch zu anderen Umweltbelastungen. Insbesondere trägt die Fleischproduktion in starkem Maße zur terrestrischen Eutrophierung (Nährstoffeinträge in Böden) und Versauerung bei. 1 Kilogramm Fleisch entspricht hier ca. dem 1,5-fachen der täglichen Umweltwirkungen eines Bundesbürgers. Oder anders ausgedrückt: Wer ein 250-g-Steak bzw. -Schnitzel verzehrt, hat damit schon etwa 40 % des Tagesbudgets von Nährstoffeinträgen in Böden natürlicher Ökosysteme gefüllt, und über 30 % seiner Beiträge zum „sauren Regen“. Nährstoffeinträge über die Luft in Böden anderer Ökosysteme und saurer Regen schädigen vor allem die natürliche Flora empfindlicher Ökosysteme wie z.B. Wälder, und tragen so zum Rückgang der Artenvielfalt bei. Die Hauptquelle von Nährstoffeinträgen und Versauerung aus der Fleischproduktion sind die Ammoniakemissionen aus der Haltung sowie der Lagerung und Ausbringung von Gülle. Durch gute fachliche Praxis (z. B. abgedeckte Lager, Ausbringung mit Schleppschläuchen, Ausbringung bei kühler Witterung) können die Nährstoffausträge reduziert werden und erhöht sich zugleich die Düngewirkung der Gülle.

Tab. 7-2 Weitere Umweltwirkungen für die untersuchten Produktlinien. Typischer Wert und Bandbreite (in Klammern) (IFEU 2012)

	Rindfleisch	Schweinefleisch
CO ₂ -Fußabdruck [ETW / kg]	0,4 (0,3 – 0,9)	0,2 (0,1 – 0,5)
Nährstoffeinträge in Böden [ETW / kg]	1,8 (1,4 – 2,5)	1,5 (0,7 – 3)
Versauerung [ETW / kg]	1,5 (1,1 – 2,1)	1,3 (0,6 – 2,5)
Ozonabbau [ETW / kg]	1,0 (0,9 – 1,3)	0,6 (0,4 – 0,8)
Weitere relevante Umweltwirkungen	Flächenbedarf Lokaler Wasserbedarf in den Futterbauregionen	Flächenbedarf Lokaler Wasserbedarf in den Futterbauregionen

Eine weitere Umweltwirkung, die durch die Fleischproduktion wesentlich beeinflusst wird, ist der Abbau stratosphärischen Ozons. Seit dem Verbot der FCKWs ist Lachgas der wichtigste

Ozonschicht-Schädiger. Lachgas entsteht bei der Herstellung und Ausbringung von Mineraldünger (hier: für die Futtermittelproduktion) sowie ebenfalls bei der Lagerung der Gülle.

Wie bereits oben für den CO₂-Fußabdruck dargestellt, gibt es auch bei anderen Umweltwirkungen eine große Bandbreite in den Umweltwirkungen je Kilogramm Rind- bzw. Schweinefleisch. Die Bandbreite ist jedoch nicht ganz so groß, da hier Landnutzungsänderungen eine geringere Rolle spielen.

Der hohe Einfluss der Fleischerzeugung auf andere Umweltwirkungen verdeutlicht, dass der CO₂-Fußabdruck kein hinreichendes Instrument zur Messung der ökologischen Nachhaltigkeit von Fleischprodukten ist.

Lassen sich die Ergebnisse auf andere Unternehmen, Produkte und Produktlinien aus Baden-Württemberg übertragen?

Die Ergebnisse können hinsichtlich der Größenordnung als repräsentativ für Schweine- und Rindfleisch aus Baden-Württemberg angesehen werden. Die absoluten Werte für den CO₂-Fußabdruck und andere Umweltwirkungen können für einzelne Unternehmen jedoch durchaus relevant von den hier vorgestellten Werten abweichen. Und zwar insbesondere im Falle von deutlich abweichenden Produktionssystemen (z. B. Rindfleisch aus Mutterkuhhaltung, Fleisch aus ökologischer Landwirtschaft). Auf andere Fleischarten (Kalbfleisch, Lammfleisch, Geflügelfleisch etc.) lassen sich die Ergebnisse bedingt übertragen: Die aus der Hot-Spot-Analyse gewonnenen Erkenntnisse über zentrale Einflussgrößen (Methanemissionen aus der Verdauung bei Wiederkäuern, Futtermittelverwertungseffizienz sowie Art, Menge und Produktionsweise der eingesetzten Futtermittel, Ammoniak- und Lachgasemissionen aus der Haltung sowie der Lagerung und Ausbringung der Wirtschaftsdünger, Effizienz der Kühlung und des Vertriebs) sind auch für andere Fleischarten relevant und richtungssicher.

In kleineren Schlachthanlagen können die Energieaufwendungen je Kilogramm Fleisch deutlich höher sein als in einer effizienten, modernen Großschlachthanlage, wie sie den hier vorgestellten Berechnungen zugrunde liegt. Angesichts des geringen Anteils des Lebenswegabschnittes „Schlachtung“ an der Umweltbilanz von Fleisch ist dies jedoch im Hinblick auf die ökologische Gesamtbewertung unerheblich.

Welche Möglichkeiten und Grenzen bietet das Instrument „CO₂-Fußabdruck“ bzw. „Ökologischer Fußabdruck“ hinsichtlich Aussagekraft und unternehmens- und produktspezifischer Umsetzbarkeit im baden-württembergischen Lebensmittelsektor?

Das Instrument „CO₂-Fußabdruck“ wird seit einigen Jahren weltweit intensiv diskutiert – nicht nur, aber auch im Lebensmittelsektor. Eine internationale Norm für den CO₂-Fußabdruck ist derzeit in Entwicklung (ISO-Norm 14067: Carbon Footprint of Products). Diese Norm wird explizit nicht nur für Lebensmittel entwickelt, sondern soll auf jegliche Art von Produkten anwendbar sein. Die ursprünglich für Mitte dieses Jahres (2012) geplante Veröffentlichung wurde zwischenzeitlich auf 2013 verschoben.

Das Instrument CO₂-Fußabdruck ist grundsätzlich geeignet, zentrale Einflussgrößen auf die Klimabilanz von Lebensmitteln – und damit auch von Schweine- und Rindfleisch – aufzuzeigen und Optimierungsmöglichkeiten abzuleiten. Hierzu ist eine Bilanzierung geeignet, die stichprobenweise für einzelne Wertschöpfungsketten und im Abstand einiger Jahre durchge-

führt wird. Die Darstellung des CO₂-Fußabdrucks auf Produkten kann ferner dazu beitragen, Kunden stärker für einen klimaverträglichen Konsum zu sensibilisieren. Dies gilt allerdings nur, wenn Faktoren wie Handlungsrelevanz, Glaubwürdigkeit, Verständlichkeit, Vergleichbarkeit und Transparenz bei der Kommunikation gewährleistet sind. Dies kann gerade beim derzeitigen Stand der Entwicklung des CO₂-Fußabdrucks für Produkte jedoch kaum gewährleistet werden. Und zwar vor allem aus folgenden Gründen:

Eine valide, den internationalen ISO-Normen voll entsprechende Bilanz erfordert bei Fleisch einen im Verhältnis zum Produktwert hohen Erfassungsaufwand:

Die Treibhausgasbilanz von Fleisch weist eine große Bandbreite auf, da die Bilanz – insbesondere bei Rindfleisch – wesentlich durch Emissionen aus biologischen Prozessen bestimmt ist (Methan aus der Verdauung, Lachgas aus Wirtschaftsdünger, Methan aus der Gülle). Die Emissionen aus solchen biologischen Prozessen weisen deutlich größere Schwankungsbreiten auf als die Emissionen aus der Verbrennung fossiler Energieträger, die die meisten anderen – vor allem industriellen – Produktionsprozesse bestimmen. Da bezüglich der für diese biologischen Prozesse verwendeten Emissionsfaktoren und Bilanzierungsmethoden bisher noch keine hinreichende Standardisierung erreicht werden konnte, sind CO₂-Fußabdrücke bzw. Ökobilanzergebnisse aus verschiedenen Studien nur bedingt vergleichbar. Werden die Ergebnisse aus solchen nur eingeschränkt vergleichbaren Berechnungen ohne weitere Information auf das Produkt gedruckt, so kann dies zu Fehlschlüssen führen.

Neben den genannten biologischen Prozessen bestimmen die Futtermittel die Bilanz entscheidend. Auch im Hinblick auf die Treibhausgasbilanz von Futtermitteln gibt es einige sehr relevante Unklarheiten, vor allem bei Import-Futtermitteln. In Baden-Württemberg gibt es eine gute regionale Futtermittelgrundlage und eine gute Datengrundlage über deren Produktionsbedingungen. Ein relevanter Teil der Futtermittel (bei Mastschweinen: ca. 20%) wird jedoch auch in Baden-Württemberg importiert. Zu diesen Importfuttermitteln liegen den Mastbetrieben in der Regel keine hinreichenden Angaben über die Herkunft und die Erzeugung vor. Die Ökobilanz der Futtermittel kann sich je nach Anbauregion, Anbauverfahren und Erträgen jedoch erheblich unterscheiden. Ferner ist fraglich, ob in der Futtermittelerzeugung Landnutzungsänderungen auftreten und wie diese in der Bilanz berücksichtigt werden. Um eine hinreichende Genauigkeit der CO₂-Bilanz von Fleisch zu gewährleisten, müssten daher auch die Futtermittelerzeuger und Händler eine CO₂-Bilanz für ihre Produkte erstellen lassen, die den Anforderungen des jeweiligen Siegels entspricht. Dies ist aufwendig und im internationalen Futtermittelmarkt nicht leicht durchsetzbar. Besonders schwierig ist die Bestimmung der CO₂-Bilanz bei Mischfuttermitteln, bei denen nicht nur die Herkunft, sondern auch die Art der eingesetzten Futterkomponenten sich häufig – teils sogar chargenweise – ändert.

Fernerhin wäre das Verbraucherverhalten als eine der zentralen Einflussgrößen auf die Klimabilanz des Produktes in einem solchen Siegel nur als Durchschnittswert darstellbar.

Außerdem ist zu bedenken, dass ein CO₂-Siegel nur eine von vielen Umweltwirkungen eines Produktes abbildet und damit keine Aussage über die ökologische Nachhaltigkeit eines Produktes erlaubt.

Ein CO₂-Siegel mit absoluten Emissionszahlen wäre aus den genannten Gründen nicht aussagekräftig und sehr aufwendig. Eine vollständige Ökobilanz wäre demgegenüber zwar aus-

sagekräftiger, aber entsprechend aufwendiger in der Durchführung und schwerer an den Kunden kommunizierbar.

Zusätzlich ist zu bedenken, dass die Erstellung eines CO₂-Fußabdrucks für kleine Betriebe relativ gesehen aufwendiger ist als für große Betriebe und damit indirekt hoch technisierte und große Betriebe fördert.

Die Förderung großer Agrarbetriebe ist zwar aus ökonomischen Gründen nachvollziehbar, aus Naturschutzsicht jedoch nicht immer wünschenswert. Kleine Betriebe mit kleinen Schlägen führen zu stark parzellierten und strukturreichen Landschaften. An den Grenzen zwischen den Parzellen können Hecken oder Feldraine stehen, die artenreich sind und einen großen naturschutzfachlichen Wert haben. Eine kleinteilig strukturierte Landwirtschaft hat daher potenziell (wenn auch nicht notwendig) eine höhere Artenvielfalt als weitgehend ausgeräumte Agrarlandschaften mit großen Schlägen. Baden-Württemberg ist im internationalen Vergleich, aber auch schon im Vergleich mit Nordostdeutschland, tendenziell eher strukturreich.

8 Empfehlungen

Im Folgenden wird kurz dargestellt, welche Empfehlungen für Unternehmer, die Politik und die Verbraucher die Autoren aus dieser Studie ableiten. Abschließend wird kurz aufgezeigt, wo weiterer Forschungsbedarf besteht. Die Empfehlungen geben Anregungen aus Sicht des Umweltschutzes. Andere, nicht umweltbezogene Aspekte der Nachhaltigkeit (Wirtschaftlichkeit, gesunde Ernährung etc.) waren nicht Gegenstand dieser Studie und sind daher auch bei den Empfehlungen nicht mitberücksichtigt.

Empfehlungen für Erzeuger und Verarbeiter:

- Es wird empfohlen, sich pro-aktiv mit dem Thema CO₂-Fußabdruck / Ökobilanz auseinanderzusetzen, um für Anfragen oder gar verpflichtende Anforderungen seitens des Handels gewappnet zu sein. Aufseiten der landwirtschaftlichen Betriebe könnte diese pro-aktive Beschäftigung mit dem Thema CO₂-Fußabdruck / Ökobilanz aus Effizienzgründen bevorzugt auf der Ebene von Erzeugergemeinschaften oder Verbänden erfolgen, um die einzelnen Betriebe zu entlasten.
- Es wird empfohlen, für weitere ausgewählte Produkte Ökobilanzen durchführen zu lassen, um Erkenntnisse über den Status quo der Umweltlasten und v. a. im Hinblick auf Optimierungsmöglichkeiten zu gewinnen. Trotz der Kosten für eine solche Studie kann dies eine langfristig lohnende Investition darstellen. Ein solches Engagement könnte auch an die Kunden kommuniziert werden und sich langfristig auch in besseren Marktchancen niederschlagen. Um die Kosten für einzelne Erzeuger gering zu halten, könnten solche Studien ebenfalls auf der Ebene von Erzeugergemeinschaften oder Verbänden durchgeführt werden, ggf. auch unter Einbeziehung der landwirtschaftlichen Fachberatung. Des Weiteren sollte geprüft werden, inwiefern hierfür auch Förderprogramme zur Verfügung stehen.
- Gülle sollte nach Möglichkeit in Biogasanlagen zur Erzeugung von Strom und Wärme eingesetzt werden. Dadurch werden nicht nur klimaschädliche Methanemissionen vermieden, sondern zusätzlich fossile Energieträger eingespart.

Empfehlungen für Händler:

- Auch Handelsunternehmen wird empfohlen, sich pro-aktiv mit dem Thema CO₂-Fußabdruck / Ökobilanz auseinanderzusetzen und Bilanzierungen entweder selbst in Angriff zu nehmen oder durchführen zu lassen, v. a. um Erkenntnisse über den Status quo der eigenen Umweltlasten und Optimierungsmöglichkeiten zu gewinnen.
- Handelsunternehmen wird des Weiteren empfohlen, bei Einkauf, Anbau, Verarbeitung und Vertrieb auf besonders umweltfreundliche Verfahren zu achten und diese auch den Kunden transparent zu machen (z. B. Rindfleisch vom Grünland). Dazu können aus Ökobilanzstudien gewonnene Erkenntnisse als Grundlage dienen.
- Von einer Produktkennzeichnung mit CO₂-Siegel wird jedoch abgeraten. Wenn sich Unternehmen in Bereich von Umweltsiegeln engagieren möchten, so sollte eine möglichst umfassende Umweltkennzeichnung angestrebt werden, die neben der Klimabilanz weitere

Umweltwirkungskategorien berücksichtigt. Der Mitwirkung an der Entwicklung von einheitlichen Labeln auf nationaler bzw. europäischer Ebene sollte der Vorzug vor unternehmens- oder branchenspezifischen Kennzeichnungen gegeben werden, um die Transparenz und Vergleichbarkeit der Kennzeichnungen zu gewährleisten.

Empfehlungen für Verbraucher:

- Verbrauchern wird empfohlen, bei der Ernährung auf die Richtlinien der deutschen Gesellschaft für Ernährung zu achten und den Fleischkonsum weiter zu mäßigen (DGE 2011), um Umwelt und Ressourcen zu schonen.
- Aus Sicht des Klimaschutzes ist Schweinefleisch in der Regel besser als Rindfleisch. Dies gilt jedoch nur, wenn nicht in hohem Maße Regenwälder gerodet werden, um Futter-Soja für eine steigende Nachfrage nach Schweinefleisch zu befriedigen.
- Rindfleisch kann im Unterschied zu Schweinefleisch auch auf Grünland erzeugt werden. Für Grünland bestehen weniger Nutzungskonkurrenzen. Zudem hat Grünland einen höheren ökologischen Wert als Ackerflächen im Hinblick auf Bodenschutz, Biodiversität und Wasserhaushalt. Wenn Rindfleisch eingekauft wird, dann sollte aus ökologischen Gründen Rindfleisch vom Grünland der Vorzug gegeben werden. Damit der Kunde dies beurteilen kann, sind jedoch zunächst entsprechende Kennzeichnungen zu entwickeln.
- Generell gilt: Das Einkaufsverhalten hat einen großen Einfluss auf die Umweltbilanz der Produkte. Wer einen Großeinkauf tätigt oder mit dem Fahrrad fährt, spart gegenüber der Fahrt mit dem Auto zum Supermarkt (oder zu einem Hofladen) für ein Kilogramm Schweinefleisch schon über 25 % der Emissionen ein.

Empfehlungen für die Politik

- Es wird empfohlen, den CO₂-Fußabdruck für weitere Produkte, Ernährungsstile oder Mahlzeiten ermitteln zu lassen, um die gewonnenen Einsichten zu vertiefen und zu erweitern.
- Die Auszeichnung von Lebensmitteln mit einem Absolutwert für den CO₂-Fußabdruck (z. B. in g CO₂ je kg Produkt) sollte vorerst nicht unterstützt werden. Durch eine einseitige Auszeichnung des CO₂-Fußabdrucks von Lebensmitteln könnten ansonsten falsche Anreize geschaffen werden (klimaoptimierte Produktion ist nicht gleichbedeutend mit Umweltfreundlichkeit), außerdem könnten positive ökologische und soziale Aspekte einer kleinstrukturierten Landwirtschaft dabei aus dem Blickfeld geraten.
- Wird eine Produktkennzeichnung angestrebt, so sollte anstelle reiner CO₂-Siegel die Weiterentwicklung des „Carbon footprint“ zu einem echten „Environmental footprint“ unterstützt werden.
- Alternativ bzw. ergänzend dazu ist es aus Umweltschutzsicht wichtig, die Kunden über die Umweltwirkungen bestimmter Herstellungsverfahren und Darbietungsformen zu informieren und diese eventuell auf dem Produkt zu kennzeichnen, z. B. „Rindfleisch vom Grünland: Schützt Natur und Landschaft“ etc. Dabei ist zu beachten: Regionale Erzeugung ist nicht immer klimafreundlicher. In vielen Fällen sind Unterschiede in den Produktionsverfahren relevanter als die Regionalität der Erzeugung.

- Zur Förderung eines umweltfreundlichen Verbraucherverhaltens könnte verstärkt Informations- und Bildungspolitik betrieben werden. Dazu zählt insbesondere, das Bewusstsein für die hohe Klimarelevanz von Fleisch zu fördern – am besten schon bei den Kindern.
- Auch das Bewusstsein für die Umweltrelevanz des eigenen Einkaufsverhaltens (Autofahrten für den Einkauf) sollte gefördert werden, um einen nachhaltigen Lebensstil zu unterstützen. Dies könnte sowohl im Bereich Bildungspolitik geschehen als auch durch entsprechende landes- oder bundesweite Informations- und Werbekampagnen.
- Zur Erleichterung der Verbraucherinformation und der Umweltbildung könnte auf Basis dieser und weiterer Studien ein CO₂-Rechner für die Ernährung erstellt werden, der es Verbrauchern erlaubt, sich einen Überblick über die CO₂-Last ihrer Ernährung zu verschaffen. Dabei werden wettbewerbsverzerrende Effekte vermieden, die durch im schlimmsten Fall methodisch nicht konsistente Siegel auf einzelnen Produkten auftreten können. Solche CO₂-Rechner könnten den Kunden z. B. online zur Verfügung gestellt und in Bildungsprogrammen verwendet werden. In einem zweiten Schritt könnten solche CO₂-Rechner zu umfassenderen „Umwelt- und Ressourcenrechnern“ erweitert werden, die neben dem Treibhauseffekt auch andere Umweltwirkungskategorien abbilden.
- Ein solcher CO₂-Rechner könnte auch mit Ernährungsempfehlungen der Deutschen Gesellschaft für Ernährung verbunden werden, um eine gesunde und umweltfreundliche Ernährungsweise zu fördern. Hier sind einige Synergien zu erwarten (siehe dazu auch die grafischen Darstellungen und Ausführungen in Kapitel 10.3 im Anhang).

Wo besteht Forschungsbedarf?

- „Regionales“ Fleisch ist streng genommen nur regional, wenn auch die Futtermittel aus der Region stammen. Im Rahmen dieser Studie wurde eine typische Schweinemastration mit einer Ration aus ausschließlich regionalen Futtermitteln verglichen. Dabei wurde Sojaschrot durch Molkepulver und Rapskuchen ersetzt. Diese regionale Ration erwies sich im Standardfall (= ohne Regenwaldabholzungen für die Sojaerzeugung) als weniger klimafreundlich als die typische Ration, im „Worst Case“ jedoch als deutlich besser. Es besteht Forschungsbedarf hinsichtlich der Entwicklung und ökologischen Bilanzierung einer auf regionale Futtermittel aufbauenden Rationsgestaltung. Hierbei sind auch Auswirkungen auf Bedarf an Ackerflächen in Deutschland und weltweit sowie basierend darauf mögliche indirekte Landnutzungsänderungen zu berücksichtigen.
- Die Ermittlung des CO₂-Fußabdrucks förderte einige Punkte zu Tage, die es zu verbessern gilt:
 - Im Rahmen dieser Studie konnte die Ökobilanz einiger Futtermittel sowie des Vertriebs nur aus Datenbankwerten bzw. aus der Literatur bestimmt werden. Eine Erhebung in baden-württembergischen Betrieben war nicht möglich. Grundsätzlich kann zwar davon ausgegangen werden, dass die verwendeten Werte für baden-württembergische Verhältnisse repräsentativ sind. Angesichts der hohen Bedeutung dieser Lebenswegabschnitte für die Gesamtbilanz sind jedoch weitere Untersuchungen zu empfehlen, um die im Rahmen dieser Studie gewonnenen Erkenntnisse abzusichern und zu vertiefen sowie um Optimierungsmöglichkeiten abzuleiten.

- Da Rindfleisch von Mastbullen und -färsen sowie Schweinefleisch nur einen Teil der tierischen Erzeugung in Baden-Württemberg ausmachen, wird empfohlen, für weitere relevante Produktsegmente (z. B. Milchprodukte, Geflügelfleisch, Lammfleisch, Kalbfleisch) CO₂-Fußabdrücke bzw. Ökobilanzen zu ermitteln.
- Je vollständiger das Produktspektrum abgedeckt ist, desto eher lassen sich Bilanzen zu kompletten Mahlzeiten oder Ernährungsstilen erstellen. Dazu gibt es bislang nur wenige Studien.
- Ferner sollten Synergien zwischen einer gesunden und umweltfreundlichen Ernährung weiter erforscht und an die Verbraucher kommuniziert werden. Durch die Identifizierung von sowohl aus ernährungsphysiologischer als auch aus ökologischer Sicht sinnvollen Empfehlungen können die Chancen für die Umsetzung erhöht und Ressourcen besonders effizient eingesetzt werden.

9 Literatur

- Chapagain & Hoekstra (2003): Chapagain A.K., Hoekstra A.Y.: Virtual water flows between nations in relation to trade in livestock and livestock products. Value of Water Research Report Series No. 13, UNESCO-IHE, 2003.
- DGE (2011): Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE): Vollwertig essen und trinken nach den 10 Regeln der DGE. <http://www.dge.de/pdf/10-Regeln-der-DGE.pdf>
- ecoinvent (2007): Frischknecht, R. et al.: ecoinvent Data v2.0 – Ökoinventare für Energiesysteme. ESU-services, Uster (CH).
- EU (2002): Verordnung (EG) Nr. 1774/2002 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 3. Oktober 2002 mit Hygienevorschriften für nicht für den menschlichen Verzehr bestimmte tierische Nebenprodukte.
- FAOSTAT (2010): Statistical Division of the Food and Agriculture Organisation of the United Nations (FAO). Online verfügbar unter: <http://faostat.fao.org/>.
- GEMIS (2007): Global Emission Model for Integrated Systems (GEMIS) Version 4.42.
- IFEU (2011): Institut für Energie- und Umweltforschung: IFEU-interne Berechnungen und Abschätzungen. Heidelberg, 2011.
- ISO (2006): Deutsches Institut für Normung e.V.: ISO 14040:2006 & ISO14044:2006. Umweltmanagement – Ökobilanz - Grundsätze und Rahmenbedingungen, Anforderungen und Anleitungen. Beuth Verlag, Berlin.
- KTBL (2005): Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL): Faustzahlen für die Landwirtschaft., Landwirtschaftsverlag, Münster-Hiltrup, 2005.
- KTBL (2008): Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL): Betriebsplanung Landwirtschaft 2008/09. KTBL-Datensammlung, Darmstadt.
- Milà i Canals et al. (2009): Milà i Canals L., Chenoweth J., Chapagain A., Orr St., Antón A., Clift R.: Assessing freshwater use impacts in LCA: Part I - inventory modelling and characterisation factors for the main impact pathways. International Journal of Life Cycle Assessment 14, 28-42.
- Müller-Lindenlauf et al. (2012): Müller-Lindenlauf M., Zipfel G., Rettenmaier N., Gärtner S., Münch J., Paulsch D., Reinhardt R.: CO₂-Fußabdruck und weitere Umweltwirkungen von Gemüse aus Baden-Württemberg. Heidelberg, 2012.
- Probas (2012): Prozessorientierte Basisdaten für Umweltmanagement-Instrumente. Herausgegeben von Umweltbundesamt und Öko-Institut. Online erhältlich unter: <http://www.probas.umweltbundesamt.de/php/index.php> (Zugriff: 14.01.2012).
- Statistisches Bundesamt (2010): Fachserie 3 Reihe 4.1: Land- und Forstwirtschaft. Fischerei. Viehbestand 3. Mai 2010. Statistisches Bundesamt, Wiesbaden, 2010.
- Statistisches Landesamt BW (2011): Statistische Berichte Baden-Württemberg: C III 2 – j/10 - Agrarwirtschaft – Schlachtungen in Baden-Württemberg im Kalenderjahr 2010.
- STN (2010): Servicegesellschaft Tierische Nebenprodukte (STN): Statistik der Verarbeitung tierischer Nebenprodukte 2008.

Vereinigung Deutscher Gewässerschutz e.V. (2012): Virtuelles Wasser – versteckt im Einkaufskorb. Offizielles Projekt der Weltdekade für Nachhaltigkeit. Onlineauftritt: www.virtuelles-wasser.de (Zugriff: 14.01.2012).

10 Anhang

10.1 Übersicht über Allokationsverfahren und Gutschriften

Rindfleischproduktion:

- Kuppelprodukte im Milchviehbetrieb: Wertallokation der Aufwendungen je Jahr
 - Milch: 85 %
 - Altkuh: 10 %
 - Kalb: 5 %
- Kuppelprodukte Schlachthof
 - Verarbeitungsfleisch (Wertallokation):
 - Bulle 57 % (Best Case 54 %, Worst Case 65 %),
 - Färsen 56 % (Best Case 52 %, Worst Case 64 %)
 - Altkuh: 100 %
 - Haut (Wertallokation) 6 %
 - Schlachtabfälle: Gutschriften für Verwendung in TBA Kategorie K1 (STN 2010):
 - 65 % Protein thermisch genutzt
 - 2 % Protein Verbrennung ohne thermische Nutzung
 - 16 % Fett thermische Nutzung
 - 17 % Fett interne Verwendung als Energieträger
 - Blut: Gutschriften für Verwendung in TBA Kategorie K3 (STN 2010):
 - 46 % Futtermittel
 - 54 % Düngemittel

Schweinefleischproduktion:

- Kuppelprodukte Basiszuchtbetrieb:
 - Altsauen/-eber: 1 %
 - Jungsaunen/-eber für Vermehrungszucht: 99 %
- Kuppelprodukte im Vermehrungsbetrieb:

- Altsauen/-eber: 6 %
- Ferkel: 94 %
- Kuppelprodukte Schlachthof
 - Verarbeitungsfleisch (Wertallokation):
 - 40 % (Best Case 35 %, Worst Case 45 %),
 - Schlachtabfälle und Blut: Gutschriften für Verwendung in TBA Kategorie K3 (STN 2010):
 - 46 % Futtermittel
 - 54 % Düngemittel

10.2 Zentrale Merkmale der Lebenswege

In den folgenden Tabellen sind einige zentrale Merkmale der betrachteten Lebenswege zusammenfassend dargestellt.

Tab. 10-1 Rindfleisch aus Baden-Württemberg (Bullen und Färsen, hochwertige Teilstücke) (IFEU 2012)

	Bullen	Färsen
Herkunft der Kälber	Milchviehbetrieb, Remontierung 27%, Mischration (Grassilage, Maissilage, Weizen, Soja), Leistung 7000 L / Jahr, Verkauf der Kälber mit 4 Monaten	Milchviehbetrieb, Remontierung 27%, Mischration (Grassilage, Maissilage, Weizen, Soja), Leistung 7000 L / Jahr, Verkauf der Kälber mit 4 Monaten
Rassen	Grünlandbasierte Ration: Schwarzbunt HF Ackerbaubasierte Ration: Fleckvieh	Grünlandbasierte Ration: Schwarzbunt HF Ackerbaubasierte Ration: Fleckvieh
Aufstellungsgewicht	125 kg	125 kg
Haltungsverfahren	Boxenlaufstall, Teilspaltenboden, Gülle	Boxenlaufstall, Teilspaltenboden, Gülle
Fütterung im Mastbetrieb	Grünlandbasierte Ration: Grassilage (97 %), Weizen (3 %), Mineralfutter Ackerland-basierte Ration: Maissilage (96 %), Weizen (2 %), Soja (2 %), Mineralfutter	Grünlandbasierte Ration: Grassilage (97 %), , Weizen (3 %), Mineralfutter Ackerland-basierte Ration: Maissilage (96 %), Weizen (2 %), Soja (2 %), Mineralfutter
Schlachtgewicht	550 – 800 kg	450 – 670 kg
Lieferentfernung zu Schlachthof	30 – 170 km	30 - 170 km
Ausschlachtungsgrad	56 – 62 %, im Mittel 58 %, darunter 30 % hochwertiges Fleisch und 28 % Verarbeitungsfleisch	54 – 60 %, im Mittel 56 %, darunter 28 % hochwertiges Fleisch und 28 % Verarbeitungsfleisch
Energiebedarf Schlachthof	0,08 – 0,12 kWh / kg Fleisch	0,09 – 0,15 kWh / kg Fleisch
Materialaufwendungen Hilfs- und Betriebsstoffe	0,006 – 0,04 kg / kg Fleisch	0,006 – 0,04 kg / kg Fleisch
Transport zu Metzgerei	Regionale Metzgerei: 50 – 200 km Großmetzgerei Einzelhandelskette: 150 - 300 km	Regionale Metzgerei: 50 – 200 km Großmetzgerei Einzelhandelskette: 150 - 300 km
Energiebedarf Metzgerei (Feinzerlegung und Verpackung)	0,05 – 0,5 kWh / kg Fleisch	0,05 – 0,5 kWh / kg Fleisch
Verpackung	Metzgereitheke: Folie + Papiertüte Kühlregal Einzelhandel: PP-Schale, eingeschweißt	Metzgereitheke: Folie + Papiertüte Kühlregal Einzelhandel: PP-Schale, eingeschweißt
Transport zu Einzelhandel	Nur bei Vermarktung über Großmetzgerei: 200 km	Nur bei Vermarktung über Großmetzgerei: 200 km
Energiebedarf Einzelhandel (nur bei Vermarktung über Supermarkt)	Stark schwankend je nach verwendeter Kühltechnik, Isolation etc., bis zu 0,3 kWh/kg Ware	
Einkauf	Standard: Einkauf mit PKW (Kleinwagen) 20 kg Waren (Wocheneinkauf), Fahrstrecke 5 km; Worst case: Einkauf mit PKW (Kleinwagen) 1 kg Waren (Wocheneinkauf), Fahrstrecke 5 km; Best case: Einkauf zu Fuß oder mit dem Fahrrad	
* „Fleisch“ meint in dieser Tabelle immer hochwertige, zum Kurzbraten am Stück geeignete Teilstücke		

Tab. 10-2 Rindfleisch aus Baden-Württemberg (Altkühe, Verarbeitungsfleisch) (IFEU 2012)

Altkühe	
Milchviehbetrieb	Milchviehbetrieb, Remontierung 27%, Mischration (Grassilage 24 %, Maissilage 70 %, Weizen 3%, Soja 3%, Mineralfutter). Leistung 7000 L / Jahr Boxenlaufstall, Teilspaltenboden, Gülle
Schlachtgewicht	515 – 775 kg
Lieferentfernung zu Schlachthof	30 – 170 km
Energiebedarf Schlachthof	0,08 – 0,13 kWh / kg Fleisch
Materialaufwendungen Hilfs- und Betriebsstoffe	0,006 – 0,04 kg / kg Fleisch
Vertrieb und Verarbeitung zu Fleisch- und Wurstwaren: Wurde im Rahmen dieser Studie nicht betrachtet	

Tab. 10-3 Schweinefleisch aus Baden-Württemberg (IFEU 2012)

Mastschweine	
Herkunft der Ferkel	Hybridzüchtung, 3-Rassenkreuzung
Vermehrungsbetrieb	17 – 24 Ferkel je Tierplatz und Jahr
Fütterung: Soja, Weizen, Mais, synthetische Aminosäuren Mineralstoffe.	
Aufstellungsgewicht	30 kg
Fütterung im Mastbetrieb	Standard-Ration: Mais (38 %), Soja (19 %), Weizen (40 %), synthetische Aminosäuren, Mineralfutter Regionale Fütterung : Mais (40 %), Weizen (40 %), Rapskuchen (11 %), Molkepulver (6%)
Tierverluste Mastbetrieb	3,5 %
Umläufe	2,4 – 2,9
Haltungsverfahren	Vollspaltenboden, Gülle
Schlachtgewicht	110 – 130 kg
Lieferentfernung zu Schlachthof	15 – 130 km
Ausschlachtungsgrad	80 %, darunter 38 % hochwertige Teilstücke und 42 % Verarbeitungsfleisch
Energiebedarf Schlachthof	0,08 – 0,12 kWh / kg Fleisch
Transport zu Metzgerei	Regionale Metzgerei: 50 – 200 km Großmetzgerei Einzelhandelskette: 150 – 300 km
Energiebedarf Metzgerei (Feinzerlegung und Verpackung)	0,05 – 0,5 kWh / kg Fleisch
Verpackung	Metzgereitheke: Folie + Papiertüte Kühlregal Einzelhandel: PP-Schale, eingeschweißt
Transport zu Einzelhandel	Nur bei Vermarktung über Großmetzgerei: 200 km
Energiebedarf Einzelhandel (nur bei Vermarktung über Supermarkt)	Stark schwankend je nach verwendeter Kühltechnik, Isolation etc., bis zu 0,3 kWh/kg Ware
Einkauf	Standard: Einkauf mit PKW (Kleinwagen) 20 kg Waren (Wocheneinkauf), Fahrstrecke 5 km; Worst case: Einkauf mit PKW (Kleinwagen) 1 kg Waren (Wocheneinkauf), Fahrstrecke 5 km; Best case: Einkauf zu Fuß oder mit dem Fahrrad
* „Fleisch“ meint in dieser Tabelle immer hochwertige, zum Kurzbraten am Stück geeignete Teilstücke	

10.3 Erläuterungen: CO₂-Rechner für die Ernährung

Bei den Politikempfehlungen in Kapitel 8 wurde vorgeschlagen, einen CO₂-Rechner für die Ernährung zu erstellen, der später zu einem Umwelt- und Ressourcenrechner ausgebaut werden könnte. Zum besseren Verständnis werden im Folgenden einige kurze Hinweise gegeben, wie ein solcher CO₂-Rechner aussehen könnte.

Der Rechner könnte im Hinblick auf die Gestaltung an den vom IFEU erstellen Bürgerrechner anknüpfen, der z.B. über die Homepage des Umweltbundesamtes aufgerufen werden kann. Dieser Rechner verfügt bereits über eine Kategorie "Ernährung", die jedoch nur eine begrenzte Differenzierungstiefe aufweist (Abb. 10-1). Ein eigener Ernährungsrechner könnte deutlich umfangreicher gestaltet sein. Dadurch wird dem Nutzer ermöglicht, ein genaueres

Bild der Umweltlasten seiner Ernährung zu erhalten. Der Rechner könnte z.B. verwendet werden, um die CO₂-Bilanz der Ernährung an einem Tag oder in einer Woche abzubilden.

Zusätzlich könnte der Ernährungsrechner mit Empfehlungen der DGE zur gesunden Ernährung verbunden werden (Abb. 10-2). Damit können Synergien zwischen gesunder und umweltfreundlicher Ernährung aufgezeigt werden. Solche Synergien bestehen insbesondere im reduzierten Fleischkonsum und einem hohen Anteil pflanzlicher und frischer Produkte. Ein Ernährungsrechner kann Hinweise geben, welche Produkte eher mehr oder eher weniger konsumiert werden sollten und wie die Produkte aus Umweltschutzsicht am besten bezogen werden sollten. Ein Ernährungsrechner könnte in Zusammenarbeit mit Ernährungsexperten erstellt und z.B. in der Bildungsarbeit eingesetzt werden.

Für eine genauere Spezifizierung des Rechners ist es erforderlich, zunächst den Anwenderkreis (z.B. Unternehmer oder Verbraucher) und den gewünschten Umfang des Rechners festzulegen. Dazu sind z.B. die folgenden Varianten denkbar:

Variante 1 („kleine Lösung“): CO₂- bzw. Umwelt- und Ressourcenrechner für Unternehmen

Ein solcher CO₂-Rechner dient vorrangig der Wirtschaftsförderung. Der Rechner beschränkt sich auf Schweine- und Rindfleisch. Über die Homepage z.B. von Ulmer Fleisch oder anderer Unternehmen der Fleischindustrie könnte der Rechner der Öffentlichkeit zugänglich gemacht werden. Der Rechner könnte modular aufgebaut werden:

- **Basismodul:** Entwicklung eines CO₂-Rechners
- **Erweiterungsmodul I:** Erweiterung zu einem Umwelt- und Ressourcenrechner durch Integration weiterer Umweltwirkungskategorien

Variante 2 („große Lösung“): CO₂-Rechner zur Verbraucherinformation und Bildung

Der Rechner richtet sich an die Allgemeinheit und wird einer breiten Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt, z.B. auf der Homepage des MLR und weiteren stark frequentierten Seiten. Der Rechner umfasst alle wichtigen Arten von Lebensmitteln (Obst und Gemüse, Milchprodukte, Fleisch, Backwaren etc.). Dazu ist neben dem Rückgriff auf Literaturdaten eventuell auch die Bilanzierung weiterer Produkte erforderlich. Der Rechner könnte modular aufgebaut werden:

- **Basismodul:** Entwicklung eines CO₂-Rechners. Dabei können Synergieeffekte mit dem bereits vom IFEU entwickelten Bürgerrechner genutzt werden. Dieser enthält bereits eine Kategorie „Ernährung“, die deutlich erweitert werden kann (siehe Abb. 10-1).
- **Erweiterungsmodul I:** Ausbau zum Umwelt- und Ressourcenrechner durch Integration weiterer Umweltwirkungskategorien. Dies ist wichtig, um dem Verbraucher ein differenzierteres Bild der Umweltwirkungen der Ernährung zu ermöglichen: Die aus Klimasicht günstigsten Lebensmittel sind nicht notwendig auch in anderen Umweltwirkungskategorien vorteilhaft.
- **Erweiterungsmodul II:** Einbeziehung von Gesundheitsaspekten. Dabei würden Empfehlungen der Deutschen Gesellschaft für Ernährung integriert (z.B. entsprechend Abb. 10-2). Auf diese Weise können Synergien zwischen gesunder und

umweltfreundlicher Ernährung aufgezeigt werden. Die Kombination von Gesundheits- und Umweltschutzaspekten kann die Handlungsmotivation stärken und insgesamt zu einer nachhaltigen Ernährung beitragen.

Die beiden Erweiterungsmodule können unabhängig voneinander mit dem Basismodul kombiniert werden.

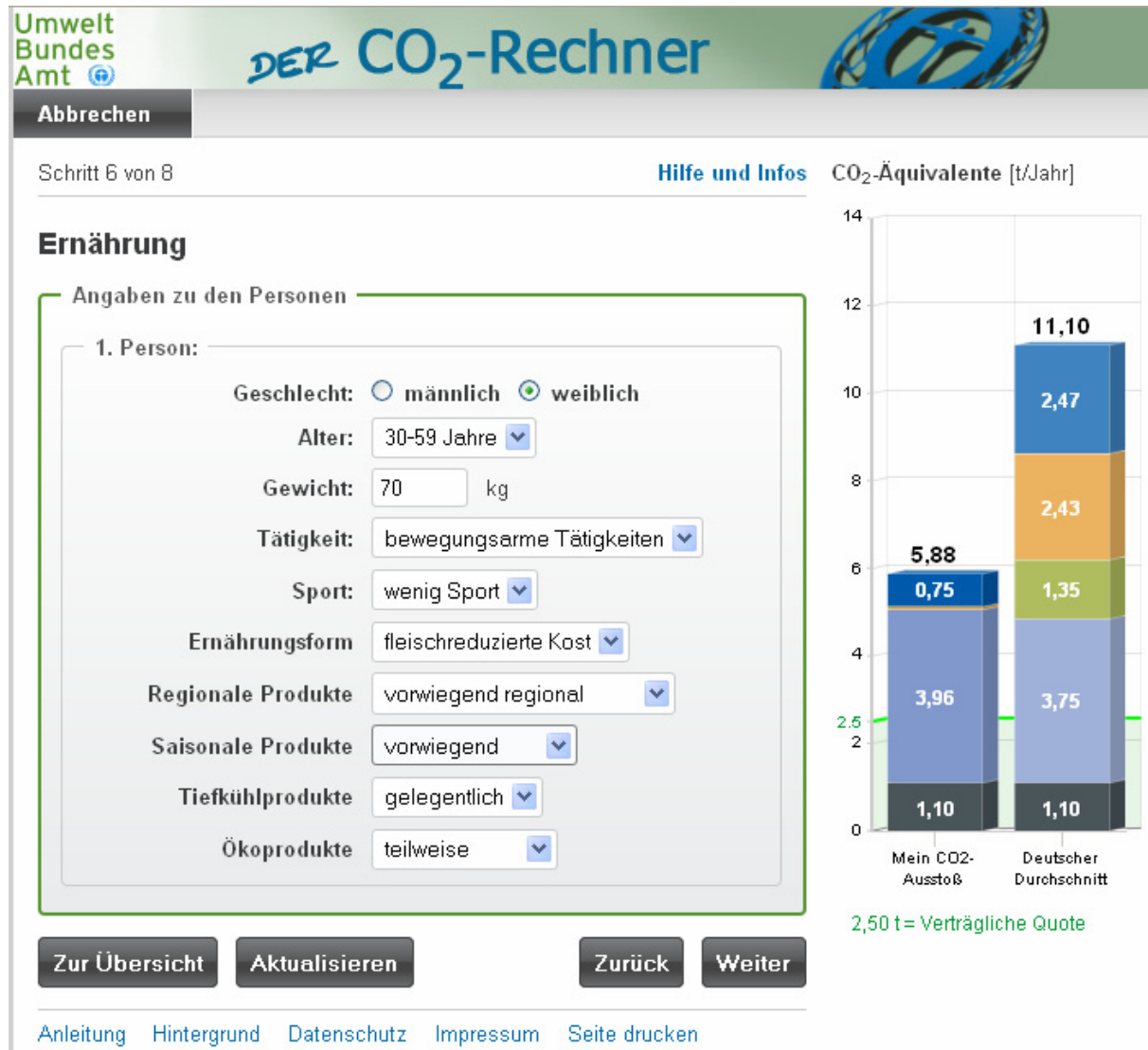


Abb. 10-1 Der CO₂-Bürgerrechner: Rubrik Ernährung. Hier: Eingebunden in die Homepage des Umweltbundesamtes als Beispiel für eine häufig frequentierte Seite. Quelle: IFEU 2011.



Abb. 10-2 Ernährungspyramide (in Anlehnung an die Empfehlungen der DGE 2005).

Abkürzungsverzeichnis

Äquiv.	Äquivalente
CH ₄	Methan. Klimawirksames Gas, das vom Menschen freigesetzt wird.
C ₂ H ₄	Ethen. Ungesättigter Kohlenwasserstoff, der zur Bildung von Sommersmog beiträgt.
CO ₂	Kohlenstoffdioxid. Klimawirksames Gas, das vom Menschen freigesetzt wird.
DGE	Deutsche Gesellschaft für Ernährung
dLUC	direct land use change – direkte Landnutzungsänderungen
ETW	Einwohnerwert
FCKW	Fluorchlorkohlenwasserstoffe
GEMIS	Global Emission Model for Integrated Systems
iLUC	indirect land use change – indirekte Landnutzungsänderungen
KTBL	Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V.
LKW	Lastkraftwagen
LUC	Land use change - Landnutzungsänderungen
MLR	Ministerium für Ländlichen Raum, Ernährung und Verbraucherschutz
N ₂ O	Lachgas (Distickstoffoxid). Klimawirksames Gas, das vom Menschen freigesetzt wird.
PCF	Product Carbon Footprint
PE	Polyethylen
PKW	Personenkraftwagen
PO ₄	Ammoniumphosphat. Nährstoff, der über atmosphärische Deposition zur Eutrophierung der Böden natürlicher Ökosysteme beiträgt.
R-11	Fluorchlorkohlenwasserstoff, der zum Ozonabbau in der Stratosphäre beiträgt.
SO ₂	Schwefeldioxid. Säure bildender Luftschadstoff, der zur Versauerung beiträgt.
TBA	Tierkörperbeseitigungsanstalt