

# Umweltbelastungen des privaten Konsums und Reduktionspotenziale

## Schlussbericht

### Autoren

Niels Jungbluth, Rene Itten, Matthias Stucki  
ESU-services GmbH  
Kanzleistr. 4, 8610 Uster

### Kunde

**Bundesamt** für Umwelt  
Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und  
Kommunikation UVEK  
Abteilung Abfall, Stoffe und Biotechnologie  
Sektion Abfallverwertung und -behandlung

Uster, 25. Juni 2012

ESU-services Ltd.  
Niels Jungbluth  
Rolf Frischknecht  
Sybille Büsser  
Karin Flury  
René Itten  
Salome Schori  
Matthias Stucki  
www.esu-services.ch

Kanzleistrasse 4  
T +41 44 940 61 32  
T +41 44 940 61 91  
T +41 44 940 61 35  
T +41 44 940 61 02  
T +41 44 940 61 38  
T +41 44 940 61 35  
T +41 44 940 67 94  
F +41 44 940 61 94

CH - 8610 Uster  
jungbluth@esu-services.ch  
frischknecht@esu-services.ch  
buesser@esu-services.ch  
flury@esu-services.ch  
itten@esu-services.ch  
schori@esu-services.ch  
stucki@esu-services.ch

## Impressum

Titel	Umweltbelastungen des privaten Konsums und Reduktionspotenziale
Autoren	Niels Jungbluth, René Itten, Matthias Stucki ESU-services Ltd. Kanzleistrasse 4, 8610 Uster Tel. +41 44 940 61 32, Fax +41 44 940 61 94 jungbluth@esu-services.ch <a href="http://www.esu-services.ch">www.esu-services.ch</a>
Auftraggeber	Bundesamt für Umwelt
Begleitgruppe	Ingrid Kissling, Christina Seyler, Katrin Bernath (Ernst Basler + Partner) Martina Blaser, Loa Buchli, Claudia Challandes, Marie-Amelie Dupraz-Ardiot, Andreas Hausser, Nicolas Merky, Simonne Rufener, (Bundesamt für Umwelt)
Über uns	ESU-services GmbH wurde im Jahre 1998 gegründet. Die Hauptaktivitäten der Firma sind Beratung, Forschung, Review und Ausbildung im Bereich Ökobilanzen. Fairness, Unabhängigkeit und Transparenz sind wesentliche Merkmale unserer Beratungsphilosophie. Wir arbeiten sachbezogen und führen unsere Analysen unvoreingenommen durch. Wir dokumentieren unsere Studien und Arbeiten transparent und nachvollziehbar. Wir bieten eine faire und kompetente Beratung an, die es den Auftraggebern ermöglicht, ihre Umweltperformance zu kontrollieren und kontinuierlich zu verbessern. Zu unseren Kunden zählen verschiedene nationale und internationale Firmen, Verbände und Verwaltungen. In einigen Bereichen wie Entwicklung und Betrieb webbasierter Ökobilanz-Datenbanken oder Umweltauswirkungen von Nahrungsmitteln und Konsummustern konnte unser Team Pionierarbeit leisten.
Urheberrecht	Dieser Bericht ist in gedruckter Form und auf den Internetseiten von ESU-services und des Auftraggebers. Das Kopieren oder Verbreiten des Berichts als Ganzes oder in Auszügen, unverändert oder in veränderter Form auf anderen als den genannten Webseiten Bedarf der ausdrücklichen Zustimmung von ESU-services GmbH oder des Auftraggebers.
Haftungsausschluss	Die Informationen und Schlussfolgerungen in diesem Bericht wurden auf Grundlage von als verlässlich eingeschätzten Quellen erhoben. ESU-services GmbH und die Autoren geben keine Garantie bezüglich Eignung, oder Vollständigkeit der im Bericht dargestellten Informationen. ESU-services GmbH, die Autoren und Auftraggeber lehnen jede rechtliche Haftung für jede Art von direkten, indirekten, zufälligen oder Folge-Schäden oder welche Schäden auch immer, ausdrücklich ab.
Inhaltliche Verantwortung	Für den Inhalt und die Schlussfolgerungen sind ausschliesslich die AutorInnen dieses Berichts verantwortlich.
Version	Jungbluth-2012-Reduktionspotenziale-BAFU, 25.06.2012 14:04:00

## Abstract

Households and private persons play a key role for achieving targets for a Green Economy as part of Sustainable Development. Within this study levels of environmental impacts caused in Switzerland have been evaluated (8250 Watt, 12.8 tonnes of greenhouse gas emissions, 20 million eco-points per capita). More than half of environmental impacts are caused in the three consumption areas of mobility, housing (energy demands) and nutrition. In a next step reduction potentials for these environmental impacts were evaluated. The highest potentials are found for the consumption of food products by following recommendations for a healthy and environmentally friendly diet (less meat, products from organic production, less luxury food and wastage). Energy conscious behaviour in household and traffic as well as using eco-friendly energy carriers and means of transportation is especially important for the reduction of energy demand and greenhouse gas emissions. The analytical tools developed in this research work can be used in follow up assessments for monitoring the environmental impacts of consumption patterns and campaigns for changing behaviour.

## Kurzfassung

Dem Verhalten von Haushalten kommt bei der Erreichung von Zielen für eine Grüne Wirtschaft als Teil der nachhaltigen Entwicklung eine wichtige Rolle zu. In dieser Studie werden zunächst die durch Schweizer Haushalte verursachten Umweltbelastungen berechnet (8250 Watt, 12.8 Tonnen Treibhausgasemissionen bzw. 20 Mio. Umweltbelastungspunkte pro Person). Von diesen Belastungen fällt mehr als die Hälfte in den drei Konsumbereichen Mobilität, Wohnen (insbesondere Energieverbräuche) und Ernährung an. Hierauf aufbauend wurden verschiedene Möglichkeiten zur Reduktion der Belastungen verglichen. Dabei könnten die höchsten Einsparpotenziale bei den Gesamtbelastungen durch eine umwelt- und gesundheitsbewusste Ernährung (weniger Fleisch und Genussmittel, Bioprodukte, keine Nahrungsmittelverluste) erzielt werden. Energiesparendes Verhalten in Haushalt und Verkehr, sowie die Nutzung umweltfreundlicher Energieträger bzw. Verkehrsmittel sind insbesondere dann wichtig wenn Treibhausgasemissionen und Primärenergiebedarf reduziert werden sollen. Das in dieser Studie entwickelte Analyseraster kann in zukünftigen wissenschaftlichen Arbeiten verwendet werden um die Umweltauswirkungen von Änderungen des Konsumverhaltens abzuschätzen.

## Résumé

Le comportement des ménages et des personnes privées jouent un rôle important pour la réalisation des objectifs de l'Economie Verte contribuant au développement durable. L'étude suivante évalue les impacts environnementaux causés par les ménages suisses (8250 Watt, 12.8 tonnes de gaz à effet de serre, 20 million éco-points par personne). Plus que la moitié de cet impact est causé par les domaines de consommation de mobilité, logement (surtout à travers la consommation d'énergie) et alimentation. Ces résultats permettent dans une étape suivante d'évaluer les potentiels de réduction d'impact environnemental. La plus grande diminution d'impact peut être acquise dans le domaine de la consommation de produits alimentaires, en appliquant une alimentation saine et écologique (moins de viande, produits saisonniers, moins de produits de luxe, pas de produits transportés par avion et moins de gaspillage). Dans l'objectif de réduire la consommation d'énergie et les émissions de gaz à effet de serre, il serait important d'appliquer un comportement moins gourmand en énergie dans les ménages et dans la circulation, ainsi que d'utiliser des sources énergétiques et moyens de transport écologiques. Les outils analytiques développés dans cette étude peuvent être utilisés pour des travaux scientifiques ainsi que pour des suivis, d'impact environnemental de changement de modes de consommation ou de comportement.

## Zusammenfassung

### Fragestellungen

Ziel dieser Studie war eine grobe Abschätzung zum Potenzial für die Reduktion von verschiedenen Ressourcenverbräuchen und Umweltbelastungen. Dabei soll aufgezeigt werden, in welchen Bereichen der Schweizer Endnachfrage welche Senkung der verursachten Emissionen und Ressourcenverbräuche nötig und möglich erscheinen, um der Vision eines naturverträglichen Ressourcenverbrauchs näher zu kommen. Nicht Gegenstand dieser Potenzialabschätzung ist die vertiefte Prüfung der ökonomischen und politischen Realisierbarkeit dieser Potenziale. Betrachtet wurden die Emissionen und Ressourcenverbräuche über den gesamten Produktlebenszyklus, also inkl. "grauer Umweltbelastung".

In dieser Studie werden 6 Hauptfragen beantwortet. Zunächst werden Systemgrenzen (Frage 1, Kap. 2.1) einer solchen Untersuchung definiert. Ausserdem werden geeignete Indikatoren (2, Kap. 2.2) zur Bewertung von Umweltbelastungen vorgeschlagen. Danach wird an Hand dieser Indikatoren der gegenwärtige Stand der durch Schweizer Privathaushalte verursachten Umweltbelastungen (3, Kap. 4.1) aufgezeigt und hinsichtlich wichtiger Konsumbereiche (4, Kap. 4.1) analysiert. Aufbauend auf den Daten zum gegenwärtigen Konsum werden Potenziale für eine Reduktion (6, Kap. 6.3, 6.4 und 6.5) der Umweltbelastungen untersucht. Diese Berechnungsgrundlagen werden dazu genutzt, den potenziellen Nutzen einzelner Massnahmen in Relation zur Gesamtbelastung zu quantifizieren.

### Systemgrenzen

In Abbildung 1 werden die verwendeten Systemgrenzen für die unterschiedlichen Betrachtungsräume definiert. Rot gezeichnet sind Wirtschaftsakteure im Ausland. Wirtschaftsakteure in blau unterlegten Kästchen sitzen in der Schweiz. In der Konsumperspektive werden alle Umweltbelastungen<sup>1</sup> erfasst und ausgewertet, welche durch die Nachfrage der Schweizer Konsumenten bzw. öffentlicher Einrichtungen nach Gütern und Dienstleistungen entstehen. Dies beinhaltet auch Umweltbelastungen aus der Produktion von importierten Gütern und Dienstleistungen. In Abzug gebracht werden hingegen Umweltbelastungen, die durch die Produktion von exportierten Gütern und Dienstleistungen insgesamt verursacht werden.

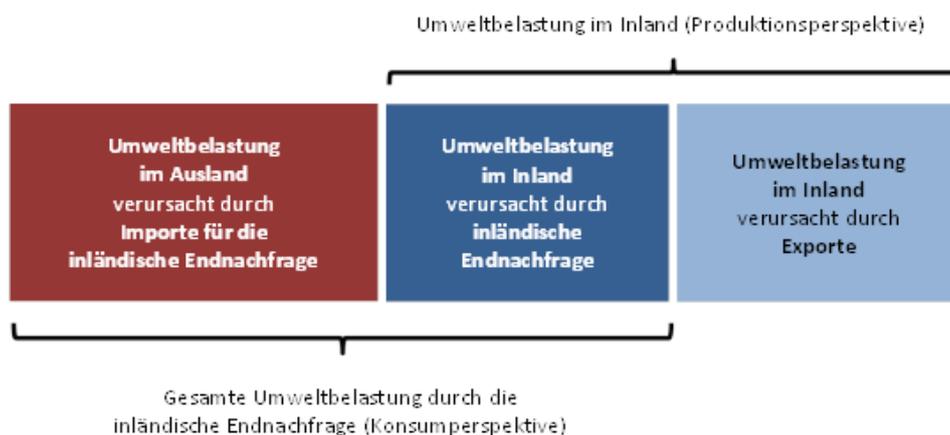


Abbildung 1 Produktions- und Konsumperspektive bei der Erfassung der gesamten Umweltbelastung eines Landes (Jungbluth et al. 2011b)

<sup>1</sup> In diesem Bericht verwenden wir den Begriff „Umweltbelastung“ wenn ein Indikator eine Reihe unterschiedlicher Arten von Emissionen und Ressourcenverbräuchen berücksichtigt. Hierzu wird hier die Methode der ökologischen Knappheit zur Bewertung verwendet. Soweit nur Primärenergiebedarf bzw. Treibhausgasemissionen ausgewertet werden, wird dies nicht als „Umweltbelastung“ bezeichnet.

## Indikatoren für Umweltbelastungen

Unterschiedliche Emissionen und Ressourcenverbräuche können Umweltbelastungen verursachen. Tabelle 1 zeigt eine Gegenüberstellung verschiedener Indikatoren für die Bewertung von Umweltbelastungen. Als Mass für die Gesamtelastungen werden in dieser Studie die Umweltbelastungspunkte entsprechend der Methode der ökologischen Knappheit berechnet, die eine Vielzahl von Emissionen und Ressourcenverbräuchen entsprechend der politischen Zielvorgaben der Schweiz bewerten.

Primärenergiebedarf und Treibhausgasemissionen sind als Teilaspekt in diesem Indikator eingeschlossen. Diese Indikatoren werden zusätzlich auch direkt ausgewiesen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass sich je nach verwendetem Indikator auch leicht unterschiedliche Schlussfolgerungen ergeben, z.B. zur Bedeutung eines Konsumbereiches in der Gesamtbilanz oder zum Potenzial einer Verhaltensänderung.

Tabelle 1 Gegenüberstellung verschiedener Indikatoren für die Bewertung und Zusammenfassung von Ressourcenverbräuchen und Emissionen

	Indikator:	Primär-energie-bedarf	CO2-Fussabdruck	Umweltbelastungspunkte 2006
Ressourcen	Energie, nicht erneuerbar	√	∅	√
	Energie, erneuerbar	√	∅	√
	Erze und Mineralien	∅	∅	√
	Wasser	∅	∅	√
	Biomasse	∅	∅	∅
	Landnutzung	∅	∅	√
	Landumwandlung	∅	∅	∅
Emissionen	Nur CO2	∅	∅	∅
	Treibhausgase inkl. CO2	∅	√	√
	Ozonabbau	∅	∅	√
	Gesundheitsschäden	∅	∅	√
	Staub	∅	∅	√
	Sommersmog	∅	∅	√
	Giftigkeit für Tiere und Pflanzen	∅	∅	√
	Versauerung	∅	∅	√
	Überdüngung	∅	∅	√
	Geruch	∅	∅	∅
	Lärm	∅	∅	∅
	Radioaktivität	∅	∅	√
	Hormone	∅	∅	√
Anderes	Unfälle	∅	∅	∅
	Abfälle	∅	∅	√
	Littering	∅	∅	∅
	Versalzung	∅	∅	∅
	Erosion	∅	∅	∅

## Grundlegenden für die Schweiz und Aufteilung auf Konsumbereiche

Die Gesamtumweltbelastungen durch den Konsum in der Schweiz wurden in einer Studie im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt für das Referenzjahr 2005 berechnet (Jungbluth et al. 2011b, linke Säulen in Abbildung 2). Gemäss dieser Studie verursachen insbesondere die Ernährung, das Wohnen (Miete, Energie, Wasser und Entsorgung) und die Mobilität einen Hauptteil der Gesamtumweltbelastungen durch den Privatkonsum.

Die Ergebnisse für den Bereich Wohnen werden vor allem durch den Verbrauch von Heizenergie und Strom bestimmt. Zu beachten ist, dass in der hier genutzten Abgrenzung der Wohnungsbau getrennt erfasst und auf Grund der geringen Bedeutung nicht im Detail analysiert wird.

Gemäss der Studie von Jungbluth et al. (2011b) beträgt der Primärenergiebedarf für den Gesamtkonsum der Schweiz 8'250 Watt pro Person. Die Berechnung der Treibhausgasemissionen durch den Gesamtkonsum der Schweiz ergab 12.8 Tonnen CO<sub>2</sub>-eq pro Person und Jahr. Bei den Umweltbelastungspunkten ergibt sich ein Wert von 20 Mio. UBP für den Konsum der Schweiz pro Person und Jahr.

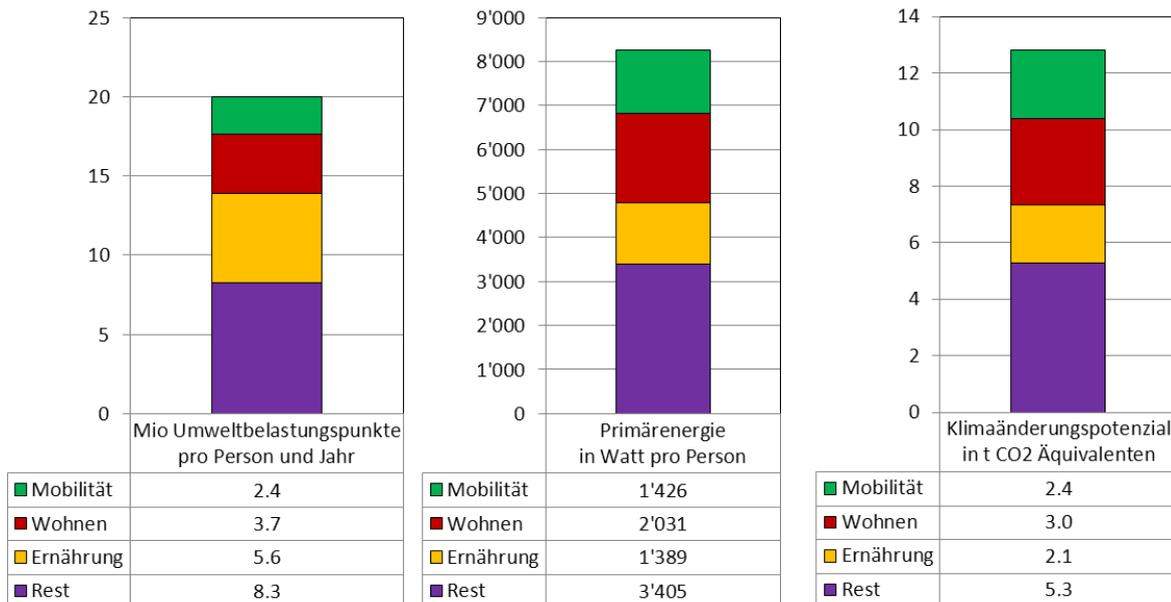


Abbildung 2 Ausgangslage für die im Jahr 2005 durch den Konsum in der Schweiz verursachten Umweltbelastungen. Auswertung der Konsumbereiche Wohnen (Miete, Energie, Wasser und Entsorgung), Private Mobilität und Ernährung mit den Indikatoren Umweltbelastungspunkte, Primärenergiebedarf und Treibhausgasemissionen

### Reduktionspotenziale in den drei wichtigsten Konsumbereichen

Auf Grundlage der nach Aktivitäten aufgeteilten Umweltbelastungen des Gesamtkonsums wurde das Potenzial von einzelnen Massnahmen und Verhaltensänderungen für eine Reduktion der Belastungen ausgewertet (Abbildung 3). Hierzu wird jeweils angenommen dass ein Verhaltenshinweis zu 100% umgesetzt wird. Die Reduktionspotenziale gelten sowohl für die einzelne Person (als Vergleich zum Schweizer Durchschnitt) als auch als Gesamtpotenzial wenn sich alle Schweizer entsprechend verhalten würden. In der Realität können die Reduktionspotenziale für einzelne Personen natürlich deutlich anders ausfallen wenn die jeweilige Ausgangslage berücksichtigt wird.

Da die Ernährung mit 30 % Anteil am wichtigsten für die Gesamtumweltbelastungen ist, gibt es hier auch ein grosses Potenzial. Durch eine vegetarische Ernährung (Abbildung 3: ‚Ernährung, vegetarische Ernährung‘) sowie durch den Verzicht auf Alkoholika, Schokolade und Kaffee (Abbildung 3: ‚Ernährung, bewusster Genuss‘) könnten die höchsten Einsparungen durch einzelne Verhaltensänderungen erreicht werden.

Aus Gesundheitssicht ist eine Reduktion auf je zwei Fleisch- und 1-2 Fischportionen à 180 Gramm pro Woche wünschenswert und ohne Einschränkungen empfehlenswert (von Koerber et al. 1999).<sup>2</sup> Wird jedoch beim Fisch auch berücksichtigt, welche Menge nachhaltig gefangen werden kann, ist ein Konsum nur einmal pro Monat<sup>3</sup> möglich. Geht man für die Potenzialberechnung nicht vom maximal möglichen, d.h. von einer veganen Ernährung aus, sondern verwendet nur eine Reduktion des Fleischkonsums entsprechend dieser Vorgaben aus Gesundheitssicht, so gelangt man zu einem Senkungspotenzial von 12% der Gesamtumweltbelastung der Schweiz.<sup>4</sup> Die Reduktion fällt noch höher aus, wenn zusätzlich weniger Nahrungsmittel verderben würden, mehr Bioprodukte nachgefragt würden und übergewichtige Personen ihr Gewicht reduzieren könnten. Durch die Kombination verschiedener Massnahmen erscheint eine Reduktion auf gut ein Drittel der Umweltbelastungen im Ernährungsbereich durch Konsumenten möglich. Dies würde zu Einsparungen bei den Gesamtumweltbelastungen von etwa 22% führen.<sup>5</sup>

Umweltbewusstes Verhalten (geringe Wohnfläche, Mehrpersonenhaushalt) kann zu Energieeinsparungen und damit zu einer relevanten Reduktion der gesamten Umweltbelastungen führen. Für die Reduktion der Treibhausgasemissionen im Bereich Wohnen (Miete, Energie, Wasser und Entsorgung) ist eine Umstellung der Wärmeversorgung von fossilen Energieträgern (Gas und Öl) auf erneuerbare Energie (Erdwärme) die vielversprechendste Massnahme (-13% bis -17% bezüglich Treibhausgasemission, siehe Kapitel 6.6.3). Eine weitere Möglichkeit ist eine Aufrüstung auf Minergiestandard im Zuge einer Gebäudesanierung. Beide Massnahmen können allerdings nicht von einem Tag auf den anderen realisiert werden.

Bei der Mobilität liegt das höchste Potenzial bei einem vollständigen Verzicht auf motorisierte Fortbewegungsmittel (-10% bis -20% der Belastung je nach Indikator). Dies ist ein Extrem Szenario, das die Richtung einer möglichen Entwicklung aufzeigen kann. D.h. die Distanz der mit motorisierten Verkehrsmitteln zurückgelegt wurde sollte möglichst reduziert werden. Aber auch ein vollständiger Umstieg vom privaten Auto auf öffentliche Verkehrsmittel könnte zu einer beträchtlichen Reduktion von Umweltbelastungen führen. Dieses ist insbesondere für die Indikatoren Primärenergie und Treibhausgasemissionen relevant. Grosse individuelle Unterschiede gibt es vermutlich auch bei den zurückgelegten Kilometern. Somit können auch hier durch Verhaltensänderungen (z.B. geringere Pendlerdistanzen) Einsparungen erzielt werden.

Die aufgezeigte Rangfolge der Reduktionspotenziale gilt dabei nur, wenn ausgehend vom Istzustand der Verhaltenshinweis 100% umgesetzt wird. Die „Schwierigkeiten“ einer Umsetzung dieser Massnahmen waren dabei nicht Gegenstand der vorliegenden Studie. Ebenso wurden sekundäre Effekte durch die Umsetzung der Massnahmen, z.B. die dafür notwendigen Änderungen in der Wirtschaftsstruktur, nicht weiter untersucht.

---

<sup>2</sup> Persönliche Mitteilung und Beitrag auf einem Symposium (<http://www.schweizerfleisch.ch/de/werbung-events/weiterbildung/fachsymposium-2010.html>) von Dr. Paolo Colombani, ETH Zurich, SwissFIR Consumer Behavior & Exercise Physiology im November 2010.

<sup>3</sup> Berechnung dazu welche Menge allen Menschen der Erde zur Verfügung stehen könnte auf <http://www.fairfish.ch/blog/archive/2010/09/12/das-beste-label-nur-einmal-pro-monat-fisch.html>.

<sup>4</sup> Nur Reduktion des Konsums von Fleisch und tierischen Produkten aber keine vegane Ernährung, Bioprodukte, Verzicht auf eingeflogene Produkte und Genussmittel.

<sup>5</sup> Zusätzliche Einsparungen im Gesundheitswesen durch eine gesündere Ernährung wurden dabei noch nicht mit einbezogen.

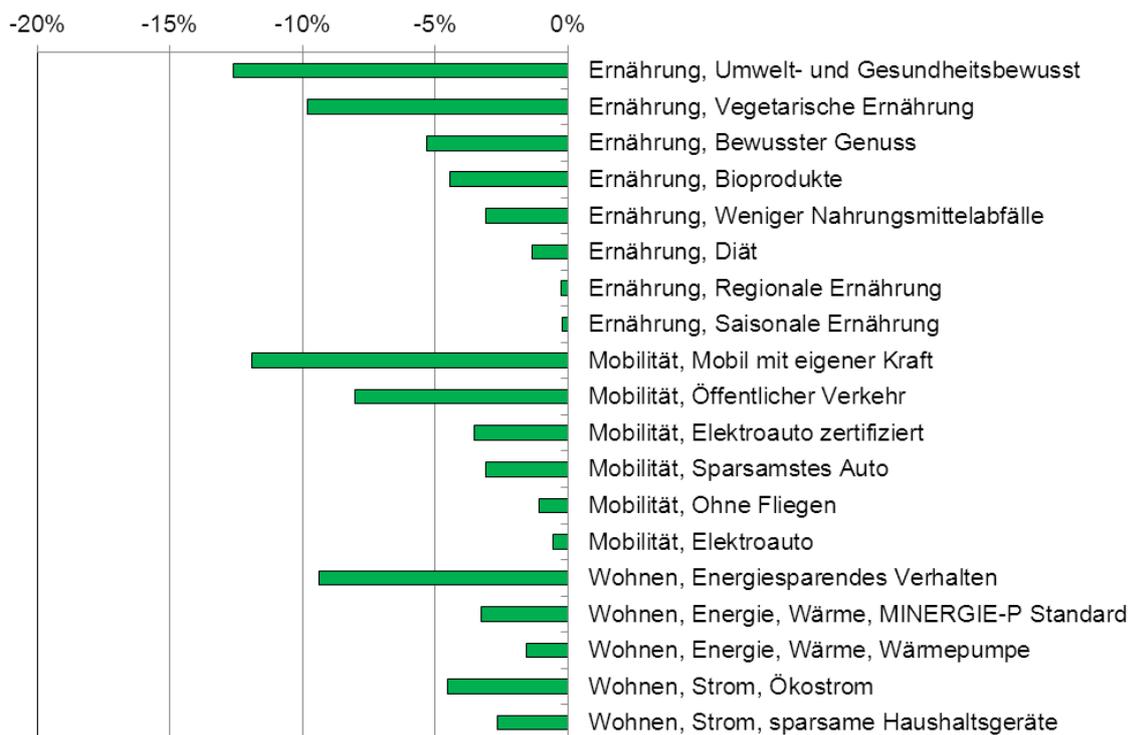


Abbildung 3 Potenzial zur Reduktion der Gesamtumweltbelastungen in der Schweiz durch einzelne Verhaltensmassnahmen. Dargestellt ist die prozentuale Veränderung der Gesamtumweltbelastung gemäss der Methode der ökologischen Knappheit durch eine einzelne Verhaltensänderung die vollständig umgesetzt wird

In der Realität wird es aber auch wichtig sein verschiedenen Massnahmen sinnvoll miteinander zu kombinieren, um Privatpersonen zu entsprechenden Verhaltensänderungen motivieren zu können. Beachtet werden muss dabei, dass verschiedene Optionen nicht einfach addiert werden können. So sind z.B. die Einsparmöglichkeiten bei der Wahl des Energiebezugs für ein Minergie-Haus geringer, da hier Energieverluste bereits zu einem grossen Teil reduziert wurden und deren Anteil an den Gesamtbelastungen damit geringer ausfällt. Addiert werden können z.B. zwei Potenziale aus unterschiedlichen Konsumbereichen (z.B. vegetarische Ernährung plus öffentlicher Verkehr). Teilweise können die Potenziale miteinander multipliziert werden (z.B. Verbrauchsreduktion durch Minergie mal Reduktion Umweltbelastungen durch Solarkollektor ergibt das kombinierte Reduktionspotenzial). Teilweise schliesst sich eine Kombination aber auch aus. So erfasst z.B. die Massnahme „Mobil mit eigener Kraft“ bereits die maximal mögliche Reduktion im Mobilitätsbereich dementsprechend kann das Potenzial durch andere Massnahmen aus diesem Bereich nicht mehr erhöht werden.

Tabelle 2 wird das Ergebnis einer Maximal-Abschätzung gezeigt und damit das Gesamtpotenzial für die Reduktion von Umweltbelastungen bei einer Kombination der Massnahmen in den Bereichen Wohnen (Energie Wasser und Entsorgung), Mobilität und Nahrungsmittel abgeschätzt.

Insgesamt erscheint eine Reduktion der Gesamtbelastungen um fast die Hälfte möglich wenn verschiedene Massnahmen in den drei Konsumbereichen erfolgreich kombiniert werden. Dies würde bereits ausreichen um das Minimalziel einer Reduktion der Umweltbelastungen um 40% zu erreichen.

Bezogen auf den Anteil dieser Konsumbereiche an der Gesamtbelastung können die hier diskutierten Massnahmen seitens der Haushalte zu einer Reduktion von etwa 80% der Gesamtbe-

lastungen führen. Eine solche weitgehende Änderung im Konsumverhalten kann dabei nicht von einem Tag auf den anderen umgesetzt werden. Diese Studie zeigt aber die erfolgversprechendsten Änderungspfade auf.

Tabelle 2 Zusammenfassung der möglichen Gesamtreduktion von Umweltbelastungen bei einer Kombination verschiedener Massnahmen in den drei wichtigsten Konsumbereichen

Indikator	Umweltbelastung, CH	CO2-eq, CH	Primärenergieverbrauch, CH	
Total (pro a+Pers.)	20'000'000	12.8	8'250	Ausgangslage für die Gesamtbelastung
Ernährung	28%	16%	17%	Anteil des Konsumbereichs an Gesamtbelastung
Gesamtpotenzial Ernährung	-22%	-12%	-11%	Kombination aller Massnahmen
Mobilität	12%	19%	17%	Anteil des Konsumbereichs an Gesamtbelastung
Gesamtpotenzial Mobilität	-12%	-19%	-17%	Kombination aller Massnahmen
Wohnen	19%	24%	25%	Anteil des Konsumbereichs an Gesamtbelastung
Gesamtpotenzial Wohnen	-15%	-23%	-23%	Kombination aller Massnahmen
Anteil der drei Konsumbereiche an der Gesamtbelastung	59%	59%	59%	Anteil der Konsumbereiche Ernährung, Wohnen (Energie) und Mobilität
Gesamtpotenzial, drei Bereiche	-49%	-54%	-51%	Maximale Reduktion der Gesamtbelastung bei Kombination von Massnahmen in den drei Konsumbereichen
Total, reduziert (pro a+Pers.)	10'223'846	6	4'047	Indikatorwert maximal reduziert
Reduktion bezogen auf untersuchte Konsumbereiche	-83%	-92%	-87%	Reduktion bezogen auf Anteil der Konsumbereiche Ernährung, Wohnen (Energie) und Mobilität

### Weitere Konsumbereiche

Zusätzlich sind für eine weitere Reduktion der Umweltbelastung aber auch Massnahmen in anderen Konsumbereichen notwendig und möglich. Hierzu wurden erste Auswertungen durchgeführt. Folgende Schlüsselfaktoren für die Gesamtumweltbelastung des Konsumbereichs Wohnen (Bau, Möbel, Geräte) konnten identifiziert werden:

- Die direkten Luftemissionen (v.a. NO<sub>x</sub>, CO<sub>2</sub>, Partikel und NMVOC) im Baugewerbe (z.B. durch den Betrieb von Baumaschinen).
- Die direkten Luftemissionen (v.a. CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, Benzen und Partikel) bei der Produktion mineralischer Produkte bzw. Baustoffe in der Schweiz.
- Die Verwendung von Stahl, Kupfer, und Aluminium beim Wohnungsbau.
- Die Verwendung von Erdölerzeugnissen, importierten Mineralien, Metallen und Metallerezeugnissen beim Wohnungsbau.
- Die Umweltbelastungen bei der Herstellung der Basismaterialien von Möbeln und Geräten (z.B. Baumwolle).

Für die Umweltbelastung des Konsumbereichs Dienstleistungen konnten folgende Schlüsselfaktoren identifiziert werden:

- Bau und Betrieb von Freizeit- und Kulturinfrastruktur (z.B. Beleuchtung und Heizungen in Sportanlagen)
- Bau und Betrieb von Bildungsinstitutionen (z.B. Beleuchtung und Heizungen in Sportanlagen)
- Kauf von Ausrüstungen und Materialien für Freizeitaktivitäten
- Kauf von Zeitschriften, Zeitungen und Büchern

Folgende Schlüsselfaktoren für die Gesamtumweltbelastung des Konsumbereichs Gesundheit konnten identifiziert werden:

- Import von pharmazeutischen, medizinischen und chemischen Produkten.
- Verbrauch von Elektrizität und Wärme im Gesundheits- und Sozialwesen (z.B. in Spitälern)
- Konsum von Lebensmitteln im Gesundheits- und Sozialwesen (z.B. in Spitälern)
- Bau von Gebäuden des Gesundheits- und Sozialwesens

Ausserdem können sich nicht nur die Konsumenten entsprechend der umweltpolitischen Ziele verhalten. Es ist auch notwendig, dass die Umweltbelastungen bei der Produktion von Waren und Dienstleistungen deutlich reduziert werden.

## Verdankung

Vielen Dank an unsere Kollegen Rolf Frischknecht und Salome Schori, die erste Entwürfe dieses Berichtes gelesen und mit ihren Kommentaren auf Verbesserungsmöglichkeiten hingewiesen haben. Danken möchten wir auch den Kollegen aus der Begleitgruppe dieses Projektes vom Bundesamt für Umwelt sowie Ernst Basler + Partner die einen ersten Entwurf des Berichtes gelesen haben und mit ihren Kommentaren zu dessen Verbesserung beigetragen haben.

## Abkürzungen

Abkürzung	Beschreibung
AT	Österreich
BAFU	Bundesamt für Umwelt
BfE	Bundesamt für Energie
BfS	Bundesamt für Statistik
BMI	Body Mass Index
CH	Schweiz
CO <sub>2</sub>	Kohlendioxid
DE	Deutschland
EE-IOA	Ökologisch erweiterte Input-Output-Analyse
EU	Europäische Union
GWP	Klimaänderungspotenzial
GH	Gewächshaus (beheizt)
HH	Haushalt
IKT	Informations- und Kommunikationstechnologien
IO	Input-Output
IOA	Input-Output-Analyse
IOT	Input-Output-Tabelle
IP	Integrierte Produktion
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
KB	Konsumbereich
KVA	Kehrichtverbrennungsanlage
kWh	Kilowattstunde
LCA	Life Cycle Assessment (Ökobilanz)
Lkw	Lastkraftwagen
NL	Niederlande
ÖLN	Ökologischer Leistungsnachweis
RER	Europa
SE	Schweden
UBP	Umweltbelastungspunkte

## Glossar

In dieser Studie werden Begriffe so definiert und verwendet wie dies in der Ökobilanzforschung üblich ist. Andere Forschungsgebiete z.B. aus der Umweltökonomie, verwenden teilweise die gleichen Begriffe aber mit einer anderen Bedeutung bzw. andere Begriffe für die gleichen Dinge. Im Glossar werden einige dieser Bedeutungen den Begriffsverwendungen in der Abteilung Ökonomie des BAFU gegenübergestellt.

Begriff in der Ökobilanzierung	Begriffsverwendung BAFU	Erläuterungen und Beispiele
Ressourcen und Emissionen	Rohstoffverbrauch und Belastung von Ressourcen durch Emissionen	Alle Arten von Belastungen für die Umwelt die durch den Menschen verursacht werden
Schutzgüter	Ressourcen	Wald, Biodiversität, Wasser, Land, Bodenschätze, Energieträger,
Ressourcen	Rohstoffe, Wasser und Land	Bodenschätze, Energieträger, Wasser, Land
Energieressourcen	Energieressourcen	Erdöl, Erdgas, Wind, Wasserkraft, Sonne, Erdwärme
Abiotische Ressourcen	Abiotische Rohstoffe	Erze, Frischwasser
Biotische Ressourcen	Biotische Rohstoffe	Holz, Fisch, Energie in Biomasse etc.
Luftemissionen	Luftemissionen (inkl. Treibhausgase), betrifft die Ressourcen Luft und Klima	NOx, NMVOC, Treibhausgase
Wasseremissionen	Wasseremissionen	Nitrat, Schwermetalle, COD, etc.
Bodenemissionen	Bodenemissionen	Kupfer, Pflanzenschutzmittel, Schwermetalle, etc.
Basismaterialien	Rohstoffe	Eisen, Stahl, Kunststoff

Weitere Begriffe die in diesem Bericht verwendet werden.

Begriff	Bedeutung
Reduktionspotenzial	Potenzielle Reduktion der Umweltbelastung in Bezug zu den jetzigen Belastungen in einem einzelnen Konsumbereich, z.B. Ernährung.
Gesamtpotential	Potenzielle Reduktion der Umweltbelastung in Bezug zur jetzigen Gesamtumweltbelastung die durch eine Person verursacht wird.

## Inhalt

<b>IMPRESSUM</b>	<b>I</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>II</b>
<b>KURZFASSUNG</b>	<b>II</b>
<b>RÉSUMÉ</b>	<b>II</b>
<b>ZUSAMMENFASSUNG</b>	<b>III</b>
Fragestellungen.....	iii
Systemgrenzen.....	iii
Indikatoren für Umweltbelastungen.....	iv
Grundlagendaten für die Schweiz und Aufteilung auf Konsumbereiche.....	iv
Reduktionspotenziale in den drei wichtigsten Konsumbereichen.....	v
Weitere Konsumbereiche.....	viii
<b>VERDANKUNG</b>	<b>X</b>
<b>ABKÜRZUNGEN</b>	<b>X</b>
<b>GLOSSAR</b>	<b>XI</b>
<b>INHALT</b>	<b>XII</b>
<b>1 EINLEITUNG</b>	<b>1</b>
1.1 Ausgangslage.....	1
1.2 Ziele und Forschungsfragen.....	2
1.3 Methodik und Vorgehen.....	3
<b>2 ZIELDEFINITION</b>	<b>5</b>
2.1 Systemgrenzen.....	5
2.2 Indikatoren für Umweltbelastungen.....	6
2.2.1 Umweltbelastungspunkte gemäss Methode der ökologischen Knappheit 2006.....	7
2.2.2 Treibhausgasemissionen bzw. CO <sub>2</sub> -Fussabdruck.....	10
2.2.3 Primärenergiebedarf.....	11
2.2.4 Zusammenfassung.....	11
<b>3 SACHBILANZGRUNDLAGEN</b>	<b>13</b>
<b>4 SCHWEIZER GESAMTBILANZ</b>	<b>14</b>
4.1 Gesamtergebnisse.....	14
4.1.1 Methode der ökologischen Knappheit.....	14
4.1.2 Primärenergiebedarf.....	16
4.1.3 Treibhausgasemissionen.....	17
4.1.4 Bewertung des Ressourcenverbrauchs.....	18
4.1.5 Zusammenfassung.....	20
4.2 Gegenüberstellung verschiedener Studien zu Treibhausgasemissionen und Primärenergiebedarf.....	20
4.3 Aufteilung der Schweizer Gesamtbilanz auf Konsumbereiche.....	23
<b>5 DETAILBILANZ FÜR EINZELNE KONSUMBEREICHE</b>	<b>30</b>
5.1 Wohnen (Miete, Energie, Wasser und Entsorgung).....	30

5.1.1	Datengrundlagen.....	30
5.1.2	Umweltbelastung, Treibhausgasemissionen und Primärenergiebedarf .....	33
5.1.3	Aufteilung in Wirkungskategorien .....	34
5.1.4	Zusammenfassung.....	36
5.2	Mobilität .....	36
5.2.1	Datengrundlagen.....	36
5.2.2	Umweltbelastung, Treibhausgasemissionen und Primärenergiebedarf .....	37
5.2.3	Aufteilung in Wirkungskategorien .....	38
5.2.4	Zusammenfassung.....	40
5.3	Nahrungsmittel bzw. Ernährung.....	41
5.3.1	Ökobilanzen von Nahrungsmittleinkäufen .....	41
5.3.2	Anteil von Produktgruppen.....	43
5.3.3	Aufteilung in Wirkungskategorien .....	43
5.3.4	Zusammenfassung.....	44
5.4	Wohnen, (Bau, Möbel, Geräte) .....	44
5.5	Dienstleistungen .....	46
5.6	Gesundheit .....	48
5.7	Zusammenfassung.....	49
<b>6</b>	<b>REDUKTIONSPOTENZIALE FÜR UMWELTBELASTUNG, TREIBHAUSGASEMISSIONEN UND PRIMÄRENERGIEBEDARF</b>	<b>51</b>
6.1	Methodik.....	51
6.1.1	Vorgehen.....	51
6.1.2	Unsicherheiten .....	52
6.1.3	Reduktionsziele.....	53
6.2	Grundlagendaten.....	53
6.3	Reduktionspotenziale Wohnen (Miete, Energie, Wasser und Entsorgung).....	54
6.3.1	Grundlagen .....	54
6.3.2	Gebäudeisolierung (Minergie-P Standard) .....	57
6.3.3	Erneuerbare Energie für Heizung und Warmwasser (Wärmepumpe).....	59
6.3.4	Strombezug (Ökostrom).....	60
6.3.5	Sparsame Haushaltsgeräte .....	62
6.3.6	Energiesparendes Verhalten .....	62
6.3.7	Weiteres .....	64
6.3.8	Zusammenfassung.....	64
6.4	Reduktionspotenziale Mobilität .....	65
6.4.1	Öffentlicher Verkehr .....	65
6.4.2	Verzicht auf Flugreisen .....	65
6.4.3	Sparsame Autos.....	66
6.4.4	Mobil mit eigener Kraft .....	66
6.4.5	Elektroauto .....	67
6.4.6	Weiteres .....	68
6.4.7	Zusammenfassung.....	68
6.5	Reduktionspotenziale Nahrungsmittel bzw. Ernährung .....	68
6.5.1	Regionale Ernährung .....	69
6.5.2	Saisonale Ernährung.....	70
6.5.3	Vegetarische Ernährung .....	71
6.5.4	Bewusster Genuss .....	73
6.5.5	Bioprodukte.....	74
6.5.6	Weniger Nahrungsmittelabfälle.....	78
6.5.7	Reduktion des Nahrungsmittelkonsums (Normalgewicht) .....	80
6.5.8	Verzicht aufs Rauchen .....	81
6.5.9	Zusammenfassung (Umwelt- und gesundheitsbewussten Ernährung) .....	81
6.6	Abschätzung zum Gesamtpotenzial.....	83

6.6.1 Überblick .....	83
6.6.2 Methode der ökologischen Knappheit.....	88
6.6.3 Treibhausgasemissionen .....	89
6.6.4 Primärenergiebedarf .....	89
6.7 Reduktionspotenziale in anderen Konsumbereichen.....	90
6.7.1 Bekleidung .....	90
6.7.2 Wohnungsbau .....	91
6.7.3 Möbel, Haushaltsgeräte und andere Güter.....	91
6.7.4 Gesundheit.....	91
6.7.5 Kommunikation .....	92
6.7.6 Freizeit, Unterhaltung.....	92
6.7.7 Bildung .....	92
6.7.8 Gastgewerbe und Hotels .....	92
6.7.9 Andere Güter und Dienstleistungen.....	92
6.7.10Ferien .....	93
6.7.11Ökologische Geldanlagen, Spenden und Kompensationsausgaben .....	93
<b>7 DISKUSSION</b>	<b>94</b>
<b>LITERATUR</b>	<b>96</b>
<b>INDEXVERZEICHNIS</b>	<b>105</b>
<b>ANNEXE 1: LIFE CYCLE INVENTORY ANALYSIS</b>	<b>106</b>
Average consumption of food items .....	106
Energy use and mobility .....	108
<b>ANNEXE 2: UMWELTBELASTUNGEN DER SCHWEIZER VOLKSWIRTSCHAFT</b>	<b>110</b>
Produktionssektoren .....	110
Aussenhandelsstatistik .....	113
Inländischer Materialkonsum und Materialinput .....	115
Anteile der Umweltbelastungen im In- und Ausland .....	119

# 1 Einleitung

## 1.1 Ausgangslage

Der tägliche Konsum von Gütern wie Lebensmitteln oder Kleidern, aber auch Aktivitäten wie eine Autofahrt oder ein Flug, verbraucht Ressourcen und verursacht Emissionen. Aus Sicht einer nachhaltigen Entwicklung hin zu einer Grünen Wirtschaft ist es notwendig, diese Umweltbelastungen zu verringern.

Ziel der vorliegenden Studie ist eine grobe Abschätzung zum Potenzial für die Reduktion von verschiedenen Ressourcenverbräuchen und Emissionen: Dabei soll aufgezeigt werden, in welchen Bereichen der Schweizer Endnachfrage welche Senkung der verursachten Emissionen und Ressourcenverbräuche nötig und möglich erscheinen, um die Vision eines naturverträglichen Ressourcenverbrauchs zu erreichen. Die vertiefte Prüfung der ökonomischen und politischen Realisierbarkeit dieses Potenzials ist nicht Gegenstand dieser Potenzialabschätzung. Betrachtet werden sollen die Emissionen und Ressourcenverbräuche über den gesamten Produktlebenszyklus, also inkl. "grauer Umweltbelastung".

Die Betrachtung soll von mehreren Seiten her erfolgen:

Nach Art der Umweltbelastung:

1. Welche Teilbereiche werden durch die Schweizer Endnachfrage heute mit welchem "Gewicht" belastet?
2. Bei welchen Umwelt-Zielbereichen bestehen welche Reduktionspotenziale? (z.B. eine Reduktion der Nahrungsmittelverluste um x % würde für die Ressource Klima eine Senkung der Treibhausgase um... bringen, während der indirekte Landverbrauch um ... zurückgehen würde.)?

Nach Konsumbereichen & Gütergruppen:

1. Nach Konsumbereichen: Beispiel für den Bereich Ernährung: Welche Potenziale erscheinen für den Bereich Nahrungsmittelabfälle realistisch, welche für eine Umstellung auf eine fleischärmere Ernährungsweise, etc.?
2. Nach Gütergruppen: Welche Reduktionspotenziale können bei welchen Gütergruppen identifiziert werden? An welchen Stufen der Wertschöpfungskette müsste angesetzt werden? Vertieft analysiert werden sollte auch der (direkte und indirekte) Verbrauch von Basismaterialien (z.B. mineralische Bauabfälle, Recycling von Kunststoffabfällen, seltene technische Metalle). Dieser Teil wurde in einer separaten Kurzstudie bearbeitet (vgl. Stucki et al. 2012 und Anhang zu dieser Studie ab Seite 110).

Anhand der Potenzialabschätzung sollen Handlungsfelder mit bedeutenden Effizienzpotenzialen identifiziert und priorisiert werden.

Es ist dem Auftraggeber bewusst, dass es für solche Abschätzungen und Priorisierungen keine nachweisbare bzw. objektiv richtige Lösung geben kann. Es geht vielmehr um plausible, gut begründete Grössenordnungen. Sie sollen als Basis dienen, um politische Massnahmenpakete konzipieren zu können, welche geeignet sind, die Gesamtumweltbelastung auf ein naturverträgliches Mass zu reduzieren. Entsprechend soll auf Kenntnislücken und Unsicherheiten transparent hingewiesen werden.

Die Emissionen und Ressourcenverbräuche können auf unterschiedliche Weise berechnet und bewertet werden. Beispielsweise kann sich die Messung entweder auf den Primärenergie- oder den Endenergieverbrauch als Indikator beziehen; oder es kann pro Individuum, pro Haushalt oder für die Gesamtaktivitäten der Schweiz gemessen werden. Es können alle konsumierten Güter oder nur der direkte Verbrauch von Energieträgern erfasst werden. Eine klare Definition der Indikatoren, des Betrachtungsraums und der Systemgrenzen ist die Grundlage für die Erfassung und Bewertung der verschiedenen Umweltbelastungen.

Durch die unterschiedliche Erfassung und Bewertung der Umweltbelastungen und Ressourcenverbräuche gibt es unterschiedliche Aussagen über mögliche Einsparpotenziale in verschiedenen Lebensbereichen.

In der vorliegenden Studie wird ein Raster zur Festlegung von Massnahmen mit einem hohen Einsparpotenzial an Umweltbelastungen vorgeschlagen.

## 1.2 Ziele und Forschungsfragen

In diesem Bericht werden Grundlagen der Umweltbelastungen pro Person in der Schweiz aufbereitet und berechnet. Hierzu wird eine aktuelle Studie als Grundlage verwendet und teilweise werden Ergebnisse aus dieser Studie direkt wiedergegeben (Jungbluth et al. 2011b).

Die Arbeiten beziehen alle wesentlichen Aspekte für eine ökologisch nachhaltige Entwicklung des Privatkonsums ein. Das heisst, als Ausgangsgrösse soll das konkrete Verhalten der Haushalte analysiert und die dadurch ausgelösten Emissionen und Ressourcenverbräuche erfasst werden. Dafür müssen nicht nur die Umweltbelastungen in der Schweiz erfasst werden. Auch die im Ausland verursachten Emissionen und Ressourcenverbräuche müssen berücksichtigt werden soweit sie durch den Konsum in der Schweiz verursacht werden. Zusätzlich ist es notwendig, diese hinsichtlich unterschiedlicher Bereiche aufzuteilen und schlussendlich auch die Umweltbelastung einzelner Handlungsoptionen zu berechnen und in Relation zur Gesamtbelastung zu betrachten.

Das Reduktionspotenzial für Umweltentlastungen durch individuelle Verhaltensänderungen wird für verschiedene Verhaltensänderungen in unterschiedlichen Themenbereichen abgeschätzt. Ziel ist die Festlegung a) der benutzten Systemgrenzen, b) der zu betrachtenden Umweltbelastungen, c) der Berechnungsgrundlagen für die Gesamtbilanz pro Person, d) der unterschiedenen Themenbereiche, sowie die Darstellung der Ausgangslage für die Schweiz und der theoretischen Wirkungspotenziale durch Massnahmen, welche direkt auf Verhaltensänderungen von Privatpersonen zielen.

Folgende Forschungsfragen werden in diesem Bericht beantwortet:

1. Beschreibung der Systemabgrenzung: Welche Produktionsprozesse und Emissionsquellen müssen in einer Gesamtbilanz für den privaten Endkonsum berücksichtigt werden? (Siehe Kapitel 2.1)
2. Welche Indikatoren für Umweltbelastungen sollen ausgewiesen werden und wie werden diese berechnet? (Siehe Kapitel 2.2)
3. Wo steht die Schweiz heute bezüglich der gewählten Indikatoren in einer Gesamtbilanz? Dazu werden Daten aus einer aktuellen Studie für die Schweiz im Jahr 2005 aufbereitet und ausgewertet (Siehe Kapitel 4.1).
4. Welche Unterschiede gibt es zwischen den aktuell berechneten Ergebnissen im Vergleich zu den bisher in verschiedenen Studien ausgewiesenen Werten? (Siehe Kapitel 4.2).

5. Welche Themenbereiche des privaten Endkonsums werden wie abgegrenzt? Was ist der Anteil verschiedener Konsumbereiche (Mobilität, Ernährung etc.) an der ökologischen Gesamtbilanz? (Siehe Kapitel 4.3)
6. Welches ist das «Idealverhalten» im Hinblick auf den „Fussabdruck 1“? In welchen Themenbereichen können von Privatpersonen effektiv Wirkungen erzielt werden? Wo haben Privatpersonen Handlungsspielraum und wo nicht? Wie gross ist der Handlungsspielraum? (Siehe Kapitel 6)

Im Index auf Seite 105 findet der Leser einen genauen Hinweis, wo Antworten auf die oben gestellten Fragen zu finden sind.

Diese Studie untersucht nur das Potenzial verschiedener Massnahmen ohne dabei Schwierigkeiten aus individueller oder struktureller Sicht abzuschätzen. Auch mögliche Rebound Effekte oder Nebenwirkungen z.B. auf die Wirtschaft werden nicht untersucht.

### **1.3 Methodik und Vorgehen**

Die Methodik und das Vorgehen folgen im Wesentlichen den vorher genannten Forschungsfragen (Fig. 1.1).

In Kapitel 2 werden zunächst die Systemgrenzen der Untersuchung festgelegt und Indikatoren zur Bewertung von Umweltbelastungen vorgeschlagen.

Ein Überblick über die verwendeten Datengrundlagen wird in Kapitel 3 gegeben. Aus Gründen der Übersichtlichkeit wird darauf verzichtet alle verwendeten Sachbilanzdaten, die in der Regel elektronisch vorliegen, jeweils genau zu zitieren.

Grundlage für die weiteren Berechnungen bildet eine aktuelle Studie zur Umweltbelastung in der Schweiz (Jungbluth et al. 2011b). In dieser Studie wurden die Emissionen und Ressourcenverbräuche mit der Methode einer um Umweltaspekte erweiterten Input-Output-Analyse erfasst und mit verschiedenen Indikatoren bewertet. Wesentliche Ergebnisse aus dieser Studie werden in Kapitel 4 vorgestellt und mit Ergebnissen aus ähnlichen Projekten verglichen.

Ergebnisse aus der Schweizer Gesamtbilanz werden in Kapitel 4.3 hinsichtlich ihres Beitrags zu verschiedene Konsumbereichen aufgeteilt. Die Definition von Konsumbereichen stützt sich dabei auf eine international gebräuchliche Klassifizierung.

In Kapitel 5 werden statistische Daten zum privaten Konsum (z.B. Strom und Wärmeverbrauch, Angaben zu den mit verschiedenen Verkehrsmitteln zurückgelegten Strecken) in der Schweiz dokumentiert. Diese statistischen Angaben zu den beiden Konsumbereichen Wohnen (Miete, Energie, Wasser und Entsorgung) sowie Mobilität wurden mit Ökobilanzdaten verknüpft. Damit wird der Beitrag verschiedener Konsumgrössen zu einem Konsumbereich hier soweit möglich weiter untergliedert.

Auf Grundlage der so erhobenen Durchschnittsdaten für einzelne Konsumbereiche werden in Kapitel 6 dann die Potenziale für Verhaltensänderungen abgeschätzt. Hierzu wird auf Basis von Literaturdaten und eigenen Ökobilanzberechnungen zunächst abgeschätzt, um welchen Prozentsatz sich die Umweltbelastungen in einem bestimmten Konsumbereich (oder Teilbereich hiervon) durch ein Verhaltensänderung reduzieren würden. Ausgehend von diesem Prozentsatz und dem Anteil des Konsumbereichs an der Gesamtbilanz wird ein Reduktionspotenzial bestimmt, dass die mögliche prozentuale Reduktion im Verhältnis zur Gesamtbelastung ausdrückt.

In Kapitel 7 werden die Hauptergebnisse der Studie dann nochmals zusammengefasst.

In diesem Bericht werden einige spezielle Begriffe und Definitionen verwendet. Das Indexverzeichnis am Schluss des Berichtes (Seite 105) erlaubt ein rasches Auffinden der Textstellen, in denen diese Begriffe erläutert werden.

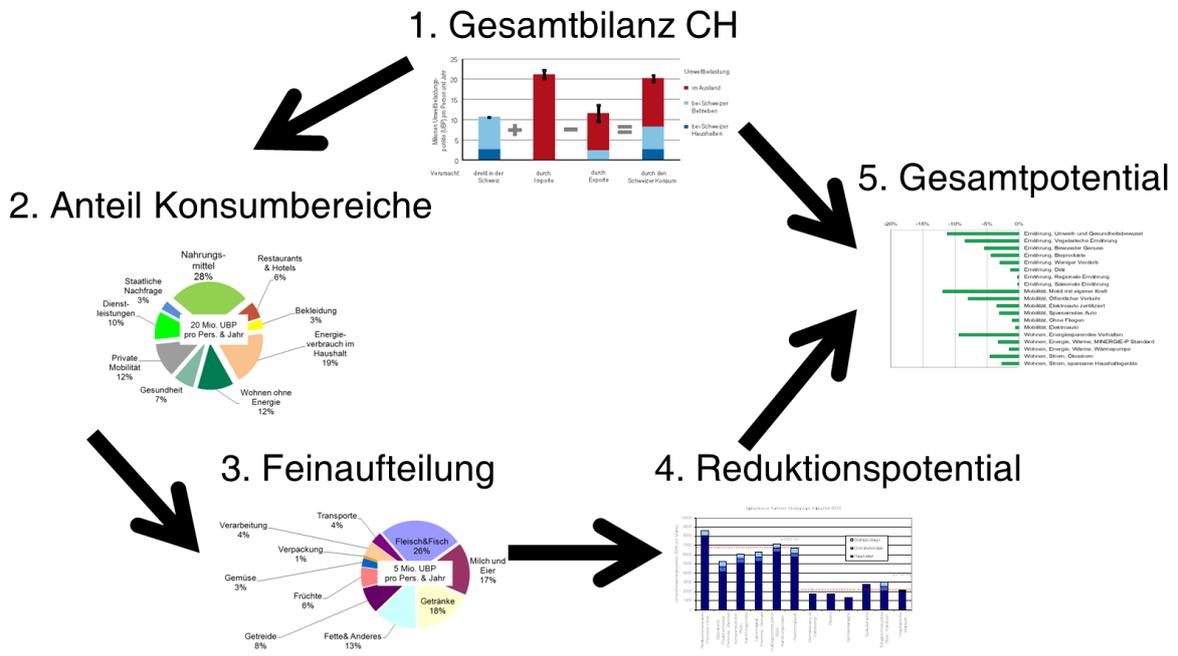


Fig. 1.1 Übersicht zum Vorgehen in dieser Studie und Verknüpfung der verschiedenen Teilanalysen

## 2 Zieldefinition

### 2.1 Systemgrenzen

Hier gehen wir zunächst der Frage nach „Welche Produktionsschritte und Emissionsquellen müssen in einer Gesamtbilanz für Privatpersonen berücksichtigt werden?“

In einer Studie zu den Gesamtbelastungen von Konsum und Produktion in der Schweiz werden die Umweltbelastungen aus zwei Perspektiven analysiert (Jungbluth et al. 2011b): aus der Produktionsperspektive und aus der Konsumperspektive (vgl. Fig. 2.1, oben). In der **Produktionsperspektive** sind die im Inland entstehenden Umweltbelastungen der Schweiz entscheidend (in den Abbildungen blau dargestellt). Gleichermassen werden den einzelnen Wirtschaftsakteuren – Unternehmen und Haushalten – die jeweils direkt verursachten Umweltbelastungen zugeordnet. Die Produktionsperspektive erlaubt es, die direkten Verursacher von Umweltbelastungen in der Schweiz zu identifizieren.

In der **Konsumperspektive** werden diejenigen Umweltbelastungen der Schweiz zugeordnet, welche durch die inländische Endnachfrage nach Waren und Dienstleistungen ausgelöst werden. Dies beinhaltet sowohl die Umweltbelastung der in der Schweiz produzierten Güter als auch die im Ausland verursachte Umweltbelastung durch importierte Güter (in den Abbildungen rot dargestellt). Die **inländische Endnachfrage** umfasst den Konsum der privaten Haushalte (Privatkonsum), die Endnachfrage der öffentlichen Hand und die Investitionen. Diese Komponenten umfassen jeweils im Inland und im Ausland produzierte Güter und Dienstleistungen. Aus dieser Optik sind der Schweiz auch diejenigen Umweltbelastungen im Ausland zuzurechnen, die bei der Herstellung von importierten Gütern entstehen. Gleichermassen werden die inländischen Umweltbelastungen, die durch die Herstellung exportierter Produkte entstehen, der Schweiz nicht zugerechnet.

Für die Berechnung der gesamten **Endnachfrage** werden die inländische Endnachfrage und Exporte addiert.

Für Forschungsfrage 1 *“Welche Produktionsprozesse und Emissionsquellen müssen in einer Gesamtbilanz für den privaten Endkonsum berücksichtigt werden?“* wird folgendes Vorgehen festgelegt. Haushalte stehen im Fokus dieser Studie. Deshalb verwenden wir im Weiteren die Konsumperspektive zur Auswertung der Umweltbelastungen die durch die inländische Endnachfrage (und damit grösstenteils durch private Haushalte) verursacht werden. Damit ist es einerseits möglich alle im In- und Ausland anfallenden Umweltbelastungen zu erfassen. Ausserdem ist es möglich diese Umweltbelastungen detailliert einzelnen Konsumbereichen der inländischen Endnachfrage zuzuordnen.

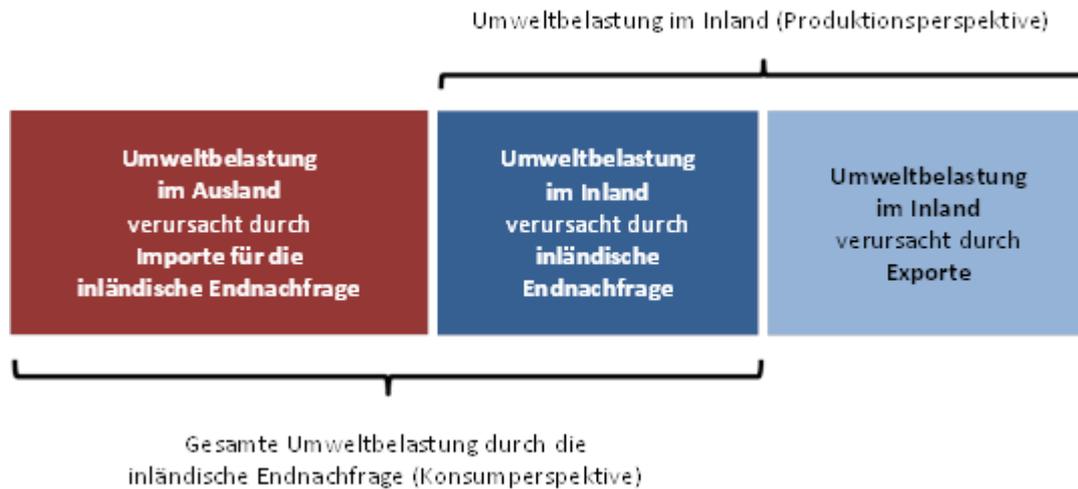


Fig. 2.1 Produktions- und Konsumperspektive bei der Erfassung der gesamten Umweltbelastung eines Landes (Jungbluth et al. 2011b)

## 2.2 Indikatoren für Umweltbelastungen

Ein wesentlicher Aspekt der Ökobilanz ist die Zusammenfassung unterschiedlicher Emissionen und Ressourcenverbräuche, die Umweltbelastungen wie Treibhauseffekt oder Überdüngung verursachen zu einem Indikator. Hierzu stehen verschiedene Bewertungsmethoden zur Verfügung, die sich hinsichtlich Umfang und Vorgehen bei Charakterisierung<sup>6</sup> und Gewichtung<sup>7</sup> unterscheiden. Hier gehen wir der Forschungsfrage 2 nach „Welche Indikatoren für Umweltbelastungen sollten ausgewiesen werden und wie werden diese berechnet?“

Die von Rockström et al (2009) genannten Umweltprobleme werden grösstenteils z.B. mit der Methode der ökologischen Knappheit (oder anderen LCIA Methoden) erfasst. Lediglich eine Bewertung des Biodiversitätsverlustes ist bisher mit keiner Bewertungsmethode vollständig möglich.

Der Begriff "natürliche Ressource" wird in der Literatur unterschiedlich verwendet. So gibt es Sichtweisen, die ihn auf Rohstoffe und Boden beschränken, während er in der Umweltpolitik zunehmend breiter verstanden wird und auch z.B. auch Wasser und Biodiversität einschliesst (vgl. z.B. EEA 2011, 8).

Das BAFU verwendet ebenfalls einen breiten Ressourcenbegriff, der mit den Ökobilanz-Bewertungsmöglichkeiten nur teilweise kompatibel ist (vgl. Glossar). Grundsätzlich wäre es möglich die Methode der ökologischen Knappheit so anzupassen, das die Emissionen und Ressourcenverbräuche aus der Ökobilanz entsprechend der vom BAFU genannten Ressourcenkategorien zugeordnet werden.

Tab. 2.1 zeigt eine Gegenüberstellung verschiedener Indikatoren für die Bewertung von Umweltbelastungen. Methoden wie der Primärenergiebedarf, Water Footprint, oder CO<sub>2</sub>-Fussabdruck betrachten jeweils nur einen ausgewählten Umweltbereich. Vollaggregierende Methoden wie z.B. die Methode der ökologischen Knappheit (Umweltbelastungspunkte) fas-

<sup>6</sup> Zuordnung einzelner Schadstoffemissionen zu einem bestimmten Umweltproblem und Umrechnung in eine Standardeinheit. Z.B. Zusammenfassung der Treibhausgase CO<sub>2</sub>, Methan und Lachgas zum Indikator Kohlendioxidäquivalente.

<sup>7</sup> Zusammenfassung verschiedener Umweltprobleme zu einem Indikator. Diese beruht in der Regel auch auf Werthaltungen und nicht nur auf naturwissenschaftlichen Erkenntnissen.

sen hingegen eine Vielzahl unterschiedlicher Umweltbelastungen zu einem Punktwert zusammen. Auch beim der ökologische Fussabdruck werden nur die CO<sub>2</sub> Emissionen ohne weitere Treibhausgase und der Landverbrauch berücksichtigt (siehe Jungbluth et al. 2011a; Jungbluth et al. 2011b für weitere Erläuterungen zu Bewertungsmethoden).

Tab. 2.1 Gegenüberstellung verschiedener Indikatoren für die Bewertung in einer Ökobilanz

Indikator:	Eine Belastung				Verschiedene Belastungen				Keine LCIA Methoden		
	Primär-energie-bedarf	Öko-rucksack	Water Footprint	CO <sub>2</sub> -Fussabdruck	Ökologischer Fussabdruck	Umwelt-belastungs-punkte 2006	Impact 2002+	Eco-indicator 99	ReCiPe 2009	Rockström et al. 2009	BAFU Ressourcen Begriff
Ressourcen	Energie, nicht erneuerbar	✓	✓	∅	∅	∅	✓	✓	✓	∅	Abiot, Energie
	Energie, erneuerbar	✓	✓	∅	∅	∅	✓	∅	∅	∅	Biot, Brennstoff
	Erze und Mineralien	∅	✓	∅	∅	∅	✓	✓	✓	∅	Abiot
	Wasser	∅	✓	✓	∅	∅	✓	∅	✓	✓	Wasser
	Biomasse	∅	✓	∅	∅	∅	✓	∅	∅	∅	Biotisch
	Landnutzung	∅	∅	∅	∅	✓	✓	✓	✓	✓	Boden/Biodiversität
	Landumwandlung	∅	∅	∅	∅	∅	∅	✓	✓	∅	Boden/Biodiversität
Emissionen	Nur CO <sub>2</sub>	∅	∅	∅	∅	✓	∅	∅	∅	∅	∅
	Treibhausgase inkl. CO <sub>2</sub>	∅	∅	∅	✓	∅	✓	✓	✓	✓	Luft
	Ozonabbau	∅	∅	∅	∅	∅	✓	✓	✓	✓	Luft
	Gesundheitsschäden	∅	∅	∅	∅	∅	✓	✓	✓	∅	Luft/Wasser/Boden
	Staub	∅	∅	∅	∅	∅	✓	✓	✓	✓	Luft
	Sommersmog	∅	∅	∅	∅	∅	✓	∅	✓	∅	Luft
	Giftigkeit für Tiere und Pflanzen	∅	∅	∅	∅	∅	✓	✓	✓	∅	Luft/Wasser/Boden
	Versauerung	∅	∅	∅	∅	∅	✓	✓	✓	✓	Luft
	Überdüngung	∅	∅	∅	∅	∅	✓	✓	✓	✓	Luft/Wasser
	Geruch	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅
	Lärm	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅
	Radioaktivität	∅	∅	∅	∅	∅	✓	✓	✓	✓	Luft/Wasser
	Hormone	∅	∅	∅	∅	∅	✓	∅	∅	∅	Wasser
Anderes	Unfälle	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅
	Abfälle	∅	∅	∅	∅	∅	✓	∅	∅	∅	Boden
	Littering	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅
	Versalzung	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅
	Biodiversitätsverlust	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	✓	Biodiversität
Erosion	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	

Im Vorfeld dieser Studie wurde beschlossen, sich vor allem auf einen Gesamtindikator zu stützen. Dafür werden in dieser Studie die gesamten Umweltbelastungen mit der Schweizer Methode der ökologischen Knappheit bewertet (Frischknecht et al. 2008). Der Primärenergiebedarf und die Treibhausgasemissionen sind Schlüsselindikatoren die zusätzlich beim Konsum betrachtet werden. Die verwendeten Indikatoren werden in den folgenden Abschnitten näher dargestellt.

### 2.2.1 Umweltbelastungspunkte gemäss Methode der ökologischen Knappheit 2006

Die Methode der ökologischen Knappheit erlaubt die Gewichtung der in einer Sachbilanz erfassten und berechneten Ressourcenentnahmen und Schadstoff-Emissionen. Die Grundlagen der Methode wurden erstmals 1978 (Müller-Wenk 1978) erarbeitet und zwischenzeitlich aktualisiert (Brand et al. 1998). Die letzte Aktualisierung fand zwischen 2005 und 2008 statt (Frischknecht et al. 2008). In Vorbereitung ist ein Update mit Referenzjahr 2011.

Die Methode der ökologischen Knappheit beruht auf dem Prinzip "Distance-to-target". Dabei werden einerseits die gesamten gegenwärtigen Flüsse einer Umwelteinwirkung (z.B. Stickoxide) eines Landes und andererseits die im Rahmen der umweltpolitischen Ziele des entsprechenden Landes als maximal zulässig erachteten (kritischen) Flüsse derselben Umwelteinwirkung verwendet. Sowohl kritische wie auch aktuelle Flüsse sind in Bezug auf schweizerische Verhältnisse definiert.

Fig. 2.2 zeigt ein vereinfachtes Vorgehensschema dieser Bewertungsmethode. Daraus geht hervor, dass die Schritte Klassifizierung und Charakterisierung z.B. für klimarelevante und

ozonschichtabbauende Substanzen und für Primärenergie durchgeführt werden. Teilweise werden die Umwelteinwirkungen (Emissionen und Ressourcenverbrauch) und Abfallmengen aus der Sachbilanz auch direkt gewichtet.

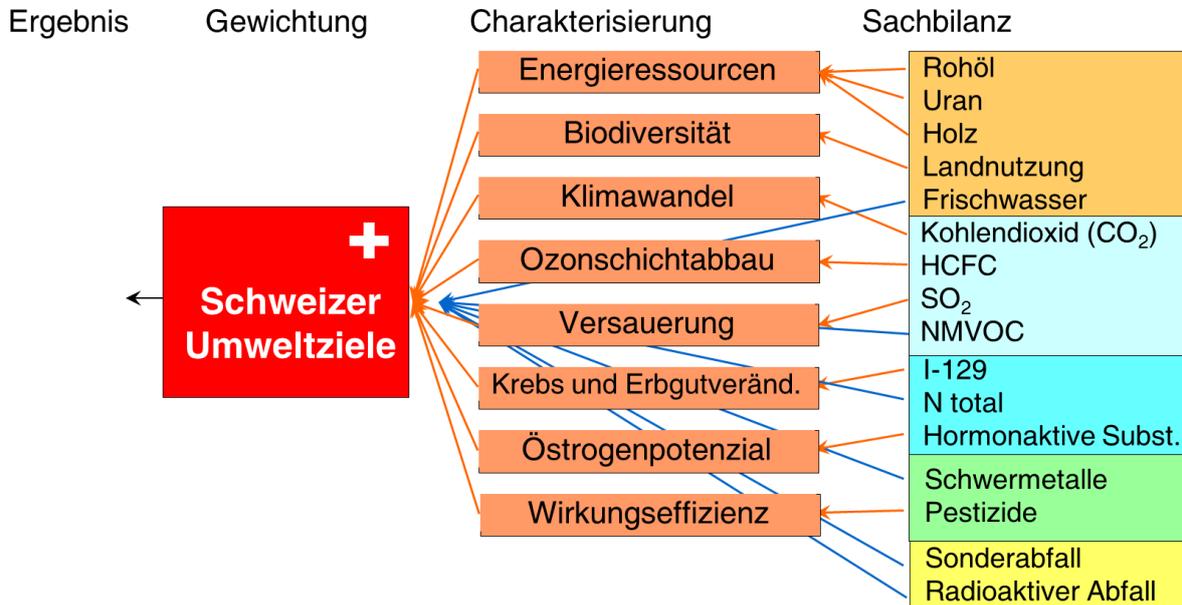


Fig. 2.2 Schematische Darstellung der Methode der ökologischen Knappheit 2006.

Die Bewertung erfolgt mittels Ökofaktoren welche wie folgt definiert sind:

$$\text{Ökofaktor} = \underbrace{K}_{\substack{\text{Charakterisierung} \\ \text{(optional)}}} \cdot \underbrace{\frac{1 \cdot \text{UBP}}{F_n}}_{\text{Normierung}} \cdot \underbrace{\left(\frac{F}{F_k}\right)^2}_{\text{Gewichtung}} \cdot \underbrace{c}_{\text{Konstante}} \quad (8.1)$$

- mit:
- K** = **Charakterisierungsfaktor** eines Schadstoffs beziehungsweise einer Ressource
  - Fluss** = Fracht eines Schadstoffs, Verbrauchsmenge einer Ressource oder Menge einer charakterisierten Umwelteinwirkung
  - F<sub>n</sub>** = **Normierungsfluss**: Aktueller jährlicher Fluss, bezogen auf die Schweiz
  - F** = **Aktueller Fluss**: Aktueller jährlicher Fluss, bezogen auf das Referenzgebiet
  - F<sub>k</sub>** = **Kritischer Fluss**: Kritischer jährlicher Fluss, bezogen auf das Referenzgebiet
  - c** = **Konstante** (10<sup>12</sup>/a)
  - UBP** = **Umweltbelastungspunkt**: die Einheit des bewerteten Ergebnisses

Der Faktor c ist für alle Ökofaktoren identisch und dient der besseren Handhabbarkeit der Zahlen. Der erste Faktor dient der *Charakterisierung* und wird für Schadstoffe (beziehungsweise Ressourcen) angewendet, welche dieselbe Umweltwirkung verursachen (beispielsweise Klimaänderung). Der Charakterisierungsfaktor ist in dieser Methode optional, das heisst nicht alle Schadstoffe werden in dieser Methode charakterisiert. Der zweite Term dient der *Normierung* und enthält im Nenner den heutigen gesamtschweizerischen Fluss. Dieser wird entweder in charakterisierter Form angegeben (beispielsweise Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalente pro Jahr), wenn für den entsprechenden Schadstoff ein Charakterisierungsfaktor angewendet wird, oder in seiner ursprünglichen Form (beispielsweise Tonnen PM10 pro Jahr), wenn der Schadstoff keinen Charakterisierungsfaktor hat. Der dritte Term enthält den *Gewichtungsschritt*. Hier

werden die aktuellen Emissionen einerseits und das angestrebte Emissionsziel ins Verhältnis gesetzt und quadriert.

Das Verhältnis aktueller zu kritischem Fluss wird als Quadrat berücksichtigt. Dies hat den Effekt, dass Emissionen und Ressourcenverbräuche, welche den Zielwert (kritischer Fluss) stark überschreiten, überproportional gewichtet werden. Emissionen und Ressourcenverbräuche, welche den Zielwert stark unterschreiten werden unterproportional gewichtet werden. Eine zusätzliche Emission wird also umso stärker gewichtet, je höher die Belastungssituation bereits ist.

Als Ergebnis der bewerteten Sachbilanz können damit die Umweltbelastungspunkte berechnet werden. Sie sind ein relatives Mass bzw. ein Indikator für die Umweltbelastungen verschiedener Produkte oder Dienstleistungen.

Eine quantitative Methode zur Berechnung von Umweltbelastungen gemäss der von der Sektion Ökonomie verwendeten Ressourcenbegriffe steht bisher nicht zur Verfügung. Für diese Studie werden die Gesamtumweltbelastungen gemäss der Methode der ökologischen Knappheit mit einer entsprechenden Zuordnung verschiedener Emissionen und Ressourcenverbräuche zu 18 Wirkungskategorien<sup>8</sup> aufgeteilt (siehe Tab. 2.2). Dies wiederum ermöglicht es diese Wirkungen den vom BAFU verwendeten Ressourcenbegriffen zuzuordnen. Für die biologische Vielfalt und Ruhe als Teilaspekte gibt es keine ausreichende Methodik und Datengrundlage. Als Einheit für alle Teilindikatoren wird „Umweltbelastungspunkte“ verwendet.

---

<sup>8</sup> In unserem Bericht ausgewertet werden schlussendlich nur 17 Wirkungskategorien da Daten zu den hormonaktiven Substanzen in Ökobilanzen bisher nicht erfasst wurden und folglich in der Auswertung auch nicht aufscheinen.

Tab. 2.2 Zuordnung der Bewertung von Emissionen und Ressourcen gemäss der Methode der ökologischen Knappheit 2006 zu 18 Wirkungskategorien

Wirkungskategorien	Impact category	Zuordnung BAFU Ressource
Klimawandel	air, IPCC GWP 100a	Klima
Ozonschichtabbau	air, ozone depletion, UNEP 2000	Ozonschicht
Kohlenwasserstoffe in Luft	air, NMVOC	Luftqualität
Versauerung	air, acidification	Luftqualität
Übrige Luftschadstoffe	air, human health	Luftqualität
Schwermetalle in Luft	air, heavy metals	Luftqualität
Überdüngung	water, eutrophication	Wasserqualität
Schwermetalle in Wasser	water, heavy metals	Wasserqualität
Radioaktive Substanzen in Meere	water, radioactive	Wasserqualität
Toxische Kohlenwasserstoffe in Wasser	water, toxic hydrocarbons	Wasserqualität
Hormonaktive Substanzen in Wasser	Water, endocrine disruptors	Wasserqualität
Schwermetalle in Boden	soil, heavy metals	Bodenqualität
Pflanzenschutzmittel	soil, plant protection products	Bodenqualität
Energieressourcen	resources, energy	Abiotische Rohstoffe
Landnutzung	resources, land	Boden
Kiesressourcen	resources, mineral	Abiotische Rohstoffe
Wassernutzung	resources, water use	Wasser
Deponierte Abfälle	waste	Boden
<i>Keine Zuordnung möglich</i>	<i>Keine Zuordnung möglich</i>	<i>Biologische Vielfalt</i>
<i>Keine Zuordnung möglich</i>	<i>Keine Zuordnung möglich</i>	<i>Lärm bzw. Ruhe</i>

### 2.2.2 Treibhausgasemissionen bzw. CO<sub>2</sub>-Fussabdruck

Für diejenigen Substanzen, welche zur Verstärkung des Treibhauseffekts beitragen, wird das „global warming Potenzial“ (GWP) nach IPCC (Solomon et al. 2007) als Wirkungsparameter beigezogen. Umgangssprachlich hat sich für diese Berechnung der gesamten Treibhausgasemissionen auch der Begriff „CO<sub>2</sub>-Fussabdruck“ bzw. „Carbon Footprint“ eingebürgert.

Dabei werden Absorptionskoeffizienten für infrarote Wärmestrahlung, die Verweildauer der Gase in der Atmosphäre und die erwartete Immissionsentwicklung berücksichtigt. Für verschiedene Zeithorizonte (20, 100 oder 500 Jahre) wird dann die potenzielle Wirkung eines Kilogramms eines Treibhausgases im Vergleich zu derjenigen eines Kilogramms CO<sub>2</sub> bestimmt. Somit können atmosphärische Emissionen in äquivalente Emissionsmengen CO<sub>2</sub> umgerechnet werden.

Der kürzere Integrationszeitraum von 20 Jahren ist relevant, da dieser die Temperaturveränderungsrate massgeblich bestimmt, welche wiederum die erforderliche Adaptionfähigkeit für terrestrische Ökosysteme vorgibt. Die Verwendung der längeren Integrationszeiten von 500 Jahren entspricht auch etwa der Integration über einen unendlichen Zeithorizont und lässt Aussagen über das Potenzial der absoluten Veränderung zu (Meeresspiegelerhöhung, Veränderung der Durchschnittstemperatur). Hier verwenden wir als Kompromiss den mittleren Horizont von 100 Jahren, welcher auch Basis der internationalen Abkommen ist.

### 2.2.3 Primärenergiebedarf

Die Graue Energie von Energieträgern, Gütern und Dienstleistungen wird mit dem Primärenergiebedarf bewertet. Dazu wird der Lebensweg des Produktes bis zur Entnahme von primären Energieressourcen zurückverfolgt. Als Eigenwert der Primärenergieressourcen werden die in Tab. 2.3 aufgeführten physikalischen Eigenschaften verwendet<sup>9</sup>.

In der vorliegenden Studie wird die Energie aus Abwärme und Abfall nicht in den totalen Primärenergiebedarf eingerechnet. In einigen Studien wird sie aber der Vollständigkeit halber aufgeführt. Der Energieinhalt der zu Abfall gewordenen Waren wird bei der Herstellung der Waren berücksichtigt. Um eine doppelte Bewertung zu vermeiden, wird der Energieinhalt des aus den Waren entstehenden Abfalls bei der daraus produzierten Endenergie nicht berücksichtigt.

Tab. 2.3 Prinzip für die Bestimmung des Primärenergiebedarfs verschiedener Energieressourcen (Frischknecht et al. 2007)

<b>Nicht erneuerbare Primärenergie:</b>	
Fossil	Brennwert in der Lagerstätte
Nuklear	Energie des spaltbaren Urans, die im Leichtwasserreaktor erzeugt werden kann, vermindert um die nicht gespaltenen Anteile im abgereicherten Uran und in abgebrannten Brennelementen
<b>Erneuerbare Primärenergie:</b>	
Wasser	Geerntete potenzielle Energie im Staubecken des Wassers: Rotationsenergie auf der Turbine
Biomasse	Brennwert am Erntestandort
Sonne (Kollektor)	Geerntete Solarstrahlung: Wärme am Ausgang des Kollektors
Sonne (Photovoltaik)	Geerntete Solarstrahlung: Gleichstrom am Ausgang des Panels
Wind	Geerntete kinetische Energie des Winds: mechanische Energie auf der Rotorwelle
Geothermie	Wärme (Sole, Warmwasser, Dampf) am Ausgang der Erdsonde
Umweltwärme (Luft)	Wärme am Ausgang des Luft-Wärmetauschers
Umweltwärme (Wasser)	Wärme am Eingang der Wärmepumpe
<b>Abfälle:</b>	
<i>Energie aus Kehricht und Abwärme</i>	<i>Abfälle und Abwärme enthalten keine Graue Energie, da ihr Energieinhalt dem Endverbraucher bei der Lieferung der zu Abfall gewordenen Waren beziehungsweise der zu Abwärme umgewandelten Energieträger belastet wird. Der Vollständigkeit halber werden sie in einigen Publikationen mit aufgeführt.</i>

In vielen Studien wird der Primärenergiebedarf in Megajoule (MJ) oder Kilowattstunden (kWh) angegeben. In dieser Studie verwenden wir die Leistung Watt als Einheit, da diese im Zusammenhang mit der 2000-Watt-Gesellschaft gebräuchlicher ist. Hierzu wird der Primärenergiebedarf pro Person und Jahr, berechnet als kWh, durch die Anzahl von Stunden pro Jahr geteilt.

### 2.2.4 Zusammenfassung

Für Forschungsfrage 2 „Welche Indikatoren für Umweltbelastungen sollen ausgewiesen werden und wie werden diese berechnet?“ wird folgende Empfehlung abgegeben: Da die Um-

<sup>9</sup> Je nach Zielsetzung sind verschiedene Rechenregeln anzuwenden (bei Grauer Energie beispielsweise nur die nicht erneuerbaren Primärenergien). Es ist zu beachten, dass zwischen nicht erneuerbaren und erneuerbaren Primärenergieformen ein prinzipieller Unterschied in der Einschätzung des Eigenwerts bestehen kann. Eine Aggregation über diese Kategorien hinweg ist deshalb mit Bedacht vorzunehmen.

weltbelastungspunkte gemäss der Methode der ökologischen Knappheit eine Vielzahl von verschiedenen Emissionen und Ressourcenverbräuchen bewerten (vgl. Tab. 2.1) werden in dieser Untersuchung die Umweltbelastungspunkte gemäss dieser Methode (Version 2006) als Leitindikator verwendet. Dafür verwenden wir im Folgenden auch den Begriff „Umweltbelastung“. Primärenergiebedarf und Treibhausgasemissionen sind als Teilaspekt in diesem Indikator eingeschlossen. Diese Indikatoren werden zusätzlich auch direkt ausgewiesen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass sich je nach verwendetem Indikator auch unterschiedliche Schlussfolgerungen z.B. zur Bedeutung eines Konsumbereiches in der Gesamtbilanz oder zum Potenzial einer Verhaltensänderung ergeben. Soweit nur Primärenergiebedarf bzw. Treibhausgasemissionen ausgewertet werden, wird dies nicht als „Umweltbelastung“ bezeichnet.

### **3 Sachbilanzgrundlagen**

Die diesem Bericht zu Grunde liegenden Ökobilanz-Sachbilanzen basieren in erster Linie auf den Daten der ecoinvent Datenbank (ecoinvent Centre 2010). Daten zu Produktion und Konsum in der Schweiz wurden in einem aktuellen Forschungsprojekt erhoben und dokumentiert (Jungbluth et al. 2011b). Für viele Auswertungen werden zusätzlich Daten aus der firmeninternen Datenbank von ESU-services herangezogen (Jungbluth et al. 2012c).

Dort wo weitere Datenquellen verwendet werden, werden diese entsprechend zitiert.

Sachbilanzdaten, die für dieses Projekt neu erhoben wurden, werden im englischsprachigen Anhang näher erläutert.

## 4 Schweizer Gesamtbilanz

### 4.1 Gesamtergebnisse

#### 4.1.1 Methode der ökologischen Knappheit

Fig. 4.1 zeigt zunächst einen Überblick über die Gesamtumweltbelastung der Schweizer Volkswirtschaft. Die Auswertung orientiert sich an den beiden zuvor erklärten Perspektiven, der Konsum- und der Produktionsperspektive.

Für die Berechnung der Ergebnisse werden die einzelnen Emissionen und Ressourcenutzungen mit der Methode der ökologischen Knappheit (Umweltbelastungspunkte) bewertet (Frischknecht et al. 2008). Diese Methode bietet ein umfassendes Bild für die Emissionen einer ganzen Reihe von Schadstoffen und für den Verbrauch unterschiedlicher Ressourcen, die aus Sicht der Schweizer Umweltpolitik relevant sind. Sie wird in der Schweiz häufig für Produkt-Ökobilanzen angewendet.

Die erste Säule in Fig. 4.1 zeigt die Bewertung für Emissionen und Ressourcenverbräuche, die direkt in der Schweiz anfallen und von Haushalten beziehungsweise Wirtschaftsbetrieben verursacht werden (Produktionsperspektive). Rund 30 Prozent der direkten Umweltbelastungen in der Schweiz werden durch den Sektor der Land- und Forstwirtschaft verursacht. Eine Reihe von Umweltbelastungen beispielsweise durch die Anwendung von Pestiziden und Düngern spielen hierfür eine wichtige Rolle. Auch Haushalte verursachen über die Emissionen von Brenn- und Treibstoffen einen beträchtlichen Anteil direkter Emissionen. Die Abfallwirtschaft und das Transportgewerbe sind für die direkten Umweltbelastungen in der Schweiz ebenfalls von Bedeutung.

Die Umweltbelastungen, die durch Importe von Waren und Dienstleistungen (zweite Säule in Fig. 4.1) in die Schweiz verursacht werden, sind etwa doppelt so hoch wie die direkten Belastungen in der Schweiz. Die Umweltbelastungen, die mit Exporten von Waren und Dienstleistungen verbunden sind (dritte Säule in Fig. 4.1), können nicht dem Schweizer Konsum angerechnet werden. Sie sind deshalb in der Konsumperspektive von der Umweltbilanz der Schweizerinnen und Schweizer abzuziehen. Bemerkenswert ist, dass ein Grossteil der durch den Export verursachten Emissionen und Ressourcenverbräuche im Ausland entstehen. Hier kommt zum Ausdruck, dass die schweizerische Exportwirtschaft überwiegend «Veredelungsleistungen» erbringt, was importierten und später wieder exportierten Umweltbelastungen entspricht.

Wenn von der Summe der direkten Umweltbelastungen in der Schweiz (erste Säule) und der Umweltbelastungen der Importe (zweite Säule) die Umweltbelastungen der Exporte (dritte Säule) abgezogen werden, ergibt sich die Umweltbelastung, die durch den Konsum der Schweiz verursacht wird (Konsumperspektive, vierte Säule in Fig. 4.1). Diese beträgt rund 20 Millionen Umweltbelastungspunkte (UBP) pro Jahr und Person und ist damit ebenfalls etwa doppelt so hoch wie die direkt in der Schweiz verursachten Belastungen. Wenn man das Total betrachtet, erkennt man, dass rund 60 Prozent der Umweltbelastung durch die Endnachfrage der Schweiz im Ausland anfallen.

Um die Umweltbelastungen des Schweizer Konsums zu bestimmen, muss also die Umweltbelastung der Importe zur Umweltbilanz der Schweiz dazugerechnet und die Umweltbelastung der Exporte davon abgezogen werden.

In der Studie von Jungbluth et al. (2011b) wurden die Umweltbelastungen mit zwei unterschiedlichen Modellen berechnet. Der Unterschied zwischen den beiden Berechnungsansätzen, der in Fig. 4.1 durch schwarze Balken angedeutet wird, ist für die Umweltbelastung der Exporte am grössten. Die zweite Berechnungsmethode (Aussenhandelsstatistik & LCA) führt zu einem rund 25 Prozent tieferen Ergebnis für die Umweltbelastung der Exporte als die erste Berechnungsmethode (EE-IOA), wenn auch insgesamt die Wichtigkeit der Umweltbelastungen von Importen und Exporten in beiden Modellen bestätigt wird.

Werden Exporte in die Gesamtbilanz einbezogen, also die gesamte Endnachfrage betrachtet, beträgt die Umweltbelastung ungefähr 33 Mio. UBP pro Person und Jahr.

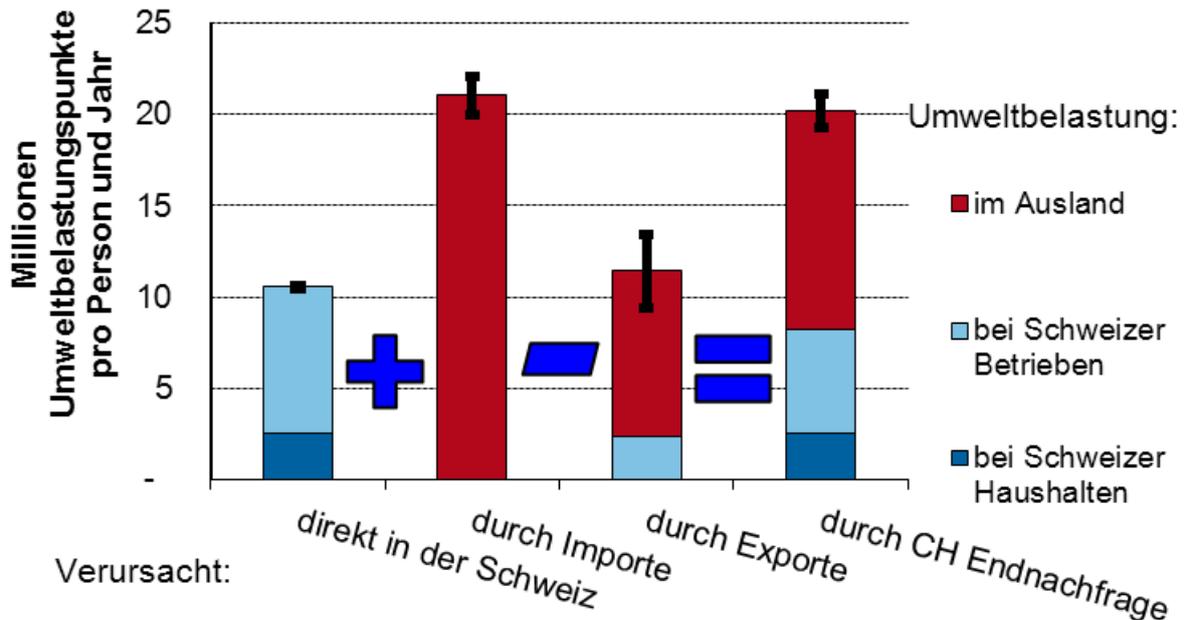


Fig. 4.1 Überblick über die Umweltbelastungen der Schweizer Volkswirtschaft gemäss der Methode der ökologischen Knappheit (Jungbluth et al. 2011b)

Die folgende Fig. 4.2 zeigt den Anteil verschiedener Umweltprobleme wie z.B. Treibhauseffekt, Schwermetallemissionen oder Wasserverbrauch an der Schweizer Gesamtbilanz. Der wichtigste Umweltbereich sind gesundheitsgefährdende Luftemissionen, z.B.  $\text{NO}_x$  und Staub mit einem Anteil von etwa 20%, gefolgt von Treibhausgasen mit 19%.

Mit der vorliegenden Gewichtung hat der Biodiversitätsverlust durch die Landnutzung einen Anteil von 1.8%. Andere Bewertungsmethoden führen zu einem höheren Anteil der Landnutzung an den Gesamtbelastungen; auf der anderen Seite gewichten diese Methoden dafür die Belastungen des Bodes durch Schwermetalle und Pflanzenschutzmittel deutlich niedriger (siehe Kapitel 4.1.4) den der gesamte direkte Einfluss auf die Biodiversität wird nur über die Art der Landnutzung abgebildet. Diese weiteren Einflüsse auf die Landfläche, die auch zu einem Biodiversitätsverlust führen können, machen bei der Methode der ökologischen Knappheit zusammen etwa 14% der Belastung aus.

Nur ungenügend erfasst wird mit der Methode der ökologischen Knappheit der Einfluss auf die Biodiversität durch die Landumwandlung also z.B. durch die Abholzung von Regenwald (Jungbluth et al. 2011b). Erfasst werden hingegen Verbrennungsemissionen bei der vorgängigen Rodung von Wald. Dadurch werden auch mit dieser Bewertungsmethode relativ hohe Umweltbelastungen für auf vormaligen Regenwaldflächen angebaute Agrarprodukte ausgewiesen.

Insgesamt ist das Thema Biodiversität bei allen Bewertungsmethoden relevant, es wird jedoch über unterschiedliche Wirkungspfade abgebildet. Eine detaillierte Diskussion hierzu wurde in der Studie zur Erhebung der Gesamtbelastung bereits durchgeführt (Jungbluth et al. 2011b).

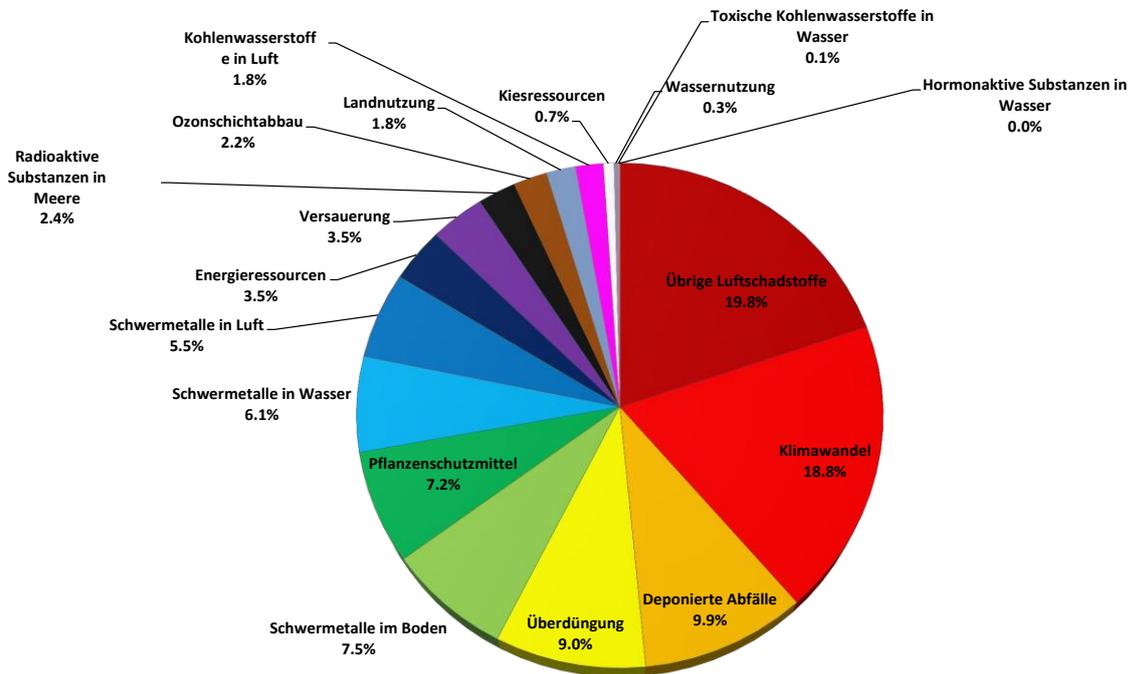


Fig. 4.2 Anteil verschiedener Umweltprobleme an den Gesamtbelastungen durch den Schweizer Endkonsum (Jungbluth et al. 2011b)

#### 4.1.2 Primärenergiebedarf

Fig. 4.3 zeigt die Bilanz für den Primärenergiebedarf wiederum als Mittelwert der zwei Berechnungsansätze (Jungbluth et al. 2011b). Die Schweiz ist grösstenteils von Energieimporten abhängig. Dementsprechend ist die direkte Energieentnahme in der Schweiz gering und betrifft vor allem die Nutzung von Wasserkraft. Die fossilen und nuklearen Energieträger werden hingegen zu 100% importiert. In der Gesamtbilanz des Konsums (Konsumperspektive) werden 8250 Watt Energie pro Person verbraucht.

Der Gesamtkonsum ergibt sich aus dem Schweizer Verbrauch plus Importe minus Exporte. Der überwiegende Teil davon wird durch nicht-erneuerbare Energieträger bereitgestellt (Jungbluth et al. 2011b). Werden Exporte in die Gesamtbilanz einbezogen (d.h. nicht in Abzug gebracht) und somit die gesamte Endnachfrage betrachtet, beträgt der Gesamtverbrauch an Primärenergie 14'000 Watt pro Person.

Importe von Waren und Dienstleistungen sind dabei höher als die Exporte von Energieträgern. Allerdings müssen die Exporte von Waren und Dienstleistungen für eine Gesamtbilanz wiederum in Abzug gebracht werden.

Die Summe der Schweizer Primärenergienutzung und der Importe/Exportbilanz von Energieträgern (8250 Watt) entspricht in etwa der Perspektive der Endenergienachfrage plus „Graue Energie“ wie sie für die 2000-Watt-Gesellschaft grob geschätzt wurde (etwa 11'000 Watt (UGZ 2011)).

Die Summe von in der Schweiz geernteter Primärenergie und Importen von Energie (ca. 6250 Watt) entspricht etwa den Berechnungen zur 2000-Watt-Gesellschaft auf Grundlage der Endenergienachfrage (6400 Watt, Bébié et al. 2009).

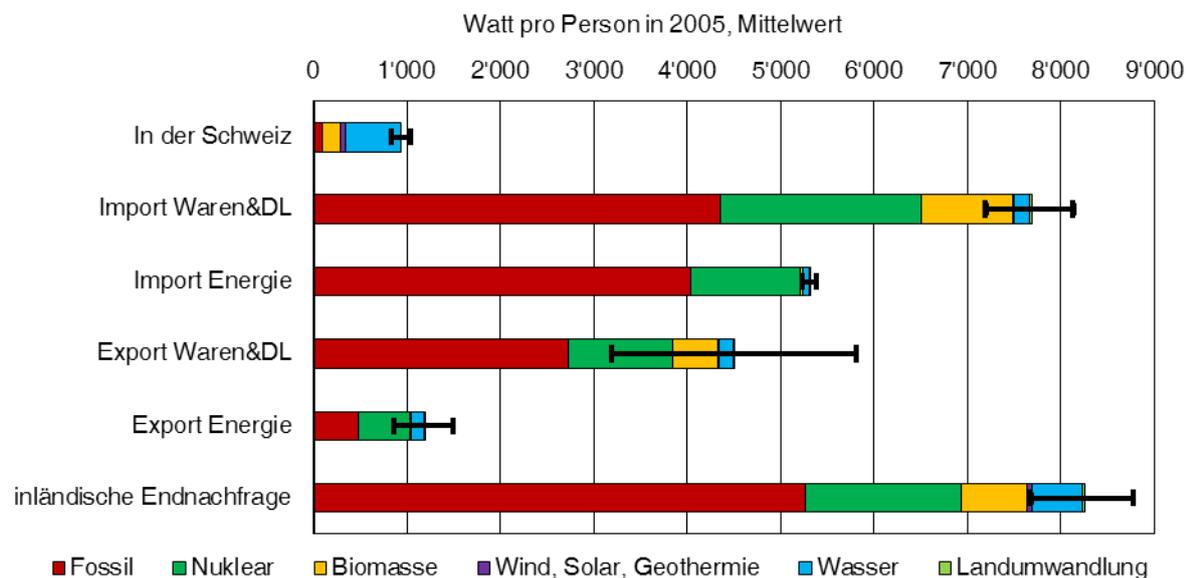


Fig. 4.3 Bilanz für den Primärenergiebedarf (Mittelwert der Daten aus zwei Berechnungsansätzen gemäss Jungbluth et al. 2011b)

#### 4.1.3 Treibhausgasemissionen

Fig. 4.4 zeigt einen Überblick zur Gesamtbilanz der Treibhausgasemissionen. Direkt in der Schweiz werden knapp 8 Tonnen CO<sub>2</sub>-eq pro Person und Jahr emittiert. Die Haushalte emittieren dabei direkt etwa 3 Tonnen. In der Gesamtbilanz der inländischen Endnachfrage kommen weitere 3 Tonnen aus Schweizer Produktionsaktivitäten und 6 Tonnen aus dem Import von Gütern und Dienstleistungen hinzu. Somit betragen die Gesamtemissionen durch den Konsum etwa 12 Tonnen CO<sub>2</sub>-eq pro Person und Jahr (Jungbluth et al. 2011b).

Etwa 7.5 Tonnen CO<sub>2</sub>-eq pro Person und Jahr werden exportiert. Davon wurden etwa 2 Tonnen in der Schweiz emittiert. Damit beträgt die Gesamtemission auf Grund der inländischen Endnachfrage plus Exporte etwa 20 Tonnen CO<sub>2</sub>-eq pro Person und Jahr.

Etwa 2.2 Tonnen CO<sub>2</sub>-eq pro Person und Jahr werden durch die Importe von Energieträgern und Strom ausgelöst.

Der zweite Berechnungsansatz von Jungbluth et al. (2011b) ergibt etwas höhere Emissionen, so dass im Folgenden als Mittelwert der beiden Ansätze 12.8 Tonnen CO<sub>2</sub>-eq weiter verwendet werden.

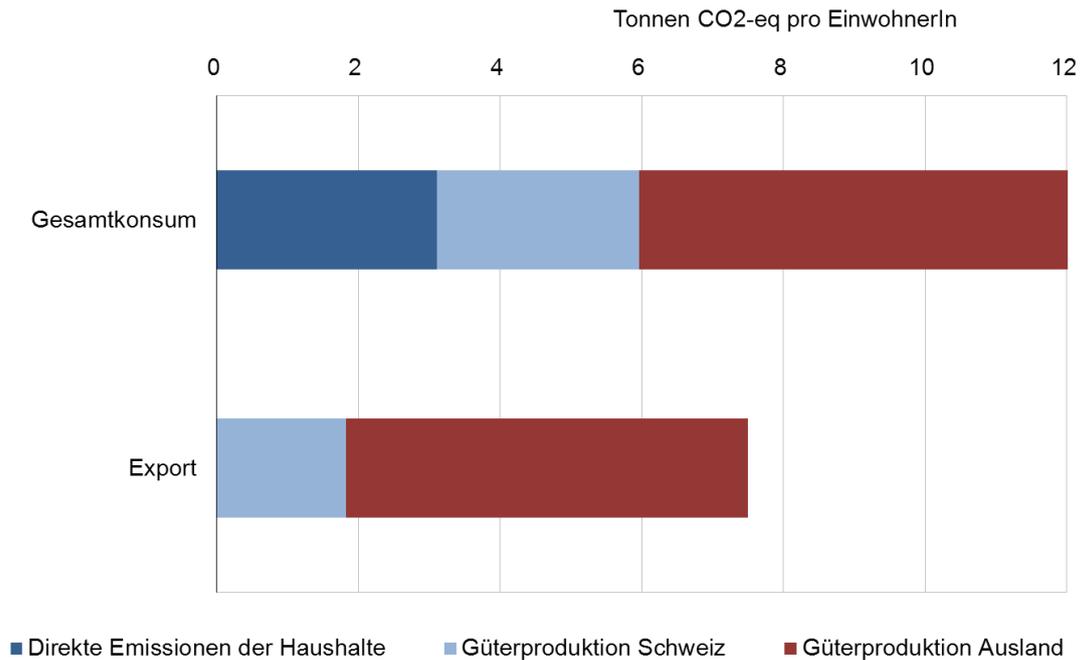


Fig. 4.4 Bilanz für die Emission von Treibhausgasen gemäss Berechnungsansatz mit IOA (Jungbluth et al. 2011b:Fig. 20)

#### 4.1.4 Bewertung des Ressourcenverbrauchs

In dieser Studie werden die Umweltbelastungen mit der Methode der ökologischen Knappheit ausgewertet (Frischknecht et al. 2008). Diese Methode enthält Bewertungsfaktoren für den Abbau von energetischen Ressourcen (Erdöl, Erdgas, Uran etc.) und Landnutzung, nicht jedoch für den Abbau von mineralischen Ressourcen (Ausnahme Kiesabbau) und Landtransformation. Um die Relevanz des Abbaus von mineralischen Ressourcen und von Landtransformation für die Gesamtumweltbelastung der Schweiz zu beurteilen, wird deshalb das Total des privaten und öffentlichen Konsums in der Schweiz (Jungbluth et al. 2011b) mit der Methode Eco-indicator 99 (H/A, Europe) und ReCiPe (H/A, World) ausgewertet, da diese beiden Methoden mineralische Ressourcen und Landtransformation berücksichtigen (Goedkoop & Spriensma 2000; Goedkoop et al. 2009). Dabei gilt es zu beachten, dass der Verbrauch verschiedener mineralischer Ressourcen in der Sachbilanz des Schweizer Konsums mit relativ hoher Unsicherheit behaftet ist und die Resultate in diesem Kapitel lediglich eine Grössenordnung angeben.

Abb. 4.1 zeigt, dass sowohl bei Eco-indicator 99 als auch bei ReCiPe der Beitrag der mineralischen Ressourcen an der Gesamtumweltbelastung mit 1.03 % respektive 0.07 % sehr gering ist. Demgegenüber spielt der Abbau von energetischen (fossilen) Ressourcen eine wesentlich wichtigere Rolle mit Anteilen von 29 % respektive 34 % an den Gesamtumweltbelastungen. Bei ReCiPe spielt zudem die Landtransformation bzw. Umwandlung mit einem Anteil von 10 % eine wichtige Rolle.<sup>10</sup>

<sup>10</sup> Die Berücksichtigung der Einflüsse der Landnutzung auf die Biodiversität in Ökobilanzen ist aufgrund ihrer Komplexität und Heterogenität sehr schwierig.

In dieser Bewertung werden nicht die durch die Ressourcenabbau und Verarbeitung zu Basismaterialien<sup>11</sup> verursachten weiteren Umweltbelastungen berücksichtigt, sondern nur die Knappheit der verschiedenen Ressourcen bewertet. Die restlichen Umweltbelastungen z.B. Treibhausgasemissionen aus der Verbrennung von Diesel sind bei den Emissionen enthalten.

Eine grobe Abschätzung der Gesamtbelastung durch die Umwandlung von mineralischen Ressourcen zu einzelnen Basismaterialien wird im Anhang ab Seite 110 gezeigt. Eine weitere Auswertung für eine Reihe von Basismaterialien wurde in einem parallelen Projekt durchgeführt (Stucki et al. 2012).

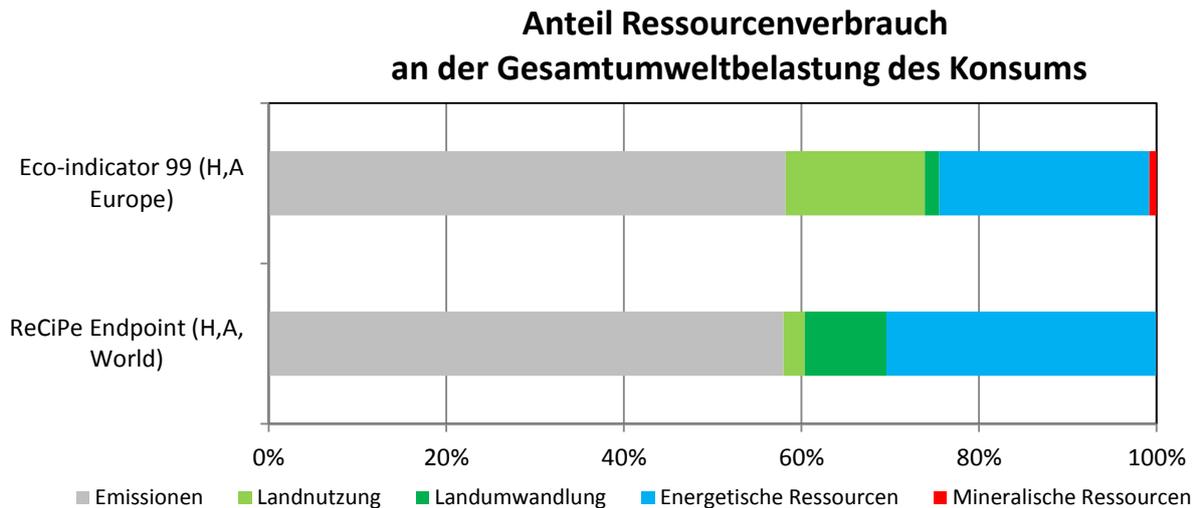


Abb. 4.1 Anteil der Abbaus von mineralischen und energetischen Ressourcen an den Gesamtumweltbelastungen des privaten und öffentlichen Konsums in der Schweiz

Abb. 4.2 stellt dar wie sich das Resultat der mineralischen Ressourcen in Abb. 4.1 zusammensetzt. Zudem wird auch der bewertete Ressourcenverbrauch gemäss CML (Guinée et al. 2001) dargestellt. Bei Eco-indicator 99 und ReCiPe dominieren Zinn und Kupfer das Resultat für den Ressourcenabbau. Demgegenüber wird das Resultat für CML durch Tellur, Silber und Gold dominiert. Zinn, Kupfer und Gold wird vor allem in elektrischen Geräten und der Metallindustrie eingesetzt. Silber wird vor allem in Schmuck importiert. Tellur fällt bei der Kupferproduktion an. Zu berücksichtigen ist dabei allerdings, dass viele dieser Metalle vor allem in Form von Produkten importiert werden. Dabei sind die zu Grunde gelegten Ökobilanzdaten unter Umständen nur eine sehr grobe Abschätzung. Eine genauere Erfassung der Mengen ist allerdings kaum möglich.

Metalle der Seltenen Erden wie zum Beispiel Lanthan oder Cer werden nur von der CML-Methode bewertet, doch spielen Sie dort für das Gesamtergebn eine vernachlässigbare Rolle.

<sup>11</sup> In der BAFU Nomenklatur auch als Rohstoff bezeichnet.

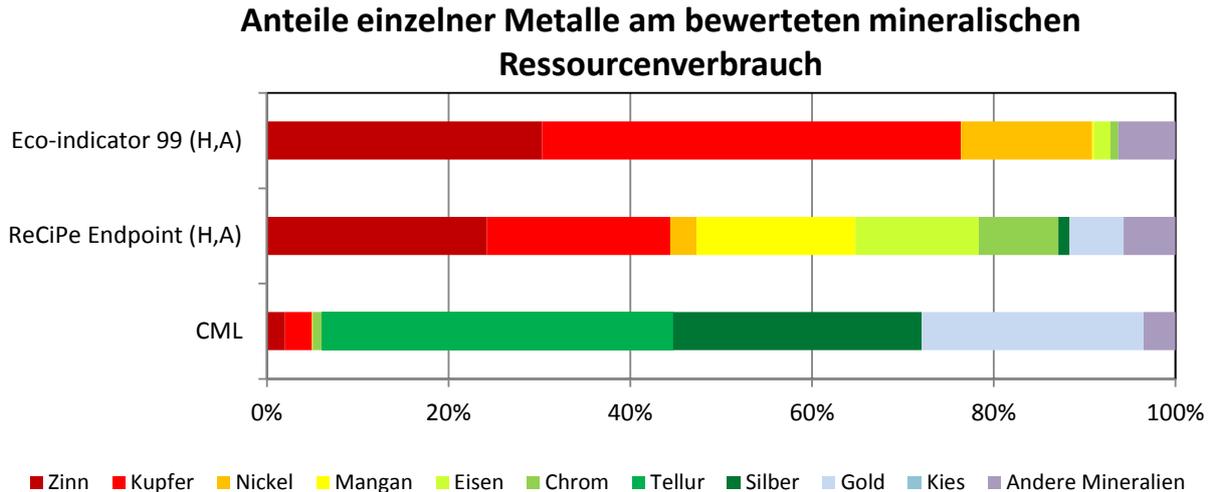


Abb. 4.2 Anteile einzelner Metalle am bewerteten Ressourcenverbrauch des privaten und öffentlichen Konsums in der Schweiz

Die Auswertung zeigt ferner, dass es zwischen verschiedene Methode zur Bewertung von abiotischen Ressourcen noch beträchtliche Unterschiede bei der Beurteilung gibt. Je nach Methode müssten unterschiedliche Schwerpunkte bezüglich möglicher Reduktionspotenziale gesetzt werden.

Da der Abbau mineralischer Ressourcen für die Gesamtumweltbelastungen der Schweizer Konsums nur eine geringfügige Rolle spielen und die energetischen Ressourcen und die Ressource Kies mit der Methode der ökologischen Knappheit 2006 ausreichend bewertet werden, erachten die Autoren eine Fokussierung auf die Methode der ökologischen Knappheit als angemessen.

#### 4.1.5 Zusammenfassung

Zur Beantwortung des ersten Teils von Forschungsfrage 3 „*Wo stehen die Schweiz heute bezüglich der gewählten Indikatoren in einer Gesamtbilanz?*“ wurde in diesem Kapitel Auswertungen gemacht. Es zeigt sich, dass etwa 60% der durch den Schweizer Konsum verursachten Umweltbelastungen im Ausland anfallen. Auch für die Gesamtbilanz von Primärenergie und Treibhausgasen spielt der Handel mit Waren und Dienstleistungen eine wichtige Rolle. Gemäss dieser Bilanz verursacht der Schweizer Endkonsum pro Kopf etwa 20 Mio. Umweltbelastungspunkte, 12.8 Tonnen Treibhausgasemissionen und einen Primärenergiebedarf von 8250 Watt.

## 4.2 Gegenüberstellung verschiedener Studien zu Treibhausgasemissionen und Primärenergiebedarf

Im Folgenden werden die Ergebnisse zu den Hauptkenngrössen aus verschiedenen Studien gegenüber gestellt (Forschungsfrage 4 „*Welche Unterschiede gibt es zwischen den aktuell berechneten Ergebnissen im Vergleich zu den bisher ausgewiesenen Werten?*“). In diesen Studien kamen ganz unterschiedliche Ansätze und Datenquellen aus den Bereichen Input-Output-Analyse, Ökobilanz, 2000-Watt-Methodik und ökologischer Fussabdruck zur Anwendung. Dieser Vergleich dient auch dazu aufzuzeigen, welche Unterschiede bezüglich der Sichtweise auf den Konsum bzw. auf die Endenergienachfrage bestehen. Tab. 2.1 zeigt diesen Vergleich.

Die Ergebnisse der verschiedenen Studien zu den durch den Endkonsum verursachten Treibhausgasemissionen streuen in einer Bandbreite von 9 bis 18 Tonnen pro Person. Dies ist in jedem Fall deutlich höher als die direkten Emissionen in der Schweiz von nur etwa 8 Tonnen CO<sub>2</sub>-eq. Damit zeigen alle Studien die Wichtigkeit des Aussenhandels für die Gesamtbilanz und die deutliche Erhöhung der Gesamtbelastung, wenn dieser in die Bilanz einbezogen wird.

Hertwich & Peters (2009) liegen mit dem Wert von 18 t CO<sub>2</sub>-eq pro Person deutlich über allen anderen Berechnungen. Bisher war es nicht möglich, die genauen Hintergründe dieser Berechnung nachzuvollziehen. Auf Grundlage aller vorliegenden Informationen wird die Grössenordnung von 11 bis 13 Tonnen pro Person für die Schweiz als realistisch erachtet. Studien, die unter dieser Bandbreite liegen vernachlässigen in der Regel relevante Aspekte einer Gesamtbilanz.

Die Treibhausgasemissionen durch den Gesamtkonsum der Schweiz werden im Folgenden mit 12.8 Tonnen CO<sub>2</sub>-eq pro Person und Jahr angenommen. Gemäss den Berechnungen zur 2000-Watt-Gesellschaft ergeben sich 8.5 Tonnen CO<sub>2</sub>-eq, die durch die Endenergienachfrage im Lebenszyklus der verbrauchten Energieträger emittiert werden (Bébié et al. 2009).

Auch für den Primärenergiebedarf kommen verschiedene Studien zu unterschiedlichen Ergebnissen. Hierfür sind insbesondere unterschiedliche Systemgrenzen in der Betrachtung relevant. Der im Folgenden verwendete Wert von 8'250 Watt liegt deutlich über den älteren Abschätzungen zum Gesamtkonsum (ECOPrivate 2011; Hofstetter 1992; Knoepfel 1995) die eher nur die Endenergienachfrage abbilden. Aufgrund der Nachfrage nach importierten Gütern und Dienstleistungen ist dieser Wert deutlich höher als die 6'400 Watt die im Rahmen der 2000-Watt-Methodik für die Endenergienachfrage in der Schweiz berechnet wurden (Bébié et al. 2009).

Die Gegenüberstellung zeigt, dass es bei solchen Berechnungen noch erhebliche Unsicherheiten geben kann, die zu berücksichtigen sind. Für einen genauen Vergleich wäre es notwendig alle Ergebnisse genau zu analysieren. Obwohl für den Primärenergiebedarf und Treibhausgasemissionen erste Untersuchungen bereits im Referenzjahr 1990 erstellt wurden, ist es nicht möglich zeitliche Trends in der Schweizer Primärenergie- und Treibhausgasbilanz abzulesen. Unterschiedliche Systemgrenzen und Datengrundlagen haben hierfür einen zu grossen Einfluss, um vergleichsweise geringe Veränderungen auf Grund von technologischen und nachfrageseitigen Veränderungen zu erfassen.

Studien, die in solchen Bilanzen eine Reihe von Ländern verglichen haben (Ahmad & Wyckoff 2003; Hertwich & Peters 2009; Yamano & Ahmad 2006) zeigen auf, dass die Emissionen pro Kopf vom Konsumniveau abhängen und Länder mit vergleichsweise niedrigen direkten Pro-Kopf Emissionen wie die Schweiz deshalb Netto-Importeure von grauen Emissionen sind. Insofern lässt sich vermuten, dass auch der Unterschied zwischen der Bilanz einer einzelnen Stadt bzw. Region und der Schweizer Pro-Kopf Bilanz eher gering ist, wenngleich es bei den direkten Emissionen bzw. Primärenergieverbräuchen relevante Unterschiede gibt.

Eine ausführliche Diskussion der Unsicherheiten für die Berechnung der Umweltbelastungen des Gesamtkonsum findet sich auch in Kapitel 6.5 der hier zu Grunde gelegten Studie (Jungbluth et al. 2011b).

Fett markiert in Tab. 4.1 sind die Ergebnisse zum Gesamtkonsum auf denen die weiteren Berechnungen in diesem Bericht aufbauen. Als Antwort auf Forschungsfrage 4 „*Welche Unterschiede gibt es zwischen den aktuell berechneten Ergebnissen im Vergleich zu den bisher in verschiedenen Studien ausgewiesenen Werten?*“ lässt sich somit folgendes zusammenfassen: Verschiedene Studien kommen bisher noch zu unterschiedlichen Ergebnissen auf Grund unterschiedlicher methodischer Vorgehensweisen. Damit ist es bisher kaum möglich zeitliche

Veränderungen auszuweisen. Es zeigt sich, dass es nicht ausreicht nur die durch den Endenergiebedarf ausgelösten Treibhausgasemissionen und Primärenergiebedarf zu erfassen, da der Import von Gütern und Dienstleistungen sowie nicht-energiebedingte Emissionen zu einer deutlichen Erhöhung der Gesamtbelastungen führen.

Tab. 4.1 Gesamtergebnis für die Berechnung von Treibhausgasemissionen und Primärenergiebedarf in verschiedenen Studien. Angaben jeweils pro EinwohnerIn der Schweiz und pro Jahr. Fett markiert sind die Ergebnisse zum Gesamtkonsum auf denen die weiteren Berechnungen in diesem Bericht aufbauen.

Tonnen CO <sub>2</sub> -eq	Tonnen CO <sub>2</sub>	Primär-energie-bedarf (Watt)	Berechnungsmethode, Systemgrenzen und Perspektive Quelle und Referenzjahr
1.0		2000	Endenergienachfrage, Ziel 2150 für 2000W Gesellschaft (Bébié et al. 2009; SIA 2011)
2.0		3500	Endenergienachfrage, Ziel 2050 für 2000W Gesellschaft (Bébié et al. 2009; SIA 2011)
5.1		4200	Endenergienachfrage in Zürich, Strommix Zürich für 2010 <sup>12</sup>
5.4		4900	Endenergienachfrage in Zürich, Strommix Schweiz für 2010 <sup>12</sup>
<b>12.8</b>	<b>10.6</b>	<b>8250</b>	<b>Gesamtkonsum, Mittelwert der beiden folgenden Berechnungsansätze (Jungbluth et al. 2011b) für 2005</b>
12.3	10.2	7700	Gesamtkonsum, EE-IOA & LCA Daten für Importe (Jungbluth et al. 2011b:EE-IOA ) für 2005
13.2	11.0	8800	Gesamtkonsum, Handelsstatistik und LCA Daten (Jungbluth et al. 2011b:Handel und LCA für 2005
11.9		7600	Gesamtkonsum in Zürich für 2005 (Jungbluth & Itten 2012)
8.6		6300	Endenergienachfrage in der Schweiz (SIA 2011) für 2005
8.5		6400	Endenergienachfrage in der Schweiz (Bébié et al. 2009) für 2005
5.4		5000	Endenergienachfrage in Zürich (Bébié et al. 2009) für 2005
14.0		11000	Grobschätzung Primärenergie und gesamte graue Energie in der Schweiz (UGZ 2011)
12.0		9000	Grobschätzung Primärenergie und gesamte graue Energie in Zürich (UGZ 2011)
9.0		6500	Heute „Pro-Kopf in der Schweiz“ (Stulz 2010 auf Grundlage Endenergienachfrage)
11.7		7400	Privatkonsum, EE-IOA & LCA Daten für Importe (Jungbluth et al. 2011b:EE-IOA ) für 2005
8.6			Privatkonsum, LCA Daten für Einzelprodukte und Konsumstatistik (Girod & de Haan 2010)
20.0		14400	Endnachfrage (Gesamtkonsum plus Exporte, EE-IOA & LCA Daten für Importe (Jungbluth et al. 2011b:EE-IOA ) für 2005
11.8	10.3	6800	Gesamtkonsum, Abschätzung als Meta-Studie mit verschiedenen Publikationen und eigenen Berechnungen für Energieverbrauch (Känzig & Jolliet 2006)
12.5			Gesamtkonsum, Handelsstatistik und LCA Daten (Jungbluth et al. 2007)

<sup>12</sup> <http://www.nachhaltigkeitsmonitoring.ch/energie>, Zugriff am 17.6.2012

#### 4. Schweizer Gesamtbilanz

Tonnen CO <sub>2</sub> -eq	Tonnen CO <sub>2</sub>	Primär-energiebedarf (Watt)	Berechnungsmethode, Systemgrenzen und Perspektive Quelle und Referenzjahr
			für 2004
10.1		6300	Gesamtkonsum, ECOPrivate-Rechner (ECOPrivate 2011, Stand etwa 2003)
	8.8		Direkte Emissionen der Schweiz, Datenbank für gehandelte Güter (von Stokar et al. 2006) für 2002
-	14.9		Gesamtkonsum, Multi-regionales IO-Modell (Nathani et al. 2006; Yamano & Ahmad 2006). Schweizer IOT basiert auf OECD-IOT für 2001/02
18.4			Gesamtkonsum, Multiregionales IO-Modell (Hertwich & Peters 2009) für 2001
13.0			Gesamtkonsum Grobschätzung für 1998 (Frischknecht & Jungbluth 2000)
-	9.5		Gesamtkonsum, Multiregionales IO-Modell mit einfacher IOT mit 12 Sektoren (Jungbluth et al. 2007), IOT entsprechend OECD Methodik (Ahmad & Wyckoff 2003) für 1995
		6300	Gesamtkonsum, nur nicht-erneuerbare Primärenergie, IOA-Modell (Knoepfel 1995) für 1990.
	10.2	6480	Gesamtkonsum, Persönliche CO <sub>2</sub> - und Energiebilanz (Hofstetter 1992 etwa 1990)

### 4.3 Aufteilung der Schweizer Gesamtbilanz auf Konsumbereiche

Für die weitere Analyse werden die Gesamtbelastungen in der Schweizer Konsumperspektive (rechte Säule in Fig. 4.1) weiter aufgeteilt. Dabei steht die Untersuchung verschiedener Konsumbereiche wie Wohnen (Miete, Energie, Wasser und Entsorgung), Nahrungsmittel bzw. Ernährung oder Mobilität hinsichtlich ihres Anteils an den Gesamtbelastungen im Vordergrund. Tab. 4.2 erläutert die Definition dieser Konsumkategorien als Antwort auf den ersten Teil der Forschungsfrage 5 „*Welche Themenbereiche des privaten Endkonsums werden wie abgegrenzt?*“.

Die Abgrenzung und Klassifizierung von Konsumbereichen in dieser Studie erfolgt gemäss des international anerkannten Systems COICOP<sup>13</sup> (Classification of Individual Consumption According to Purpose) siehe (Jungbluth et al. 2011b:Tab. 26). Diese Abgrenzung entspricht für viele Leser bzw. Leserinnen nicht der intuitiven Denkweise oder Zuordnung. Auf der anderen Seite ist zu beobachten, dass es hierzu kein einheitliches Verständnis gibt. So wird z.B. einerseits angemerkt die verschiedenen Bereiche des Wohnens stärker zusammenzufassen. Für andere Analysen ist hingegen eine weitere Aufgliederung unter Umständen sinnvoll. Auch die Trennung des Nahrungsmittelkonsums in die privat eingekauften Nahrungsmittel und die in Gaststätten verzehrten Nahrungsmittel ist aus analytischer Sicht störend. Sie ist dadurch begründet, dass ökonomische Grundlagendaten einfacher für den gesamten Hotelierssektor zu erheben sind. Somit gibt es bei dieser Abgrenzung keine perfekte Lösung die allen Problemen

<sup>13</sup> <http://unstats.un.org/unsd/cr/registry/regcst.asp?Cl=5&Lg=1> oder in Deutsch [http://ec.europa.eu/eurostat/ramon/nomenclatures/index.cfm?TargetUrl=LST\\_NOM\\_DTL&StrNom=COICOP\\_99&StrLanguageCode=DE&IntPcKey=21787782&StrLayoutCode=HIERARCHIC&IntCurrentPage=1](http://ec.europa.eu/eurostat/ramon/nomenclatures/index.cfm?TargetUrl=LST_NOM_DTL&StrNom=COICOP_99&StrLanguageCode=DE&IntPcKey=21787782&StrLayoutCode=HIERARCHIC&IntCurrentPage=1).

der Datenerhebung und den Wünschen für die Auswertung gerecht werden kann. Das verwendete Raster erlaubt es jedoch eine konsistente Analyse durchzuführen die auf verschiedene Datengrundlagen zurückgreifen kann.

Die berufliche Tätigkeit und alle Auswirkungen des eigenen Verhaltens während bezahlter Tätigkeiten wie z.B. Geschäftsreisen oder Papierverbrauch im Büro, werden nicht dem persönlichen Konsumverhalten zugeschrieben. Sie werden in der Gesamtbilanz als Wirtschaftsaktivität verbucht und damit den Umweltbelastungen in der entsprechenden Branche zugeordnet. Über die von dieser Branche produzierten Produkte werden sie schlussendlich dann auch wieder dem Konsum zugeordnet.

Tab. 4.2 Abgrenzung und Klassifizierung von Konsumbereichen in dieser Studie in Anlehnung an COICOP (Classification of Individual Consumption According to Purpose) (Jungbluth et al. 2011b; Nathani et al. 2008). Erfasst wird jeweils nur die Endnachfrage der Haushalte bzw. der öffentlichen Hand.

Endnachfrage Bereich	Beschreibung
Inländische Endnachfrage der Haushalte	
Nahrungsmittel bzw. Ernährung	Einkauf von Nahrungsmitteln, Getränken, Alkoholika, Tabakwaren und Drogen (ohne Verpflegung in der Gastronomie) inklusive Anbau, Verarbeitung und Distribution.
Bekleidung	Kleidung und Schuhe inklusive Herstellung und Distribution.
Wohnen, (Miete, Energie, Wasser und Entsorgung)	Mietzahlungen bzw. Unterhalt Eigentumswohnungen, Regelmäßige Instandhaltung und Reparatur der Wohnungen Bereitstellung von Strom, Bereitstellung und Verbrauch von Heizenergie wie z.B. Heizöl und Erdgasverbrauch, Wasserversorgung, Abfall- und Abwasserentsorgung.
Wohnungsbau	Bau von Wohnungen
Möbel und HH-Geräte	Kauf von Möbeln, Teppichen, Haushaltstextilien, Geräten, Glaswaren, Geschirr, Werkzeugen, Reinigungsgeräten
Gesundheit	Krankenhäuser, Medizinische Dienste, Pflegeheime, Arzneimittel, Krankenversicherungsprämien inkl. der öffentlichen und NGO Ausgaben für Gesundheitsvorsorge
Private Mobilität	Kauf und Betrieb von privaten Fahrzeugen, Herstellung und Verbrennung der genutzten Treibstoffe (ohne Strom), Transportdienstleistungen wie Bahn, Luftverkehr und Schiffe. Inklusive der notwendigen Infrastruktur für Verkehrswege
Kommunikation	Dienstleistungen der Post, Telekommunikation, Internet
Freizeit, Unterhaltung	Fernsehgeräte, Photographie, Computer, Freizeit- und Sportgeräte, Gartenutensilien, Haustiere, Zeitungen, Bücher, Pauschalferien, kulturelle Veranstaltungen, öffentliche Ausgaben für Kultur und Erholung.
Bildung	Private und Öffentliche Ausgaben für Bildung, Schulen, Hochschulen
Gastgewerbe	Restaurants und Hotels inklusive der dort bezogenen Nahrungsmittel
Andere Güter und Dienstleistungen	Persönliche Produkte (z.B. Körperpflege, Schmuck, Uhren, etc.), Prostitution, Versicherungen und Bankdienstleistungen, Ausgaben von NGO im Dienste der Haushalte.
Verbleibende öffentliche Endnachfrage	Verbleibende Öffentliche Ausgaben, die nicht einem der genannten Bereiche der Endnachfrage der Haushalte zugeordnet werden konnten, z.B. öffentliche Sicherheit (Polizei, Feuerwehr, Militär) und allgemeine öffentliche Dienstleistungen (z.B. Organisation von Wahlen).
Export	Exporte von Waren und Dienstleistungen

Die durch den Schweizer Konsum verursachten Umweltbelastungen werden in Fig. 4.5 ausgewertet (Jungbluth et al. 2011b). Es wird der Anteil verschiedener Konsumbereiche aufgezeigt. Ausserdem wird ausgewertet, wie hoch die Umweltbelastungen pro CHF Konsumausgaben der Haushalte sind. Damit lässt sich beispielsweise abschätzen, wie sich eine zukünftige Veränderung der Konsumausgaben auf die Umweltbelastungen auswirken könnte.

Die Bereitstellung von Nahrungsmitteln verursacht knapp 30 % der Umweltbelastungen und ist damit der wichtigste Bereich des Endkonsums, gefolgt vom Wohnen (Miete, Energie, Wasser und Entsorgung) und von der Mobilitätsnachfrage. Die Umweltbelastung „beim Haushalt“ des Konsumbereich Wohnen (Miete, Energie, Wasser und Entsorgung) ist vor allem auf die Emissionen aus dem Heizenergieverbrauch im Haushalt zurückzuführen, jene des Konsumbereichs Mobilität hauptsächlich auf die Verbrennung von Treibstoffen für private Verkehrsmittel.

Die Ausgaben für Ernährung haben auch die höchste Umweltintensität pro CHF. Die Grafik zeigt, dass ein ausgegebener Franken für Mobilität mehr Umweltbelastungen verursacht als die gleiche Ausgabe für den Verbrauch von Strom und Brennstoffen im Haushalt.

Die Intensität im Bereich Wohnen ist nicht so hoch wie man erwarten könnte, weil auch Ausgaben für Miete und Wasserversorgung hier erfasst werden. Würde nur die Umweltintensität von Strom- und Wärmeversorgung betrachtet werden, wäre diese wahrscheinlich deutlich höher.

Auch wenn andere einzelne Konsumbereiche weniger zum Gesamtergebnis beitragen, sind sie doch nicht vernachlässigbar. Weitere aus Umweltsicht relevante Bereiche sind z.B. der Gesundheitsbereich, Wohnungsbau, Freizeitgestaltung und Ausgaben für Hotels und Gastgewerbe. In dieser Untersuchung war es noch nicht möglich die Reduktionspotenziale für diese Bereiche vollständig und detailliert zu analysieren.

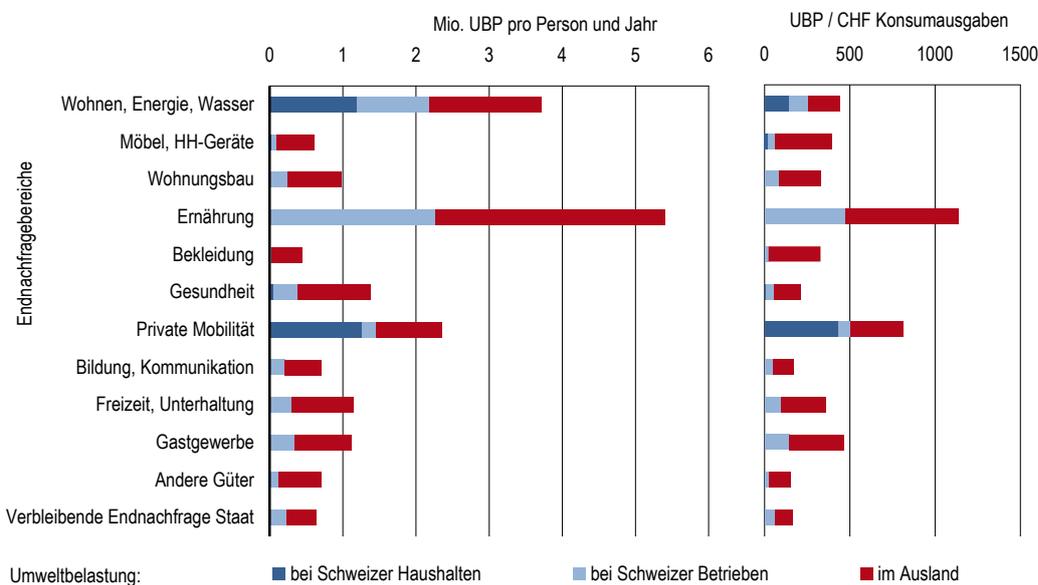


Fig. 4.5 Umweltbelastung der verschiedenen Konsumbereiche (links, UBP pro Person im Jahr 2005) und Umweltintensität der verschiedenen Konsumbereiche (rechts, UBP pro CHF im Jahr 2005) in der Schweiz, (Jungbluth et al. 2011b)

Zum Vergleich wurden Auswertungen zur Umweltbelastung mit verschiedenen Indikatoren durchgeführt (Fig. 4.6). Zur Anwendung kamen die Methode der ökologischen Knappheit

(Umweltbelastungspunkte (UBP) 2006), der Primärenergiebedarf (nicht-erneuerbare und erneuerbare Energieressourcen) und die Treibhausgasemissionen.

Dabei zeigte sich, dass je nach Bewertungsmethode unterschiedliche Anteile verschiedener Konsumbereiche an der Umweltbelastung resultieren. Der Grund dafür ist, dass die Indikatoren Primärenergiebedarf und Treibhausgasemissionen jeweils nur einen Umweltbereich betrachten. Damit werden sie insbesondere den vielfältigen Arten von Umweltbelastungen in der Landwirtschaft nicht gerecht. Die umfassendere Methode der ökologischen Knappheit berücksichtigt hingegen eine Reihe weiterer Umweltbelastungen.

Insgesamt zeigt sich, dass bei der Methode der ökologischen Knappheit Ernährung etwa 30 Prozent der Umweltbelastungen verursacht. Hierbei spielen insbesondere die Emissionen (Nitrat, Phosphat, Methan, Lachgas, Pestizide und Schwermetalle) und Ressourcenverbräuche (Land, Wasser) der Landwirtschaft eine grosse Rolle. Weitere wichtige Bereiche sind Mobilität und Wohnen. Auch andere umfassende Ökobilanz-Bewertungsmethoden wie ReCiPe oder Eco-indicator weisen der Ernährung ein ähnlich hohes Gewicht zu (Jungbluth et al. 2011b:Fig. 7).

Interessant sind auch einige Unterschiede bei der Differenzierung der Primärenergie. Erneuerbare Energie wird vor allem für Ernährung (geerntete Biomasse) und für den Energieverbrauch im Haushalt eingesetzt. Bei der nicht-erneuerbaren Energie ist demgegenüber die Mobilität von besonderer Bedeutung. Der öffentliche Konsum hat in dieser Auswertung eine geringe Bedeutung. Erfasst werden hier aber nur Bereiche wie z.B. das Militär, die nicht einzelnen Haushaltsaktivitäten zugeordnet werden können. Andere öffentliche Bereiche wie z.B. Bildung oder Strassenbau wurden für die Auswertung bereits dem privaten Konsum zugeordnet.

Bemerkenswert ist, dass die „Graue Energie“ für den Wohnungsbau und Einrichtungsgegenstände fast ebenso wichtig erscheint wie der Verbrauch von Endenergie durch die Haushalte. Allerdings wurden in der Abbildung dafür die drei Konsumbereiche Wohnungsbau, Möbel-Haushaltsgeräte und andere Güter addiert. Wie Tab. 4.3 zeigt macht der Wohnungsbau von dieser Summe nur etwa die Hälfte aus.

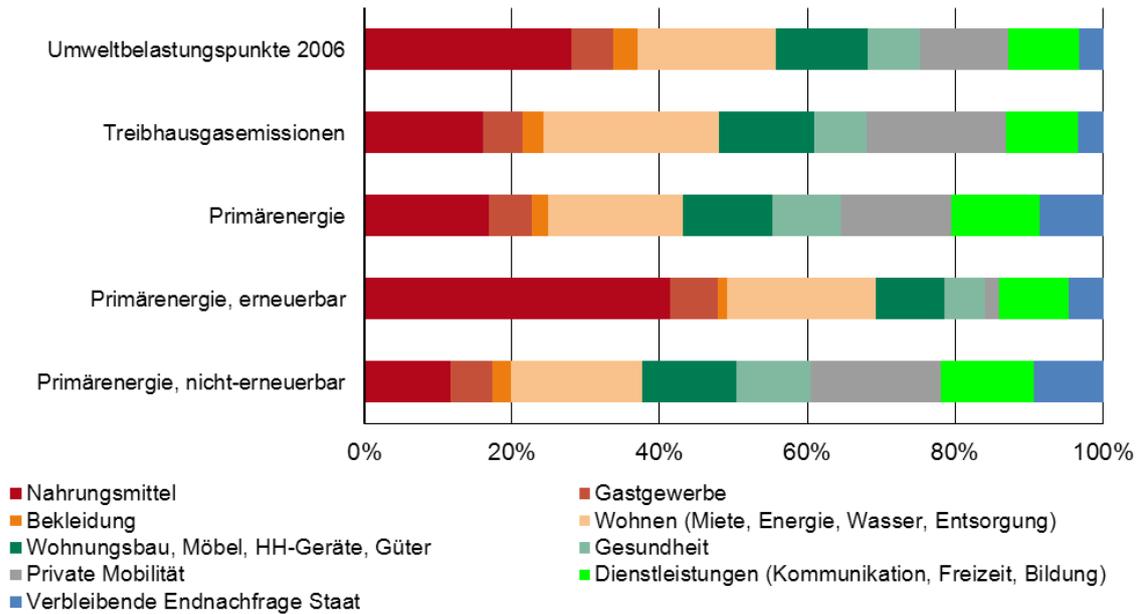


Fig. 4.6 Beitrag verschiedener Endkonsumbereiche zur Bewertung von Emissionen und Ressourcenverbräuchen mit unterschiedlichen Indikatoren (Jungbluth et al. 2011b). Einige Konsumbereiche wurden zur besseren Übersichtlichkeit zusammenaddiert. Dies betrifft den Wohnungsbau mit Ausrüstungsgegenständen und anderen Güter, ausserdem werden unter Dienstleistungen verschiedenen Konsumbereiche summiert.

Fig. 4.7 zeigt die Anteile der unterschiedlichen Wirkungskategorien an der Gesamtbelastung der verschiedenen privaten und staatlichen Konsumbereiche. Wichtige Wirkungskategorien für alle Konsumbereiche sind Klimaänderungspotenzial, Luftemissionen und deponierte Abfälle. Im Falle des Konsumbereichs Ernährung haben die Wirkungskategorien Überdüngung und Schwermetallemissionen in den Boden einen deutlich höheren Anteil als für die anderen Konsumbereiche. Für den Konsumbereich private Mobilität haben die Wirkungskategorien Klimaänderungspotenzial und Luftemissionen einen erhöhten Anteil verglichen mit den anderen Konsumbereichen. Für den Konsumbereich Bekleidung hat die Wirkungskategorie Pflanzenschutzmittel den grössten Anteil an den Gesamtbelastungen.

#### 4. Schweizer Gesamtbilanz

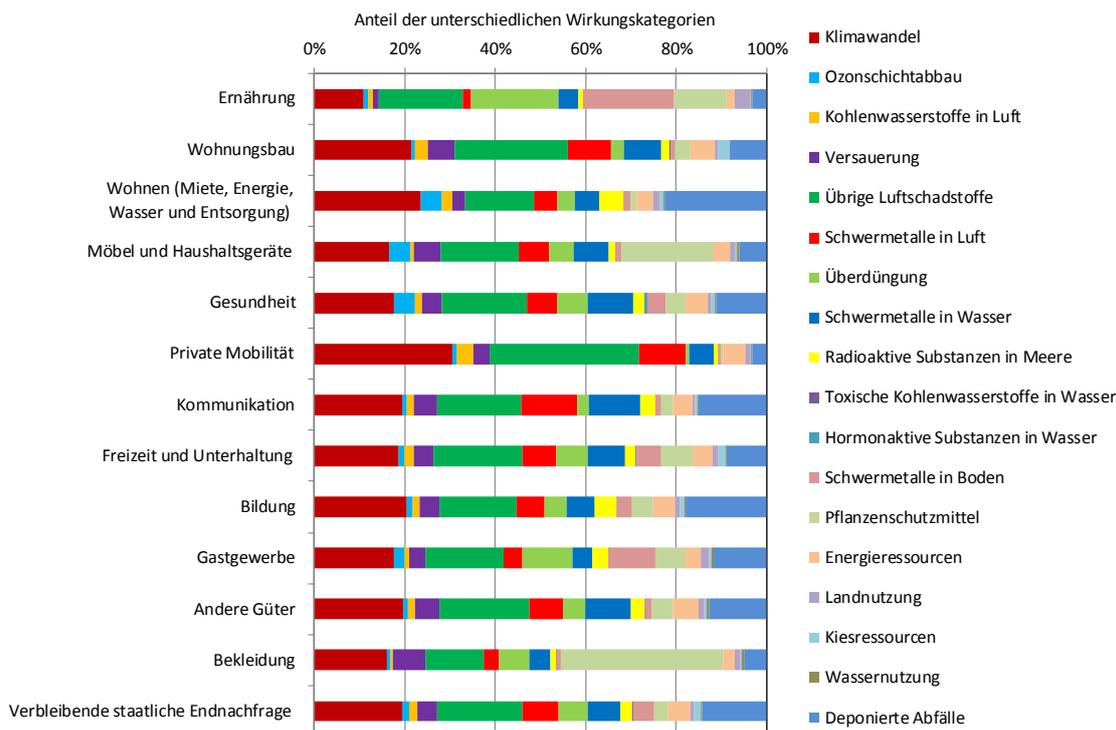


Fig. 4.7 Anteil der verschiedenen Wirkungskategorien gemäss der Methode der ökologischen Knappheit für alle Konsumbereiche

Tab. 4.3 Prozentualer Beitrag verschiedener Endkonsumbereiche zur Bewertung von Emissionen und Ressourcenverbräuchen mit unterschiedlichen Indikatoren in der Schweiz (Jungbluth et al. 2011b)

	Primärenergie, nicht-erneuerbar	Primärenergie, erneuerbar	Primärenergie	Treibhausgas emissionen	Umweltbelastung spunkte 2006
Nahrungsmittel	11.7%	41.5%	16.8%	16.1%	28.0%
Gastgewerbe	5.7%	6.4%	5.8%	5.4%	5.8%
Bekleidung	2.5%	1.3%	2.3%	2.8%	3.3%
Wohnen (Miete, Energie, Wasser, Entsorgung)	17.8%	20.0%	18.2%	23.7%	18.7%
Wohnungsbau, Möbel, HH-Geräte, Güter	12.7%	9.3%	12.1%	12.9%	12.4%
Wohnungsbau	3.0%	2.1%	2.8%	5.6%	5.0%
Möbel und Haushaltsgeräte	3.9%	2.5%	3.7%	3.4%	3.7%
andere Güter	5.8%	4.7%	5.6%	3.9%	3.7%
Gesundheit	10.0%	5.5%	9.3%	7.0%	7.1%
Private Mobilität	17.6%	1.8%	14.9%	18.9%	11.9%
Dienstleistungen (Kommunikation, Freizeit, Bildung)	12.5%	9.4%	12.0%	9.8%	9.6%
Kommunikation	1.3%	0.7%	1.2%	1.0%	1.0%
Freizeit & Kultur	7.5%	5.8%	7.2%	5.9%	6.0%
Bildung	3.7%	2.9%	3.6%	2.9%	2.6%
Verbleibende Endnachfrage Staat	9.4%	4.7%	8.6%	3.4%	3.3%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

Als Antwort zur Forschungsfrage 5 „Was ist der Anteil verschiedener Konsumbereiche (Mobilität, Ernährung etc.) an der ökologischen Gesamtbilanz?“ wurde somit aufgezeigt, dass drei Konsumbereiche bei allen drei Indikatoren im Vordergrund stehen. Dies sind die Bereiche Wohnen (Miete, Energie, Wasser und Entsorgung), Mobilität und Ernährung. Diese machen bei der Bewertung mit der Methode der ökologischen Knappheit zusammen etwa 60% der Umweltbelastungen in der Konsumperspektive aus. Zu beachten ist dabei, dass die Rang-

folge wesentlich von der jeweiligen Abgrenzung solcher Konsumbereiche abhängt. Um eine konsistente weitere Analyse zu ermöglichen wurde hier auf die international gebräuchliche COICOP Klassifizierung und Nomenklatur abgestellt (Tab. 4.2). Bei anderen Zuordnungen oder Zusammenfassungen ergäben sich unterschiedliche Rangfolgen.

## 5 Detailbilanz für einzelne Konsumbereiche

In diesem Kapitel werden wichtige Kenngrössen des privaten Konsums erhoben (z.B. Verbrauch verschiedener Energieträger, Mobilitätsverhalten). Die Erhebung erfolgt auf Basis der Schweizerischen Gesamtbilanz und bildet die Grundlage für die Berechnungen für den Schweizer Durchschnitt. Ausserdem wird aufgezeigt, welche Kenngrössen besonders wichtig für die Gesamtbelastung in diesen drei Konsumbereichen sind.

Die Bilanz zur Ausgangslage für die Schweiz wurde für das Referenzjahr 2005 erstellt. Teilweise sind für die Aufteilung aber aktuellere Zahlen verfügbar. Diese werden soweit möglich verwendet, damit bei der Planung von Massnahmen nicht von falschen Voraussetzungen<sup>14</sup> ausgegangen wird. Gewisse Inkonsistenzen in der Zahlengrundlage müssen deshalb in Kauf genommen werden.

Im Folgenden werden nun die sechs aus Umweltsicht wichtigsten Konsumbereiche im Hinblick auf Forschungsfrage 5 näher untersucht.

### 5.1 Wohnen (Miete, Energie, Wasser und Entsorgung)

Unter **Wohnen (Miete, Energie, Wasser und Entsorgung)** werden folgende Aktivitäten und Dienstleistungen zusammengefasst (siehe Tab. 4.2):

- Unterhalt von Miet- bzw. Eigentumswohnungen
- Heizung und Raumwärmebereitstellung,
- Warmwasserbereitung,
- Elektrizitätsverbrauch für verschiedene Geräte,
- Direkte Wassernutzung im Haushalt,
- Abwasserreinigung und Abfallentsorgung

Der Bau der Wohnung sowie die Herstellung der Möbel, Haushaltgeräten und anderen Gebrauchsgegenständen ist im Konsumbereich Wohnen (Miete, Energie, Wasser und Entsorgung) nicht berücksichtigt. Die Umweltbelastungen durch den Bau der Wohnung fallen in den Konsumbereich Wohnungsbau und die Umweltbelastungen durch Möbel und Haushaltgeräte fallen in den Konsumbereich Möbel und Haushaltsgeräte (vgl. Tab. 4.2).

#### 5.1.1 Datengrundlagen

##### 5.1.1.1 *Miete und Unterhalt*

Genauere Angaben zum Anteil von Miete und Unterhalt an den Gesamtbelastungen in diesem Konsumbereich können nur sehr grob abgeschätzt werden. Entsprechende Ökobilanzdaten als auch statistische Angaben standen nicht zur Verfügung. Der individuelle Einfluss bezüglich Miete und Unterhalt scheint auf Grund des hohen Anteils von Mietwohnungen gering. Für die weiteren Berechnungen in dieser Studie werden deshalb nur die Anteile des Energieverbrauchs, Wasserverbrauch und Entsorgung genau abgeschätzt. Der Anteil für Miete und Un-

---

<sup>14</sup> So hat sich z.B. der ewz Strommix in den letzten Jahren deutlich verändert. Würde man hier mit dem Mix von 2005 rechnen, würden sich Massnahmen ergeben, die in der Realität schon umgesetzt sind.

terhalt wird als konstant angenommen und bei der Berechnung von Reduktionspotenzialen nicht weiter berücksichtigt.

### 5.1.1.2 Endenergieverbrauch

Tab. 5.1 zeigt den durchschnittlichen Endenergieverbrauch der Schweizer Haushalte nach der Gesamtenergiestatistik des Bundesamts für Energie (BFE 2006). Am meisten Endenergie wird in der Schweiz in Form von Heizöl (48.8 %) verbraucht, gefolgt von Strom (23.9 %) und Erdgas (18.0 %). Die Anteile Stückholz, Fernwärme und Solarkollektoren sind mit 0.2 %, 7.0 % und 2.2 % eher gering.

Tab. 5.1 Endenergieverbrauch pro Einwohner in den privaten Haushalten für den Schweizer Durchschnitt (BFE 2006)

	Energieverbrauch CH 2005 (BFE 2006)	Anteil
Einheit	MJ/Einw/a	%
Elektrizität, Mix CH	8'506	23.9%
Heizöl	17'403	48.8%
Erdgas	6'407	18.0%
Stückholz	54	0.2%
Fernwärme	2'484	7.0%
Solarkollektor	784	2.2%
<b>Total pro Einwohner</b>	<b>35'638</b>	<b>100.0%</b>
Einwohner	7'459'128	

In Tab. 5.2 ist die Zusammensetzung des zertifizierten Strommixes und des Lieferanten- und Egal-Strommixes für die Schweiz nach Leuenberger & Frischknecht (2010a) dargestellt. Der Lieferantenstrommix entspricht dem in der Schweiz verbrauchten Strom und der Egal-Strommix ist die Differenz von Lieferanten-Strommix und zertifiziertem Strommix. Der zertifizierte Strommix wird fast ausschliesslich mittels Wasserkraft produziert. Der Schweizer Egal-Strommix hingegen weist einen erheblichen Importanteil von über 36 % auf. Der grösste Teil der Stromimporte stammen aus dem Stromhandel und deren Herkunft ist nicht überprüfbar. Für die Berechnung des Schweizer Durchschnitts wird mit dem Egal-Strommix gerechnet und für die Berechnungen mit Ökostrom wird mit dem zertifizierten Schweizer Strommix gerechnet.

Tab. 5.2 Zusammensetzung des zertifizierten Schweizer Strommixes und des Lieferanten- und Egal-Strommixes (Leuenberger &amp; Frischknecht 2010a)

Einheit	Lieferanten-Strommix		Zertifizierter Strommix		Egal-Strommix	
	GWh	%	GWh	%	GWh	%
<b>Summe Produktion Schweiz</b>	<b>36'759.4</b>	<b>66.221%</b>	<b>4'651.9</b>	<b>99.385%</b>	<b>32'107.5</b>	<b>63.167%</b>
Wasserkraft (ohne Pumpspeicherkraft)	18'121.4	32.645%	4'576.8	97.780%	13'544.6	26.647%
Wasserkraft Pumpspeicherung	927.5	1.671%	0.0	0.000%	927.5	1.825%
Sonnenenergie	27.1	0.049%	15.3	0.327%	11.8	0.023%
Windenergie	16.0	0.029%	16.0	0.342%	0.0	0.000%
Biomasse (Holz)	92.4	0.166%	20.1	0.430%	72.3	0.142%
Biogas	108.6	0.196%	23.7	0.505%	84.9	0.167%
Geothermie	0.0	0.000%	0.0	0.000%	0.0	0.000%
Kernenergie	16'101.8	29.007%	0.0	0.000%	16'101.8	31.678%
Erdöl	109.2	0.197%	0.0	0.000%	109.2	0.215%
Erdgas	163.8	0.295%	0.0	0.000%	163.8	0.322%
Abfälle	1'091.7	1.967%	0.0	0.000%	1'091.7	2.148%
<b>Summe Produktion Ausland</b>	<b>18'750.6</b>	<b>33.779%</b>	<b>28.8</b>	<b>0.615%</b>	<b>18'721.8</b>	<b>36.833%</b>
Wasserkraft (ohne Pumpspeicherkraft) FR	1'364.6	2.458%	0.0	0.000%	1'364.6	2.685%
Sonnenenergie	0.0	0.000%	0.0	0.000%	0.0	0.000%
Windenergie	28.8	0.052%	28.8	0.615%	0.0	0.000%
Kernenergie FR	6'440.7	11.603%	0.0	0.000%	6'440.7	12.671%
Erdöl IT	163.8	0.295%	0.0	0.000%	163.8	0.322%
Erdgas DE	491.2	0.885%	0.0	0.000%	491.2	0.966%
Kohle DE	54.6	0.098%	0.0	0.000%	54.6	0.107%
nicht überprüfbar (UCTE-Strommix)	10'206.9	18.388%	0.0	0.000%	10'206.9	20.081%
<b>Total</b>	<b>55'510.0</b>	<b>100.000%</b>	<b>4'680.7</b>	<b>100.000%</b>	<b>50'829.3</b>	<b>100.000%</b>

### 5.1.1.3 Wasserverbrauch und Abfallentsorgung

In der Input-Output-Analyse wird die Ver- und Entsorgung für Wasser, Abwasser und Abfall im Konsumbereich Wohnen (Miete, Energie, Wasser und Entsorgung) erfasst.

Tab. 5.3 zeigt den Trinkwasserverbrauch, den Abwasseranfall und die Abfallproduktion pro Person und Jahr für die Schweiz. Der durchschnittliche private Wasserverbrauch in der Schweiz beträgt 162 Liter pro Tag<sup>15</sup>.

Für den Abwasseranfall waren nur Daten für den gesamten Anfall vorhanden. In der Schweiz fallen jährlich 1450 Mio. m<sup>3</sup> Abwasser an. Dies entspricht einer Menge von 533 Litern pro Einwohner und Tag<sup>16</sup>. Diese Werte sind höher als die Verbrauchswerte, da auch Regenwasser in den Kläranlagen behandelt werden muss. Es wurde angenommen, dass 50% des gesamten Abwasseranfalls dem privaten Verbrauch angerechnet werden können. So resultiert ein täglicher Abwasseranfall von 266 Litern pro Tag und Person für den Schweizer Durchschnitt.

Im Schweizer Durchschnitt fallen 700 kg pro Person und Jahr an<sup>17</sup>. Diese Zahlen beinhalten auch gewerbliche Abfälle und überschätzen damit die Abfallmenge der Privathaushalte. Für die Schweiz wurde angenommen, dass 50 % des Abfallanfalls den Privatpersonen zugeordnet werden kann (Direkteinlieferungen und gesammelte Menge). Dies entspricht 350 kg Abfall pro Person und Jahr (vgl. Tab. 5.3).

<sup>15</sup> <http://www.trinkwasser.ch>, Zugriff am 01.09.2011.

<sup>16</sup> <http://www.bafu.admin.ch/gewaesserschutz/01295/index.html>, Zugriff am 01.09.2011

<sup>17</sup> <http://www.bafu.admin.ch/umwelt/status/03964/index.html>, Zugriff am 01.09.2011

Tab. 5.3 Trinkwasserverbrauch, Abwasseranfall und Abfallproduktion pro Person und Jahr für die Schweiz (Fussnote 15, 16, 17)

		<b>Schweiz</b>
		<b>pro Person und Jahr</b>
Trinkwasser	m <sup>3</sup>	59
Abwasser	m <sup>3</sup>	97
Abfall	kg	350

### 5.1.2 Umweltbelastung, Treibhausgasemissionen und Primärenergiebedarf

Fig. 5.1 zeigt die jährliche Umweltbelastung nach der Methode der ökologischen Knappheit (Umweltbelastungspunkte), die jährlichen Treibhausgasemissionen in CO<sub>2</sub>-Äquivalenten und den Verbrauch an Primärenergie in Watt pro Person bezogen auf den jährlichen Verbrauch von Energieträgern in privaten Haushalten. Die Werte aus der EE-IOA werden dabei mit den Berechnungen für die Schweiz auf Grundlage von Ökobilanzen verglichen.

Bei der Umweltbelastung nach der Methode der ökologischen Knappheit hat der Stromverbrauch den grössten Einfluss auf das Resultat. Neben dem Stromverbrauch hat der Verbrauch von Heizöl und Erdgas einen hohen Anteil an der jährlichen Umweltbelastung pro Kopf.

Der jährliche Energieverbrauch der privaten Haushalte verursacht Treibhausgasemissionen in der Höhe von 2'600 kg CO<sub>2</sub>-Äquivalenten pro Kopf im Schweizer Durchschnitt. Der Hauptanteil der Treibhausgasemissionen wird durch den Verbrauch von den fossilen Energieträgern Heizöl und Erdgas verursacht.

Der jährliche Primärenergiebedarf für die privaten Haushalte im Schweizer Durchschnitt entspricht einer Leistung von 1870 W. Auch im Falle des Primärenergiebedarfs machen die Energieträger Heizöl und Erdgas und der Stromverbrauch die grössten Anteile am Gesamtergebnis aus und andere Energieträger spielen nur eine untergeordnete Rolle. Der Stromverbrauch hat im Schweizer Durchschnitt den grössten Anteil am Primärenergiebedarf.

Es zeigen sich deutliche Unterschiede zwischen der Umweltbelastung errechnet durch die Input-Output-Analyse und der Berechnung auf Grundlage des Endenergieverbrauch der privaten Haushalte im Schweizer Durchschnitt (BFE 2006).

Die höheren Werte in der IOA für Umweltbelastung und Treibhausgasemissionen können damit erklärt werden, dass auch Aufwendungen für Miete und Unterhalt in der IOA verbucht werden. Für die weiteren Berechnungen wird deshalb vereinfachend angenommen, dass der Differenzwert dem Anteil von Miete bzw. Unterhalt entspricht und für die Schweiz als konstant angenommen wird.

Bei der Auswertung des Primärenergiebedarfs ergeben die Berechnungen auf Grundlage der Energienachfrage durch die Haushalte einen leicht höheren Wert als in der IOA ausgewiesen. Ein Hauptgrund ist sicher die mangelnde Differenzierung innerhalb des Energiesektors (in dem Strom, Brennstoffe, Wasser und Abfall als eine Wirtschaftsaktivität zusammengefasst sind), so dass z.B. die Verteilung von Stromimporten und die Relevanz von Stromexporten in der IOA nicht richtig berechnet werden kann (siehe auch Jungbluth et al. 2011b:5.2.6 zur Diskussion der Unsicherheiten).

Die Ausgangswerte für die Primärenergie spielen eine wichtige Rolle für die weiteren Berechnungen. Für die weiteren Berechnungen für den Konsumbereich Wohnen wird der auf Grundlage von Ökobilanzen ermittelte Wert verwendet, da dieser als verlässlicher eingestuft wird. Die IOA wird dafür durch eine Reduktion der Belastungen beim Wohnungsbau angepasst. Zusätzlich wäre eine weitere Erhöhung des Primärenergiebedarfs auf Grund der Auf-

wendungen für Miete und Unterhalt zu erwarten. Dieser kann hier jedoch nicht beziffert werden und wird deshalb nicht ausgewiesen.

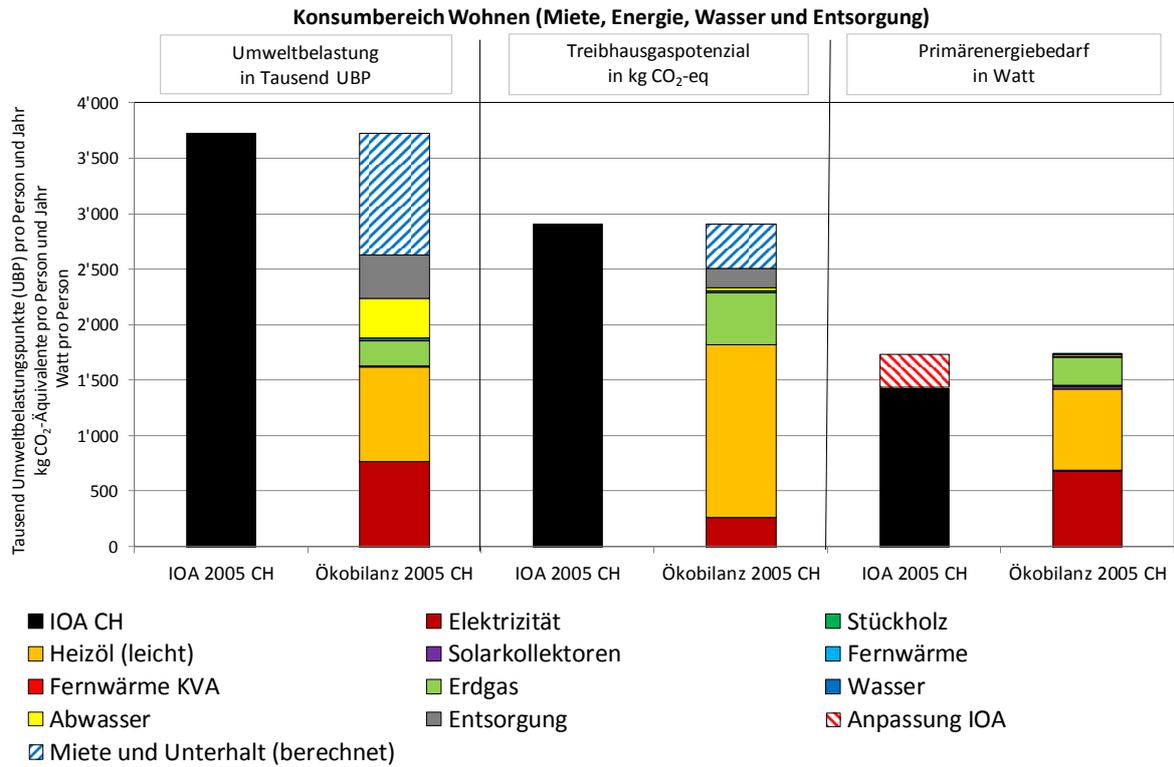


Fig. 5.1 Jährliche Umweltbelastung pro Person in tausend Umweltbelastungspunkten (UBP), jährliche Emission an Treibhausgasen in kg CO<sub>2</sub>-Äquivalenten pro Person und Primärenergiebedarf pro Person in Watt verursacht durch den Konsumbereich Wohnen (Miete, Energie, Wasser und Entsorgung) aufgeteilt auf die unterschiedlichen Energieträger und Dienstleistungen. Berechnungsweise mit EE-IOA und Ökobilanzen

### 5.1.3 Aufteilung in Wirkungskategorien

Fig. 5.2 zeigt die jährliche Umweltbelastung berechnet mit der Methode der ökologischen Knappheit pro Person für den Konsumbereich Wohnen (Miete, Energie, Wasser und Entsorgung) aufgeteilt auf die unterschiedlichen Kategorien von Umweltbelastungen. Der grösste Anteil an den Umweltbelastungen wird durch Treibhausgasemissionen, toxische Luftemissionen und die Entsorgung von radioaktiven und anderen Abfällen verursacht.

5. Detailbilanz für einzelne Konsumbereiche

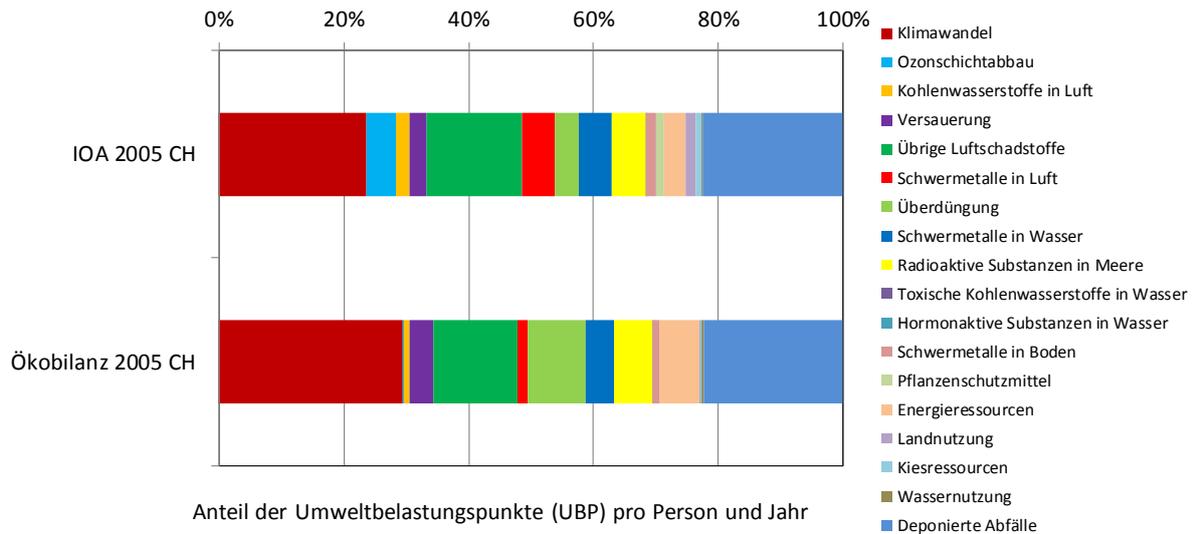


Fig. 5.2 Anteil verschiedener Wirkungskategorien an den gesamten Umweltbelastungspunkten (UBP) verursacht im Konsumbereich Wohnen (Miete, Energie, Wasser und Entsorgung)

Fig. 5.3 zeigt den Primärenergiebedarf in Watt pro Person für den Konsumbereich Wohnen (Miete, Energie, Wasser und Entsorgung) aufgeteilt in erneuerbare und nicht erneuerbare Primärenergiequellen. Der Anteil der erneuerbaren Energien am gesamten Schweizer Energieverbrauch liegt für den Konsumbereich Wohnen (Energie, Wasser und Entsorgung) bei 8 % und ist deutlich geringer als der Anteil der nicht erneuerbaren mit 92 %. Der grösste Anteil bei den erneuerbaren Energieressourcen hat die Wasserkraft. Bei den nicht erneuerbaren Energieressourcen haben die fossilen und nuklearen Energiequellen den grössten Anteil.

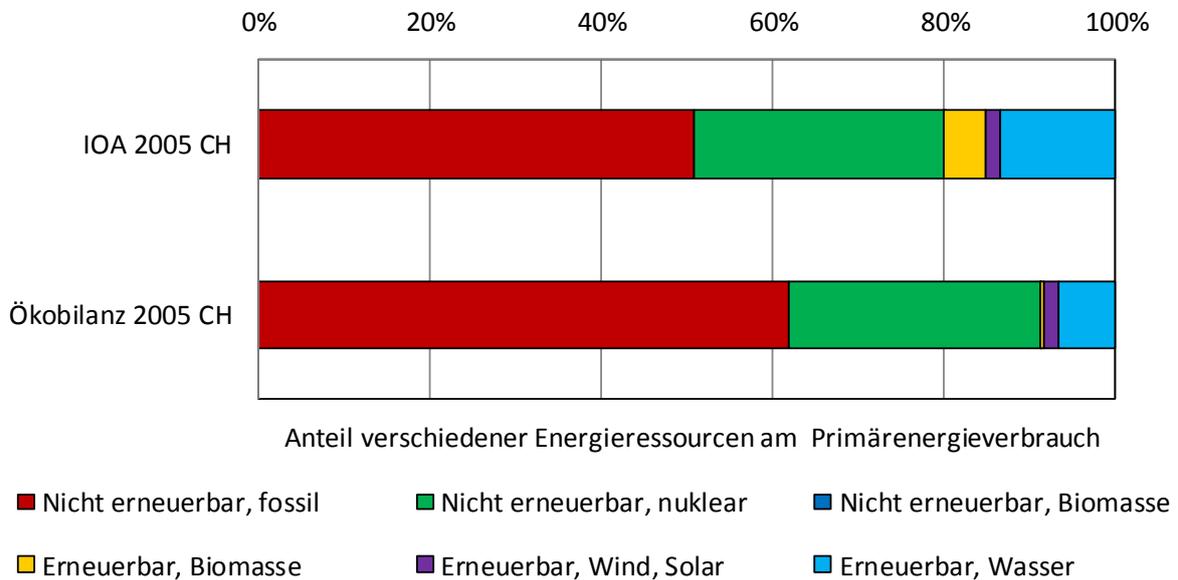


Fig. 5.3 Anteil verschiedener Energieressourcen am Primärenergiebedarf verursacht im Konsumbereich Wohnen (Miete, Energie, Wasser und Entsorgung)

### **5.1.4 Zusammenfassung**

In diesem Kapitel wurden die Emissionen und Ressourcenverbräuche auf Grund der Nachfrage von Privathaushalten nach Miete, Wohnungsunterhalt, Strom, Wärme, Wasser und Entsorgungsdienstleistungen ausgewertet. Hierzu wurden neben der Top-Down Analyse mit der EE-IOA auch eine Bottom-Up Bilanz mit Hilfe von Ökobilanzen erstellt.

Die Umweltbelastungen, welche durch die Herstellung der Wohnung, Möbel und Haushaltsgeräte entstehen, sind in den Berechnungen nicht berücksichtigt. Einzig die Umweltbelastung verursacht durch die Herstellung der zur Wärme- und Stromerzeugung benötigten Infrastruktur bzw. die Infrastruktur zur Wasserversorgung, zur Abwasserentsorgung und zur Abfallentsorgung ist enthalten.

Im Falle des Endenergieverbrauchs der privaten Schweizer Haushalte verursacht der Strom-, Heizöl- und Erdgasverbrauch den grössten Anteil der Umweltbelastungen für alle untersuchten Indikatoren. Der grösste Anteil der Umweltbelastungen des Konsumbereichs Wohnen (Miete, Energie, Wasser und Entsorgung) entfallen auf die Wirkungskategorien Klimaänderungspotenzial, toxische Luftemissionen und Abfälle.

Der Anteil der erneuerbaren Energiere Ressourcen am gesamten Primärenergiebedarf ist mit 8 % eher gering.

## **5.2 Mobilität**

Im Bereich Mobilität wird die private Mobilität mit Fahrzeugen und öffentlichem Verkehr erfasst (Tab. 4.2). Dabei werden alle Umweltbelastungen zur Bereitstellung der Transportdienstleistung erfasst. Dies beinhaltet einerseits die Bereitstellung und Verbrennung von Energieträgern (z.B. Benzin) aber auch die Infrastruktur für Strassen und Fahrzeuge. Nicht enthalten sind Dienstreisen und Warentransporte.

In diesem Kapitel wird wiederum auf Grundlage von statistischen Daten zur Nutzung einzelner Verkehrsträger eine Aufteilung der Gesamtbelastungen auf diese unterschiedlichen Verkehrsmittel vorgenommen. Dazu werden die statistischen Daten aus zwei unterschiedlichen Publikationen mit Ökobilanzdaten verknüpft.

### **5.2.1 Datengrundlagen**

Tab. 5.4 zeigt den individuellen Mobilitätskonsum im Schweizer Durchschnitt nach den Erhebungen für die Jahre 2002-2005 von Girod & de Haan (2010) und nach den Erhebungen des Bundesamtes für Statistik im Zuge des Mikrozensus 2005 „Mobilität in der Schweiz“ (BFS/ARE 2007).

Für die Berechnungen wurde mit einem durchschnittlichen Benzinverbrauch von 8 Liter Benzin auf 100 km für ein benzinbetriebenes Auto gerechnet und mit einem Verbrauch von 7.3 Liter Diesel pro 100 km für ein dieselbetriebenes Auto (Spielmann et al. 2007).

Die jährlich mit dem Flugzeug zurückgelegte Distanz nach Girod & de Haan (2010) ist deutlich kleiner als nach den Erhebungen des BFS (BFS/ARE 2007). Im Gegenzug ist die mit dem Personenwagen zurückgelegte Distanz grösser nach den Erhebungen von Girod & de Haan (2010) verglichen mit den Angaben nach dem Mikrozensus. Für die weiteren Berechnungen wurde mit den Angaben aus dem Mikrozensus „Mobilität in der Schweiz“ (BFS/ARE 2007) gerechnet, da in dieser detaillierteren Erhebung auch noch andere Verkehrsmittel, wie Busse, Trams und Motorfahräder erfasst sind.

Tab. 5.4 Individueller Mobilitätskonsum im Schweizer Durchschnitt für die Jahre 2002-2005 (Girod & de Haan 2010) und für den Schweizer Durchschnitt nach dem Mikrozensus 2005 (BFS/ARE 2007)

	Mobilitätskonsum CH 2002-2005 (Girod & de Haan 2010)	Mobilitätskonsum CH Mikrozensus 2005 (BFS/ARE 2007)	Anteil Verkehrsmittel Mikrozensus
Einheit	pkm/Einw/a	pkm/Einw/a	%
Passagierflugzeug	1'698	2'456	15.2%
Reisebus	0	506	3.1%
Fernreise Zug	1'256	1'295	8.0%
Personenwagen	10'797	9'582	59.3%
Regionalzug	1'256	1'295	8.0%
Bus	0	49	0.3%
Tram	0	718	4.4%
Trolleybus	0	0	0.0%
Motorrad/Motorfahrrad	0	246	1.5%
<b>Total</b>	<b>15'007</b>	<b>16'147</b>	<b>100%</b>
Einwohner		7'459'128	

### 5.2.2 Umweltbelastung, Treibhausgasemissionen und Primärenergiebedarf

Fig. 5.4 zeigt die Umweltbelastung nach der Methode der ökologischen Knappheit, das Klimaänderungspotenzial und den Primärenergiebedarf pro Person für den Konsumbereich Mobilität aufgeteilt auf die unterschiedlichen Verkehrsmittel. Die Eingabedaten für den Mobilitätskonsum sind in Tab. 5.4 dargestellt. Der motorisierte Individualverkehr mittels Auto hat den grössten Anteil an der Umweltbelastung.

Nach dem motorisierten Individualverkehr mittels Auto verursachen Flugreisen einen grossen Anteil der Umweltbelastung, gefolgt von den mittels Motorrädern und Motorfahrrädern zurückgelegten Distanzen und den mit dem Zug zurückgelegten Strecken.

Die jährliche individuelle Mobilität im Schweizer Durchschnitt verursacht Treibhausgasemissionen in der Höhe von 2'300 kg CO<sub>2</sub>-Äquivalenten. Auch bei den Treibhausgasemissionen verursacht der motorisierte Individualverkehr mittels Auto den grössten Anteil an den totalen Emissionen, gefolgt vom Flug- und Bahnverkehr.

Der Primärenergiebedarf pro Person und Jahr verursacht durch Mobilität beträgt 1300 W im Schweizer Durchschnitt. Der Primärenergiebedarf unterscheidet sich nur geringfügig für die Erhebungen von Girod & de Haan (2010) und des Bundesamtes für Statistik im Zuge des Mikrozensus Mobilität (BFS/ARE 2007).

Die Umweltbelastungen, welche durch die Herstellung der Verkehrsmittel und der Verkehrsinfrastruktur verursacht werden, sind in den Berechnungen berücksichtigt. Dies ist sowohl für den motorisierten Individualverkehr der Fall als auch für die öffentlichen Verkehrsmittel.

Im Vergleich der Werte für die Umweltbelastung und Treibhausgaspotenzial berechnet mit IOA bzw. auf Grundlage von Ökobilanzdaten zeigt sich eine sehr gute Übereinstimmung. Bei der Primärenergie kommt die IOA allerdings wiederum ähnlich wie beim Wohnen zu niedrigeren Werten. Auch hier wird der Wert für Primärenergie für die Berechnungen im folgenden Kapitel entsprechend der aus Ökobilanzdaten berechneten Werte korrigiert.

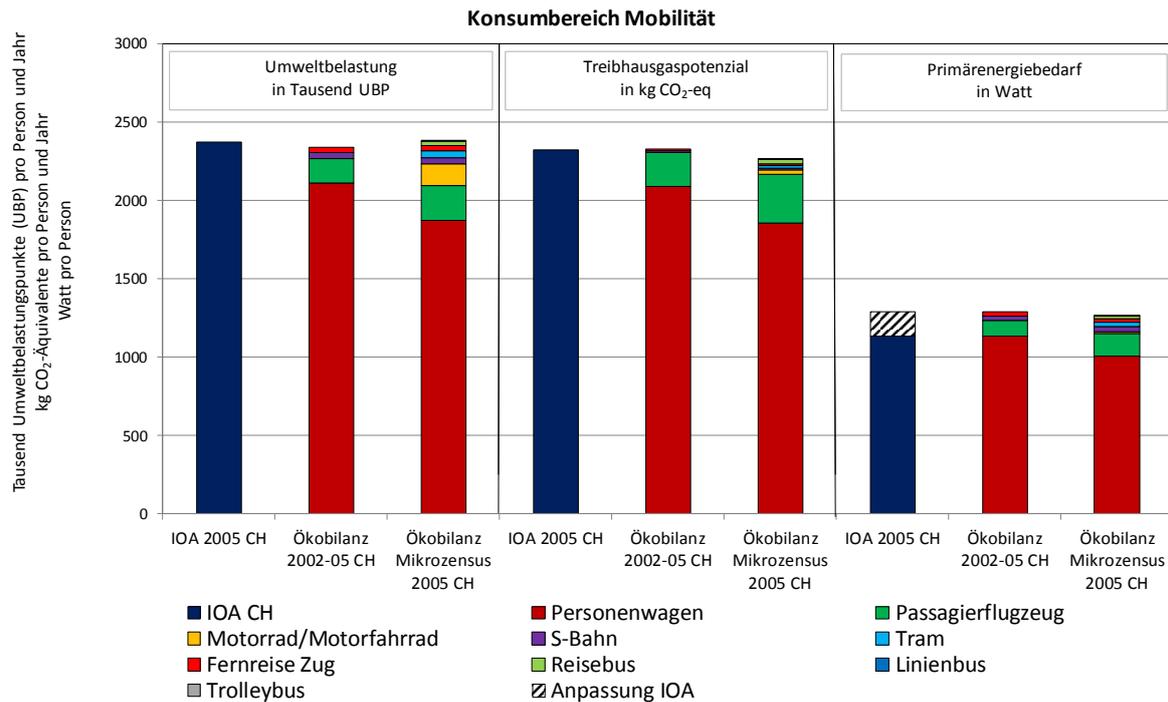


Fig. 5.4 Jährliche Umweltbelastung pro Person in tausend Umweltbelastungspunkten (UBP), jährliche Emission an Treibhausgasen in kg CO<sub>2</sub>-Äquivalenten pro Person und Primärenergiebedarf pro Person in Watt verursacht durch den Konsumbereich Mobilität aufgeteilt auf die unterschiedlichen Verkehrsmittel. Berechnungswege mit IOA und Ökobilanzdaten

### 5.2.3 Aufteilung in Wirkungskategorien

Fig. 5.5 zeigt die jährliche Umweltbelastung berechnet mit der Methode der ökologischen Knappheit pro Person für den Konsumbereich Mobilität aufgeteilt auf die unterschiedlichen Kategorien von Umweltbelastungen. Der grösste Anteil an den Umweltbelastungen wird durch toxische Luftemissionen, Treibhausgasemissionen und durch die Entsorgung von radioaktiven und anderen Abfällen verursacht. Der Anteil der toxischen Luftemissionen ist für den Konsumbereich Mobilität deutlich höher als für den Konsumbereich Wohnen (Miete, Energie, Wasser und Entsorgung). Die Entsorgung von Abfällen hingegen hat eine grössere Bedeutung im Konsumbereich Wohnen (Miete, Energie, Wasser und Entsorgung) als für den Konsumbereich Mobilität.

## 5. Detailbilanz für einzelne Konsumbereiche

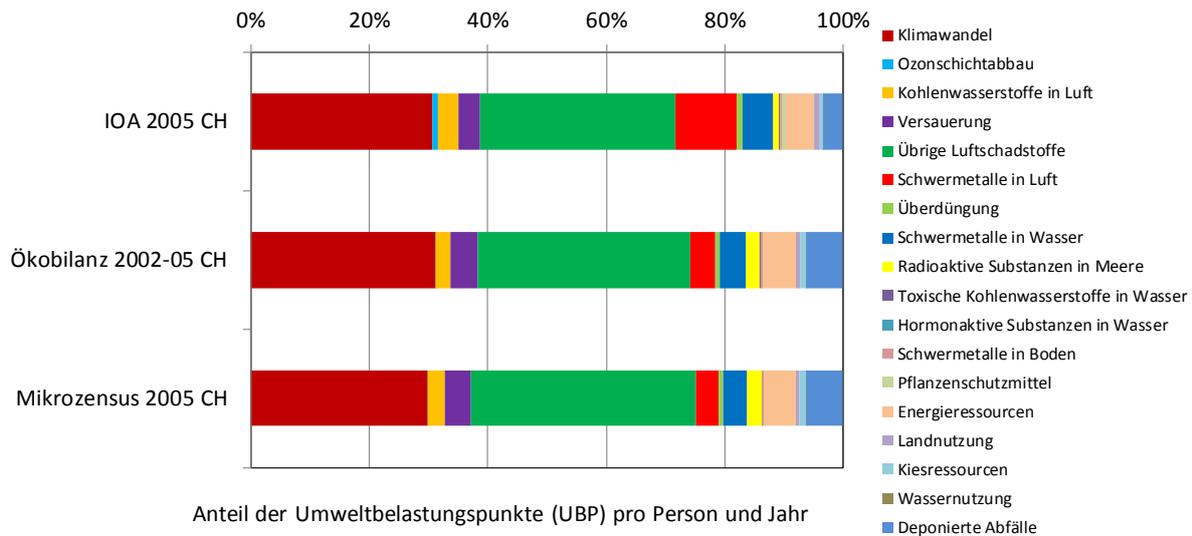


Fig. 5.5 Anteil verschiedener Wirkungskategorien an den gesamten Umweltbelastungspunkten (UBP) verursacht im Konsumbereich Mobilität

Fig. 5.6 zeigt die Anteile der unterschiedlichen Wirkungskategorien an der Gesamtbelastung nach der Methode der ökologischen Knappheit für verschiedene Verkehrsmittel. Für die mit fossilen Treibstoffen betriebenen Verkehrsmittel (Auto, Flugzeug, Busse und Motorräder) sind das Klimaänderungspotenzial und die toxischen Luftemissionen die Wirkungskategorien mit dem grössten Anteil an der Gesamtbelastung. Für die mit Strom betriebenen Verkehrsmittel (Zug, Tram und Trolleybus) hat die Entsorgung des (radioaktiven) Abfalls den grössten Einfluss.

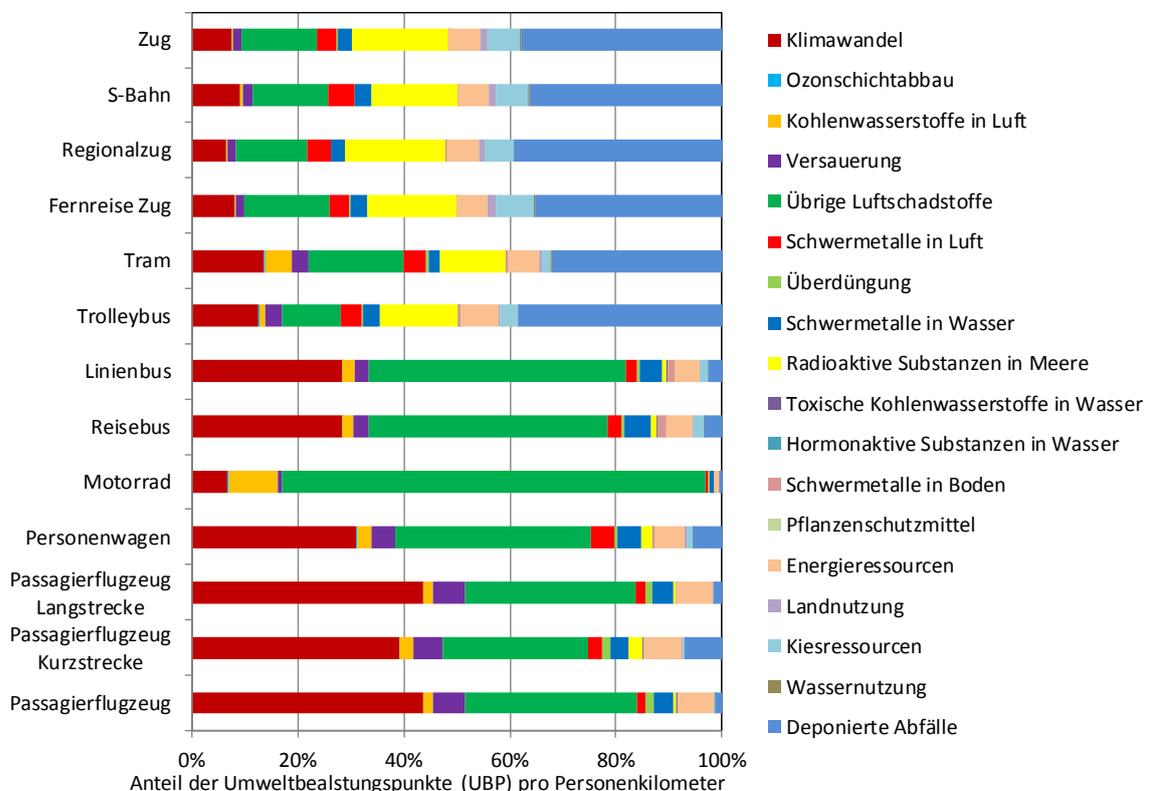


Fig. 5.6 Anteil verschiedener Emissionen und Ressourcenverbräuche an den Umweltbelastungspunkten (UBP) verursacht durch verschiedene Verkehrsträger

Fig. 5.7 zeigt den Primärenergiebedarf in Watt pro Person für den Konsumbereich Mobilität aufgeteilt in erneuerbare und nicht erneuerbare Primärenergiequellen. Im Falle des Mobilitätskonsums setzt sich der Primärenergiebedarf in erster Linie aus dem Verbrauch von nicht erneuerbaren fossilen Primärenergieträgern zusammen, gefolgt von der nicht erneuerbaren Nuklearenergie und der erneuerbaren Wasserkraft.

Der Anteil der erneuerbaren Energien am gesamten Primärenergiebedarf verursacht durch die private Mobilität liegt für den Schweizer Durchschnitt bei 4.2 %. Hierbei handelt es sich hauptsächlich um Strom aus Wasserkraft, welcher für den Betrieb der Eisenbahn genutzt wird.

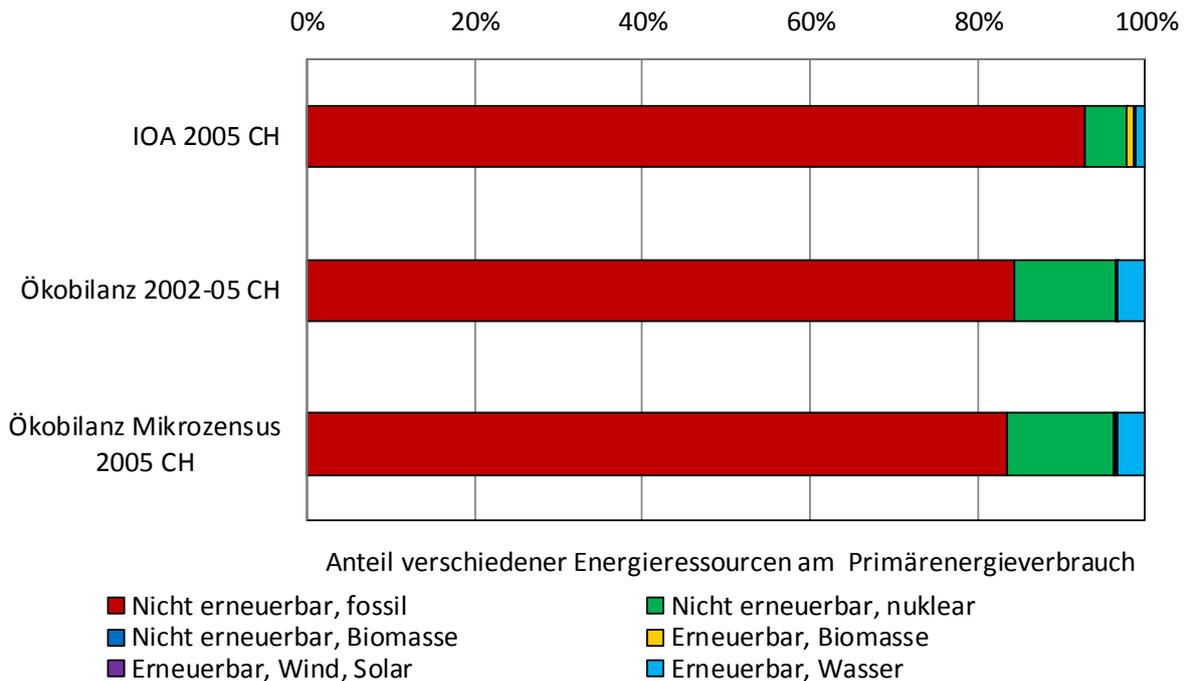


Fig. 5.7 Anteil verschiedener Energieressourcen am Primärenergiebedarf verursacht im Konsumbereiche Mobilität

### 5.2.4 Zusammenfassung

Der motorisierte Individualverkehr mit dem Auto verursacht den grössten Teil der Umweltbelastungen der privaten Mobilität. An zweiter Stelle steht der Flugverkehr gefolgt von den restlichen Verkehrsmitteln mit einem verhältnismässig geringen Beitrag zur Gesamtbelastung der Mobilität.

Eine grössere mit dem Flugzeug zurückgelegte jährliche Distanz hätte grossen Einfluss auf das Resultat, da die Flugreisen nach dem motorisierten Individualverkehr mittels Auto den grössten Teil der Umweltbelastung, der Treibhausgasemissionen und des Primärenergiebedarfs ausmachen. So kann eine einzige Fernreise z.B. nach Australien den Anteil des Flugzeuges in der individuellen Bilanz verzehnfachen. Zusätzlich ist anzunehmen, dass die mit Flugzeug zurückgelegten Distanzen von Person zu Person stark variieren und deshalb stark beeinflusst sind durch das individuelle Verhalten. Für Personen, welche grosse Distanzen mit dem Flugzeug zurücklegen, sind Flugreisen ein ebenso entscheidender Faktor, wie der motorisierte Individualverkehr mittels Auto.

Die Wirkungskategorien mit dem grössten Beitrag sind das Klimaänderungspotenzial und die toxischen Luftemissionen. Der Beitrag der unterschiedlichen Wirkungskategorien hängt aber stark vom benutzten Verkehrsmittel ab. Im Falle der mit fossilen Energieträgern betriebenen Verkehrsmittel sind die Wirkungskategorien Klimaänderungspotenzial und toxische Luftemissionen entscheidend und im Falle der mit Strom betriebenen Verkehrsmittel die Abfallsorgung.

Der Anteil der erneuerbaren Energieressourcen am gesamten Energieverbrauch ist im Konsumbereich Mobilität mit nur 4.2 % äusserst gering.

### **5.3 Nahrungsmittel bzw. Ernährung**

Unter **Nahrungsmittel bzw. Ernährung** werden hier alle Aufwendungen von der Landwirtschaft bis zum Verbraucher zusammengefasst, die mit der Bereitstellung der eingekauften Nahrungsmittel im Zusammenhang stehen. Dazu gehören u.a.:

- Die landwirtschaftliche Produktion von Nahrungsmitteln,
- Die Nahrungsmittelverarbeitung,
- Die Verpackungen,
- Die Lagerung,
- Die Verkaufsgeschäfte und
- alle Transporte bis zum Laden.

Durch die Ernährung wird ein bedeutender Teil der Umweltbelastungen verursacht. In der Schweiz fallen für den Kauf von Nahrungsmitteln etwa 12 Prozent der gesamten, durch Haushalte verbrauchten, nicht-erneuerbaren Primärenergie an (Fig. 4.6, Seite 27). Die entsprechende Energierechnung berücksichtigt die Aufwendungen für Anbau, Verarbeitung und Transporte der Lebensmittel, die manchmal als „Graue Energie“ bezeichnet werden. Der summierte Primärenergiebedarf für Nahrungsmittel beträgt in der Schweiz etwa 3'000 Megajoule pro Person und Monat, dies entspricht mehr als 80 Litern Benzin (Jungbluth et al. 2011b). Hinzu kommen Aufwände für Kühlung, Zubereitung, Entsorgung und Transporte durch die Haushalte, die in der hier verwendeten Systematik aber separat erfasst werden.

Neben dem Energieverbrauch sind bei der Ernährung auch andere Umweltbelastungen relevant. Die Treibhausgase Methan und Lachgas stammen zum grössten Teil aus der Landwirtschaft. Hinzu kommen Emissionen aus der Verbrennung von Treibstoffen für die Landwirtschaft, in der Lebensmittelindustrie und beim Transport von Nahrungsmitteln. Dadurch steigt der Anteil der Ernährung auf etwa 16 % bezüglich der Treibhausgasemissionen (Fig. 4.6). Die Belastung von Böden und Gewässern durch die Ausbringung von Pestiziden, Kunstdünger, Gülle und Klärschlamm mit vielfältigen Problemstoffen (z.B. Phosphat, Nitrat, Ammoniak, Schwermetall oder hormonaktive Substanzen) bereiten weitere erhebliche ökologische Probleme, so dass etwa 28 % der gesamten Umweltbelastungen durch die Ernährung verursacht werden (Jungbluth et al. 2011b).

#### **5.3.1 Ökobilanzen von Nahrungsmitteleinkäufen**

Handlungsspielräume und ökologische Konsequenzen des Nahrungsmittelkonsums waren Gegenstand einer Untersuchung im Rahmen des Schweizerischen Schwerpunktprogramms Umwelt. Für die Studie wurden die Umweltbelastungen, die im Zusammenhang mit verschiedenen Produktmerkmalen (z.B. Verpackung oder Herkunft) stehen, für Fleisch und Gemüse untersucht. Für diese Ökobilanz wurde der Lebenszyklus in verschiedene Module aufgeteilt,

die entsprechend der durch die Konsumentinnen und Konsumenten erkennbaren Merkmale des Produktes definiert sind (Jungbluth et al. 2000; Jungbluth 2000). Die in jener Studie entwickelte vereinfachte Methodik ermöglicht es, für eine Reihe von Nahrungsmitteln in kurzer Zeit Ökobilanzen zu erstellen.

Fig. 5.8 zeigt die Umweltbelastungspunkte für die Bilanz des Gemüseverkaufs. Im gezeigten Fall verursachen alle Merkmale Umweltbelastungen in vergleichbaren Grössenordnungen. Für die verschiedenen Ausprägungen eines Merkmals können sich die Umweltbelastungen beträchtlich unterscheiden. Besonders umweltrelevant ist ein Import von frischem Gemüse von ausserhalb Europas, für den ein Flugtransport erforderlich wird. Die Verpackung hat im Vergleich zu den weiteren Merkmalen bei den untersuchten Produktgruppen (Fleisch und Gemüse) eine relativ geringe Bedeutung.

Für diese Untersuchung wurden Produkte aus Integrierter Freilandproduktion<sup>18</sup> (IP in der Grafik) mit Bioprodukten verglichen. Trotz verschiedener Unsicherheiten, zeigen sich für letztere eher Vorteile in Fig. 5.8. Deutlich höher als bei der Freilandproduktion sind die Umweltbelastungen von Gemüse aus beheizten Gewächshäusern (GH).

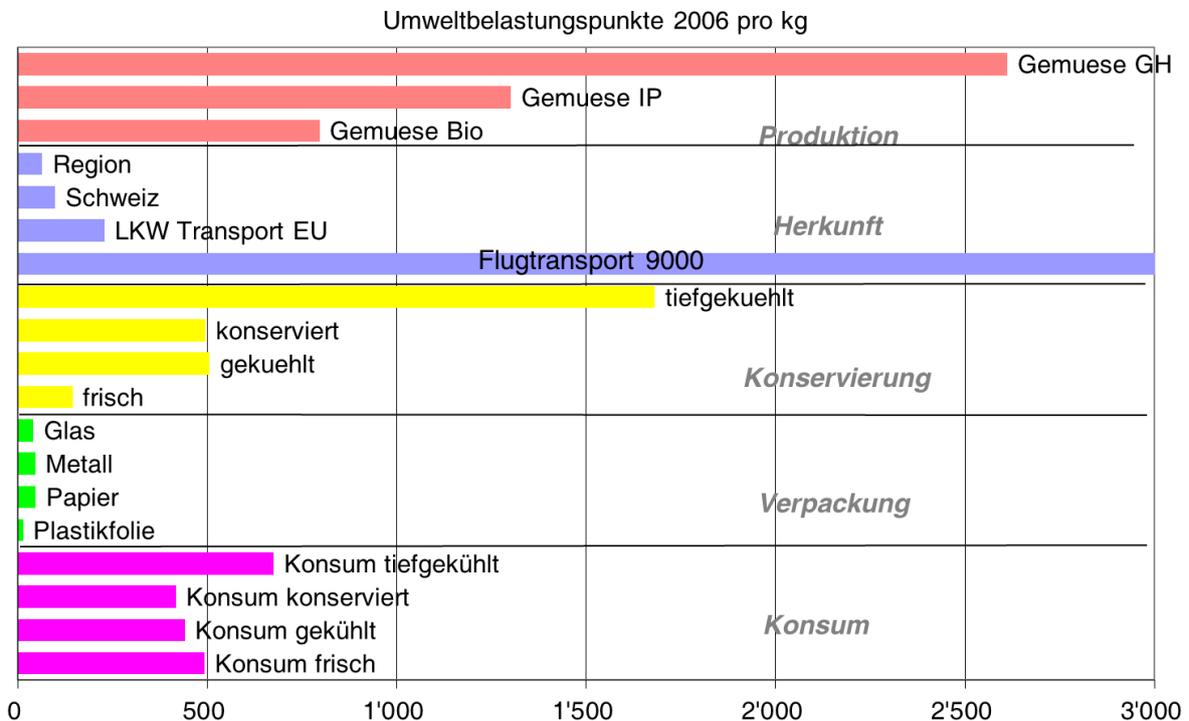


Fig. 5.8 Umweltbelastungspunkte für verschiedene Produktionsanteile pro kg Gemüseverkauf. GH = Gewächshaus, IP = Integrierte Produktion.

Als zweite Produktgruppe wurden in der Untersuchung auch Fleischeinkäufe modelliert. Aufgrund der hohen Umweltbelastungen dominiert bei Fleischeinkäufen die landwirtschaftliche Produktion in der Regel das Gesamtergebnis. Das bedeutet, dass weitere Produktmerkmale für Fleischeinkäufe von untergeordneter Bedeutung sind. Lediglich Flugtransporte erhöhen die Belastungen des verkaufsfertigen Produktes beträchtlich (Jungbluth 2000).

Die Untersuchung zeigt, dass je nach Produktgruppe unterschiedliche Aspekte bei der Beurteilung von Umweltbelastungen im Vordergrund stehen können. Somit muss der Verbraucher

<sup>18</sup> In der Integrierten Produktion werden Dünge- und Pflanzenschutzmitteleinsatz beschränkt und kontrolliert. Eine unkontrollierte konventionelle Produktion gibt es in der Schweiz kaum noch.

den Einfluss von Art des Produktes, Produktionsweise, Herkunft, Verpackung oder Art der Konservierung (inkl. Lagerung) für einen umweltbewussten Einkauf teilweise gegeneinander abwägen.

### 5.3.2 Anteil von Produktgruppen

In Bezug auf unterschiedliche Produktkategorien machen Fleisch-, Fisch- und Milchprodukte über 40% der gesamten Umweltbelastungen für die Bereitstellung von Nahrungsmitteln aus (Fig. 5.9). Wichtig sind auch Getränke und Genussmittel - insbesondere Alkoholika und Kaffee - die zusammen 18% zur Gesamtbelastung beitragen. Transporte, Verarbeitung, Lagerung und Verpackung sind insgesamt nicht von so grosser Bedeutung, wenn die Umweltbelastung betrachtet wird. Beschränkt sich der Fokus auf Energie bzw. Treibhausgase, sind Verarbeitung und Transporte hingegen eher relevant. Auch bei einzelnen Nahrungsmitteln, wie z.B. eingeflogenen Produkten, können sie aber durchaus relevant sein.

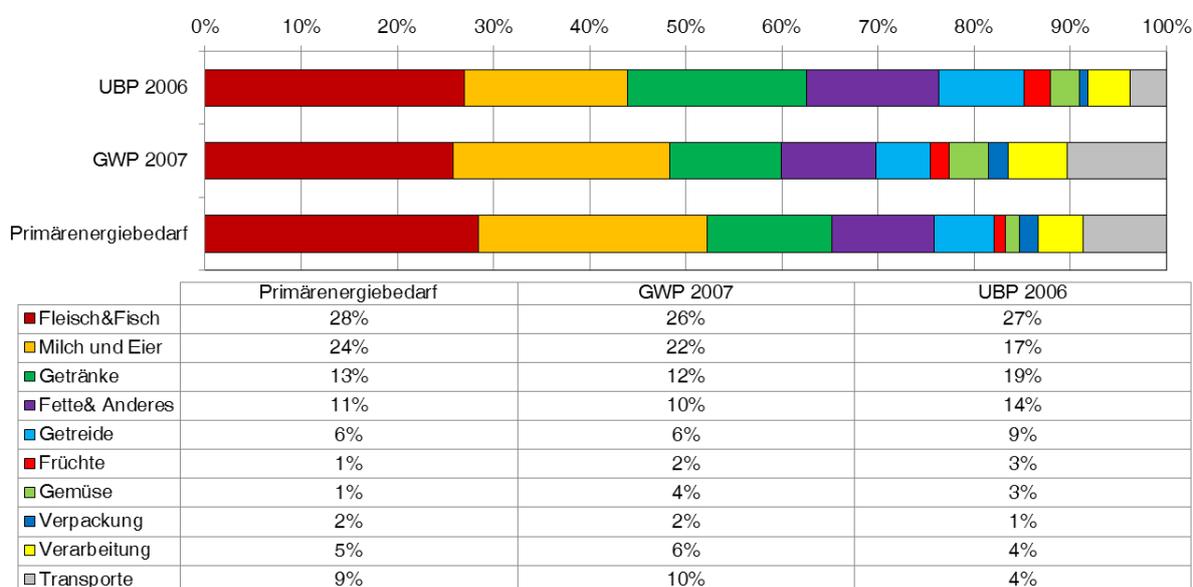


Fig. 5.9 Anteil verschiedener Produkte und Prozesse an den Umweltbelastungen der Ernährung

### 5.3.3 Aufteilung in Wirkungskategorien

Fig. 5.10 zeigt die Aufteilung der Gesamtbelastungen im Konsumbereich Ernährung auf verschiedene Wirkungskategorien. Bei der Ernährung sind insbesondere Luftemissionen (Ammoniak), Überdüngung, Schwermetalleinträge in den Boden und Pflanzenschutzmitteleinsatz von Bedeutung.

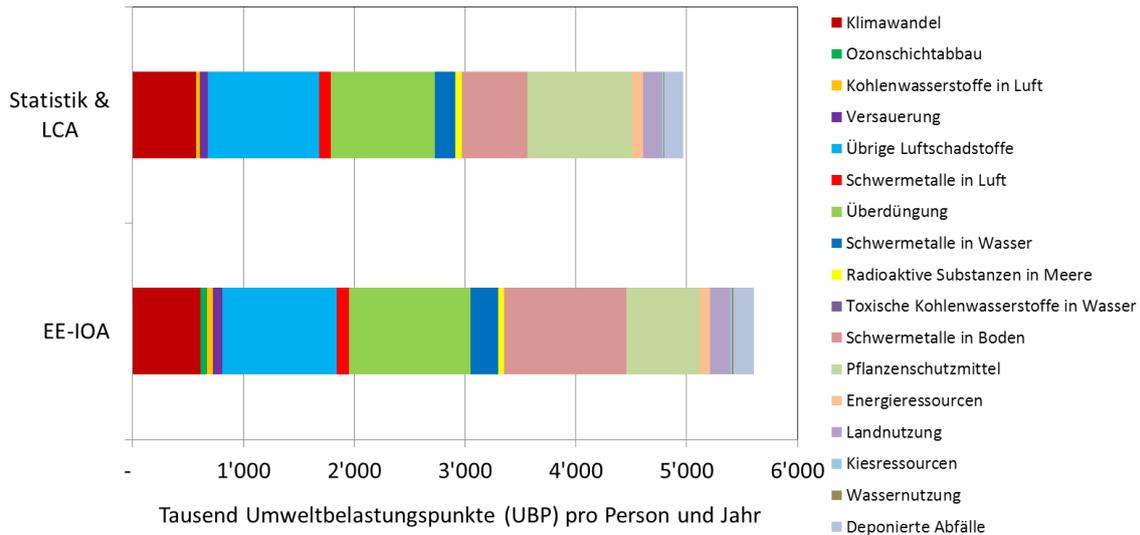


Fig. 5.10 Anteil verschiedener Emissionen und Ressourcenverbräuche an den gesamten Umweltbelastungspunkten (UBP) verursacht im Konsumbereich Ernährung

### 5.3.4 Zusammenfassung

In diesem Kapitel wurden die Emissionen und Ressourcenverbräuche auf Grund der Nachfrage nach Lebensmitteln ausgewertet.

Durch die Ernährung wird ein bedeutender Teil der Umweltbelastungen verursacht. In der Schweiz fallen für den Kauf von Nahrungsmitteln etwa 28 Prozent der gesamten, durch den Konsum verursachten Umweltbelastungen, an.

Fleisch-, Fisch- und Milchprodukte machen über 40% der gesamten Umweltbelastungen der Bereitstellung von Nahrungsmitteln aus. Wichtig sind auch Getränke und Genussmittel - insbesondere Alkoholika und Kaffee -, die zusammen 18% zur Gesamtbelastung beitragen. Transporte, Verarbeitung, Lagerung und Verpackung sind insgesamt nicht von so grosser Bedeutung, wenn die Umweltbelastung betrachtet wird. Beschränkt sich der Focus auf Energie bzw. Treibhausgase sind Verarbeitung und Transporte hingegen eher relevant. Auch bei einzelnen Nahrungsmitteln, wie z.B. eingeflogenen Produkten, können sie aber durchaus relevant sein.

Die Gesamtbelastungen teilen sich im Konsumbereich Ernährung auf verschiedene Wirkungskategorien auf. Bei der Ernährung sind insbesondere Luftemissionen (Ammoniak), Überdüngung, Schwermetalleinträge in den Boden und Pflanzenschutzmitteleinsatz von Bedeutung.

## 5.4 Wohnen, (Bau, Möbel, Geräte)

Unter **Wohnen (Bau, Möbel, Geräte)** werden folgende Aktivitäten und Dienstleistungen zusammengefasst (siehe Tab. 4.2). In der Input-Output-Tabelle werden diese Konsumbereiche getrennt ausgewiesen. Der Übersichtlichkeit halber wurden sie in den Auswertungen der Pilotstudie dann zu einem Konsumbereich zusammengefasst:

- Bau der Wohnung
- Herstellung der Möbel
- Herstellung der Haushaltgeräte
- und andere Güter des Privatkonsums

Miete, Energie, Wasser und Entsorgung sind im Konsumbereich Wohnen (Bau, Möbel, Geräte) nicht berücksichtigt und fallen in den Konsumbereich Wohnen (Miete, Energie, Wasser und Entsorgung) (vgl. Unterkapitel 5.1).

Der Konsumbereich Wohnen (Bau, Möbel, Geräte) verursacht 12.4 % der Gesamtumweltbelastung des Konsums, 12.9 % der Treibhausgasemissionen und 12.1 % des Primärenergiebedarfs. Von den Umweltbelastungen können etwa 40 % dem Wohnungsbau, 30 % den Möbeln und Geräten und 30 % anderen Gütern zugeordnet werden. (Tab. 4.3). Die Gesamtumweltbelastungen des Konsumbereichs Wohnen (Bau, Möbel, Geräte) sind in Fig. 5.11 dargestellt.

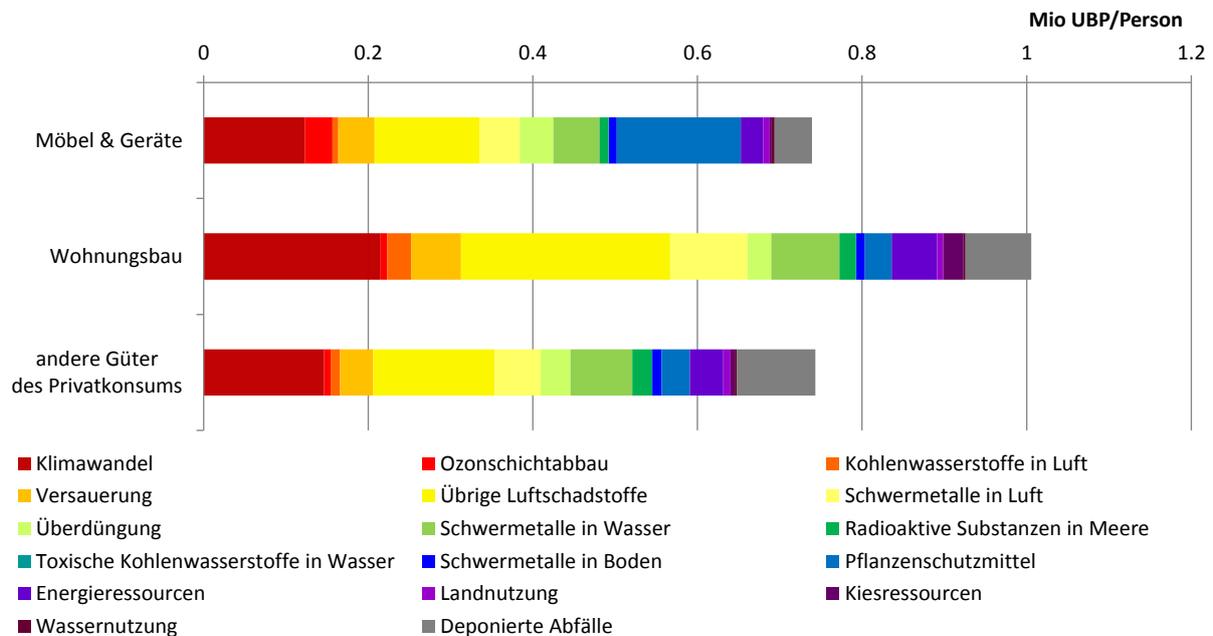


Fig. 5.11 Gesamtumweltbelastungen des Konsumbereichs Wohnen (Bau, Möbel, Geräte) pro Person im Jahr 2005. Auswertung gemäss der Methode der ökologischen Knappheit 2006 mit 17 Umweltkategorien

Folgende Schlüsselfaktoren für die Gesamtumweltbelastung des Konsumbereichs Wohnen (Bau, Möbel, Geräte) können identifiziert werden:

- Die direkten Luftemissionen (v.a. NO<sub>x</sub>, CO<sub>2</sub>, Partikel und NMVOC) im Baugewerbe (z.B. durch den Betrieb von Baumaschinen).
- Die direkten Luftemissionen (v.a. CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, Benzen und Partikel) bei der Produktion mineralischer Produkte bzw. Baustoffe in der Schweiz.
- Die Verwendung von Stahl, Kupfer, und Aluminium beim Wohnungsbau.
- Die Verwendung von Erdölerzeugnissen, importierten Mineralien, Metallen und Metallherzeugnissen beim Wohnungsbau.
- Die Umweltbelastungen bei der Herstellung der Basismaterialien von Möbeln und Geräten (z.B. Baumwolle).

In Fig. 5.12 sind beispielhaft die Anteile der verschiedenen Gebäudekomponenten an den Gesamtumweltbelastungen des Rohbaus eines Einfamilienhauses dargestellt. Es zeigt sich, dass die Herstellung der Materialien Zement, Beton, Backstein und Stahl, die Entsorgung der Materialien nach Lebensende, sowie der Betrieb der Baumaschinen das Resultat dominieren.

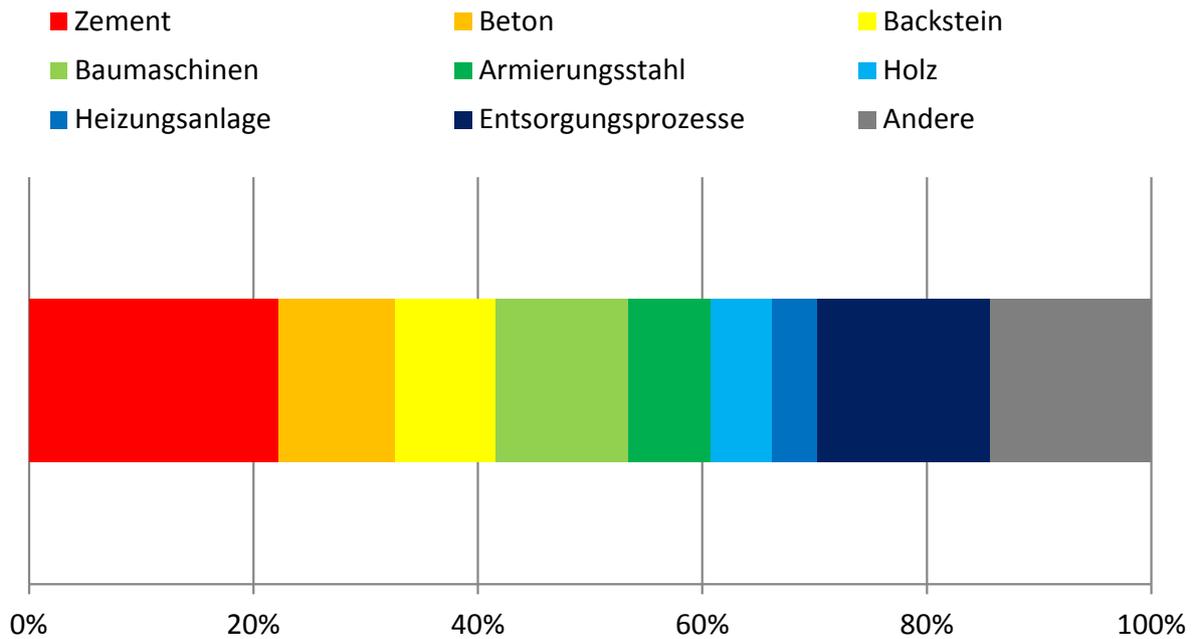


Fig. 5.12 Anteil der verschiedenen Gebäudekomponenten an den Gesamtumweltbelastungen gemäss der Methode der ökologischen Knappheit 2006 des Rohbaus eines Einfamilienhauses inkl. Entsorgung der Materialien nach Lebensende (ohne Innenausbau, Gebäudetechnik, Geräte und Möbel) (Dettli et al. 2006)

## 5.5 Dienstleistungen

Unter **Dienstleistungen** werden folgende Aktivitäten und Dienstleistungen zusammengefasst (siehe Tab. 4.2). In der Input-Output-Tabelle werden diese als getrennte Konsumbereiche ausgewiesen und diese wurden dann für die Auswertungen zusammengefasst:

- Kommunikation
- Freizeit und Kultur
- Bildung

Dienstleistungen des Gastgewerbes, des Gesundheitssektors, des öffentlichen Verkehrs und des Staats fallen nicht in diesen Konsumbereich.

Der Konsumbereich Dienstleistungen verursacht 9.6 % der Umweltbelastungen, 9.8 % der Treibhausgasemissionen und 12.0 % des Primärenergiebedarfs. Von den Umweltbelastungen können 10 % der Kommunikation, 62 % der Freizeit und Kultur sowie 27 % der Bildung zugeordnet werden (Tab. 4.3). Die Gesamtumweltbelastungen des Konsumbereichs Dienstleistungen sind in Fig. 5.13 dargestellt.

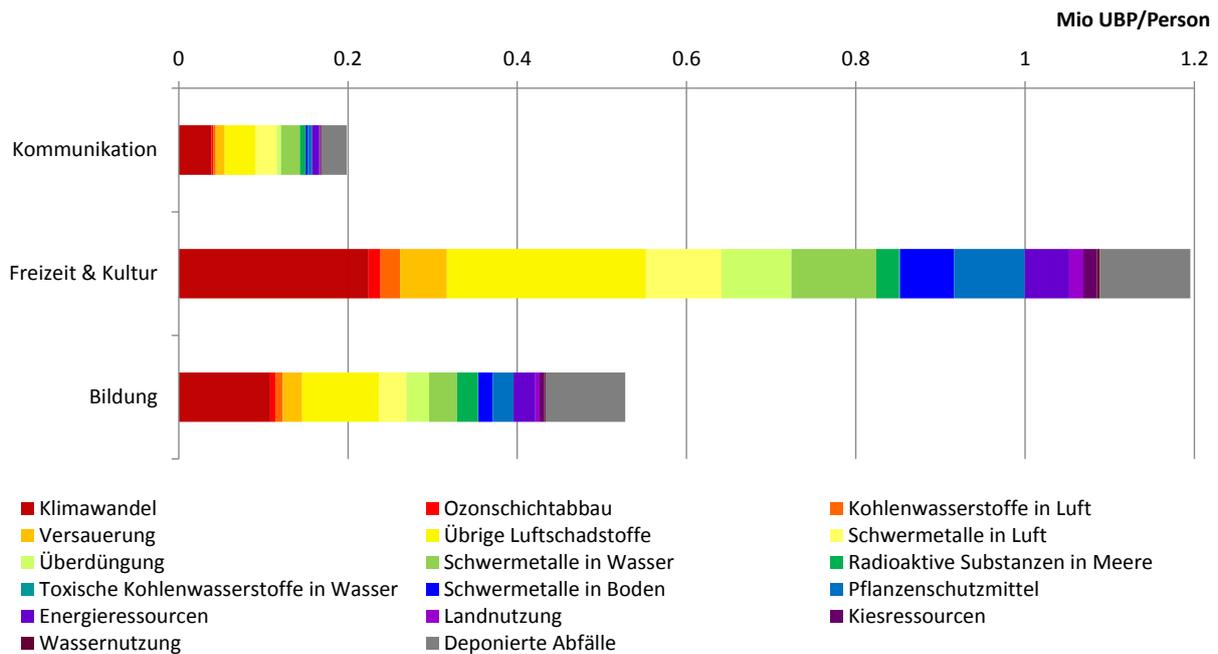


Fig. 5.13 Gesamtumweltbelastungen des Konsumbereichs Dienstleistungen pro Person im Jahr 2005. Auswertung gemäss der Methode der ökologischen Knappheit 2006 mit 17 Umweltkategorien

Dabei können folgende Schlüsselfaktoren für die Gesamtumweltbelastung des Konsumbereichs Dienstleistungen identifiziert werden:

- Bau und Betrieb von Freizeit- und Kulturinfrastruktur (z.B. Beleuchtung und Heizungen in Sportanlagen)
- Bau und Betrieb von Bildungsinstitutionen (z.B. Beleuchtung und Heizungen in Sportanlagen)
- Kauf von Ausrüstungen und Materialien für Freizeitaktivitäten
- Kauf von Zeitschriften, Zeitungen und Büchern

Beispielhaft können wir hier eine genauere Auswertung für einige Freizeitaktivitäten durchführen. Bei Freizeitaktivitäten sind oftmals die Freizeittransporte und die Verpflegung für die Gesamtumweltbelastung von grosser Bedeutung (Büsser et al. 2011). In der dieser Studie zugrundeliegenden Systematik fallen die Freizeittransporte jedoch in den Konsumbereich Mobilität und die Verpflegung in den Konsumbereich Gastronomie bzw. Ernährung und nicht zu der Kategorie Freizeit und Kultur. Fig. 5.14 stellt beispielhaft die Umweltbelastungen für ausgewählte Freizeitaktivitäten (ohne Anreise und Verpflegung) dar. Dabei werden die Ausrüstungsgegenstände nicht berücksichtigt und auch die Infrastruktur der Einrichtungen ist nicht vollständig erfasst. Erfasst sind vor allem die direkten Energieverbräuche.

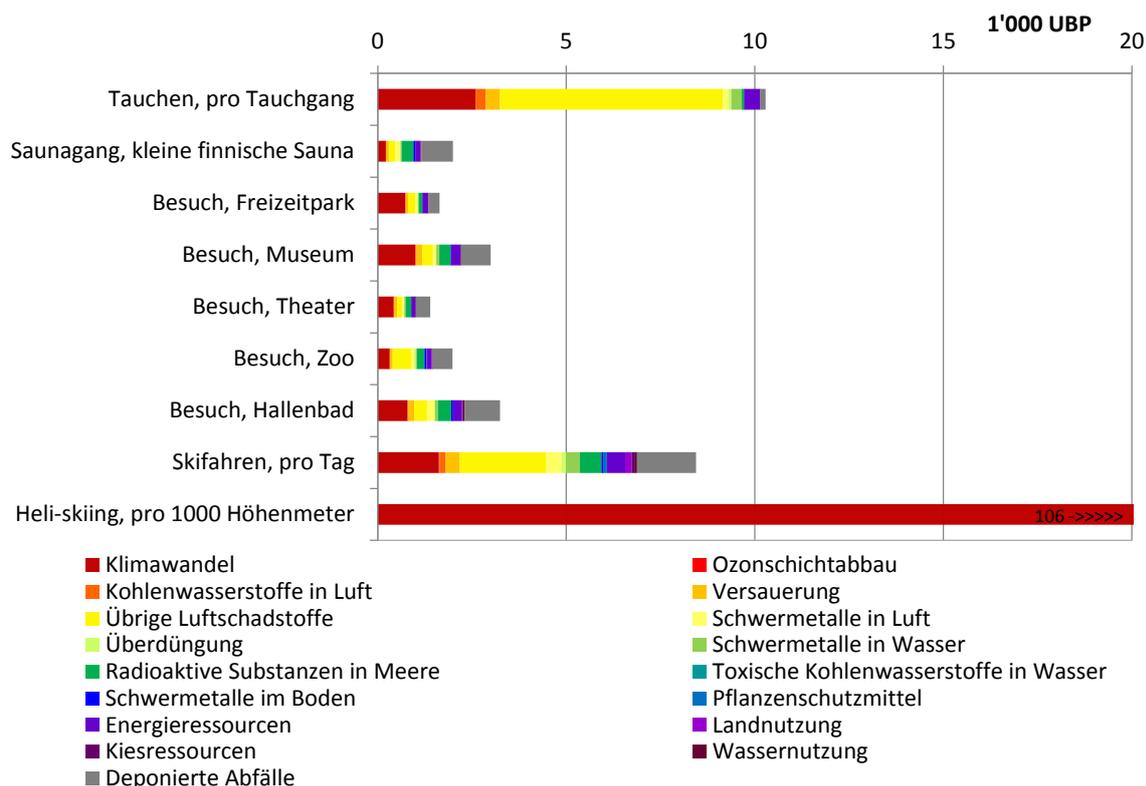


Fig. 5.14 Umweltbelastungen gemäss der Methode der ökologischen Knappheit verschiedener Freizeitaktivitäten (ohne Freizeittransport) basierend auf Büsser et al. (2011)

## 5.6 Gesundheit

Unter **Gesundheit** werden folgende Aktivitäten und Dienstleistungen zusammengefasst (siehe Tab. 4.2):

- Krankenhäuser, Medizinische Dienste, Pflegeheime
- Arzneimittel
- Medizinische Geräte und Hilfsmittel
- Krankenversicherungsprämien
- Ausgaben für Gesundheitsvorsorge

Der Konsumbereich **Gesundheit** verursacht 7.1 % der Umweltbelastungen, 7.0 % der Treibhausgasemissionen und 9.3 % des Primärenergiebedarfs (Tab. 4.3). Die Gesamtumweltbelastungen des Konsumbereichs Gesundheit sind in Fig. 5.15 dargestellt.

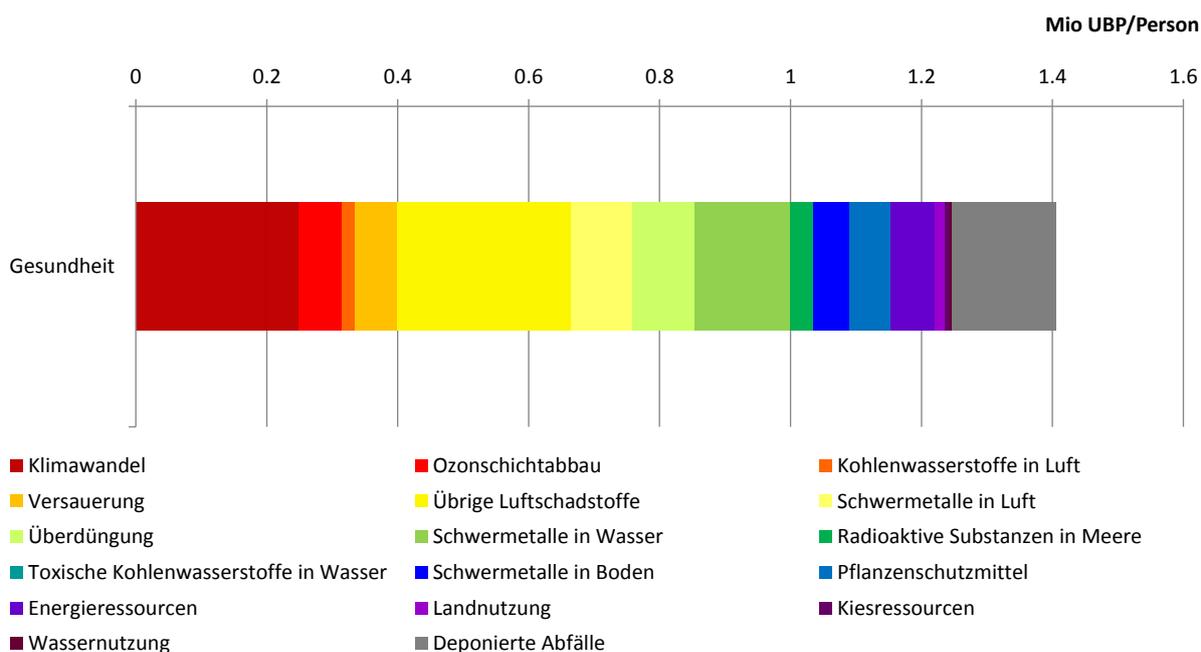


Fig. 5.15 Gesamtumweltbelastungen des Konsumbereichs Gesundheit pro Person im Jahr 2005. Auswertung gemäss der Methode der ökologischen Knappheit 2006 mit 17 Umweltkategorien

Folgende Schlüsselfaktoren für die Gesamtumweltbelastung des Konsumbereichs Gesundheit können identifiziert werden:

- Import von pharmazeutischen, medizinischen und chemischen Produkten.
- Verbrauch von Elektrizität und Wärme im Gesundheits- und Sozialwesen (z.B. in Spitälern)
- Konsum von Lebensmitteln im Gesundheits- und Sozialwesen (z.B. in Spitälern)
- Bau von Gebäuden des Gesundheits- und Sozialwesens

## 5.7 Zusammenfassung

In diesem Kapitel wurde eine Aufteilung auf verschiedene Konsumbereiche vorgenommen. Fig. 5.16 fasst die Ausgangslage für die weiteren Berechnungen zusammen.

Gemäss der Studie von Jungbluth et al. (2011b) beträgt der Primärenergiebedarf für den Gesamtkonsum der Schweiz 8'250 Watt pro Person.

Die Treibhausgasemissionen durch den Gesamtkonsum der Schweiz werden zu 12.8 Tonnen CO<sub>2</sub>-eq pro Person und Jahr berechnet.

Bei den Umweltbelastungspunkten ergibt sich ein Wert von 20 Mio. UBP für den Konsum der Schweiz pro Person und Jahr.

Der wichtigste Konsumbereich aus Umweltsicht ist die Ernährung. Innerhalb dieses Bereiches ist der Konsum von tierischen Produkten, also Fleisch, Fisch, Eier und Milchprodukten besonders relevant. Auch der Konsum von Genussmitteln wie Alkohol, Kaffee und Schokolade trägt einen erheblichen Anteil an den Gesamtbelastungen.

Für den Bereich Wohnen (Miete, Energie, Wasser und Entsorgung) ist der Energieverbrauch für das Heizen am wichtigsten. Auch der Stromverbrauch spielt eine wichtige Rolle.

Die Umweltauswirkungen des individuellen Mobilitätskonsums werden durch den motorisierten Individualverkehr dominiert. Für alle drei ausgewerteten Indikatoren bestimmt der motorisierte Individualverkehr über 70 % der Gesamtbilanz des Mobilitätskonsums.

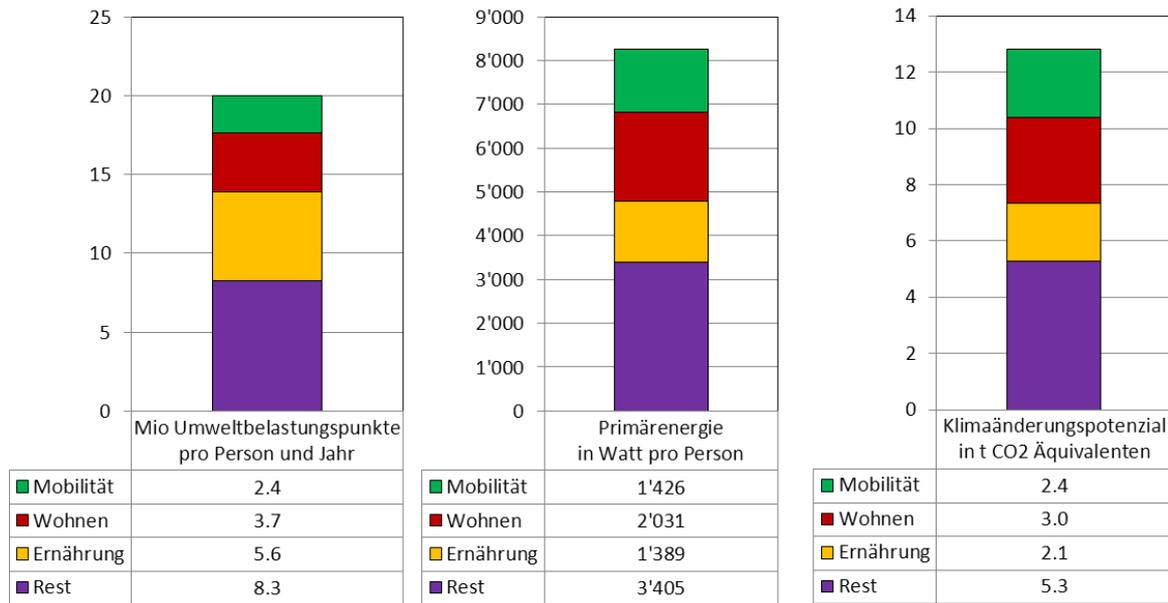


Fig. 5.16 Ausgangslage für die im Jahr 2005 durch den Konsum in der Schweiz verursachten Umweltbelastungen. Auswertung der Konsumbereiche Wohnen (Miete, Energie, Wasser und Entsorgung), Private Mobilität und Ernährung mit den Indikatoren Umweltbelastungspunkte, Primärenergiebedarf und Treibhausgasemissionen

## 6 Reduktionspotenziale für Umweltbelastung, Treibhausgasemissionen und Primärenergiebedarf

In diesem Kapitel wird im Sinne der Forschungsfrage 5 aufgezeigt, wo die höchsten Potenziale für eine Reduktion von Umweltbelastungen vorhanden sind. Hierzu werden Methodik und Grundlagen aus einer früheren Abschätzung verwendet (Jungbluth et al. 2003), aktualisiert und mit den aktuellen Ergebnissen zur Umweltbelastungen verknüpft.

Betrachtet werden nur mögliche Massnahmen in den drei vorher als besonders wichtig identifizierten Konsumbereichen Wohnen, Mobilität und Ernährung. Grundsätzlich wäre es möglich das hier entwickelte Analyseraster auch auf andere Konsumbereiche (z.B. Bauen, Gesundheit,...) anzuwenden. Erste Überlegungen dazu werden im letzten Unterkapitel ausgeführt.

### 6.1 Methodik

#### 6.1.1 Vorgehen

In dieser Studie wird ein quantitatives Vorgehen zur Gewichtung von Reduktionspotenzialen gewählt. Dies erlaubt dann auch beim Monitoring späterer Massnahmen eine genauere Kontrolle der Erfolge. Es unterscheidet sich damit von Studien die eher qualitative Gewichtungen verschiedener Verhaltensmassnahmen verfolgen (z.B. Harbi et al. 2007; Känzig & Jolliet 2006).

##### 6.1.1.1 Ausgangslage

Betrachtet werden drei Konsumbereiche beziehungsweise Aktivitäten. Diese wurden bereits in Kapitel 4.3 beschrieben. Solche Konsumbereiche werden in vielen Studien unterschieden, teilweise aber unterschiedlich abgegrenzt. In Kapitel 5 wurde der Referenz-Zustand für die Konsumbereiche Nahrungsmittel bzw. Ernährung, Wohnen (Miete, Energie, Wasser und Entsorgung) und Mobilität hinsichtlich Treibhausgas-Emissionen, Primärenergiebedarf und Umweltbelastungen bestimmt.

##### 6.1.1.2 Reduktionspotenzial

Im Folgenden wird das **Reduktionspotenzial** der Umweltbelastung abgeschätzt, welches durch die durchschnittlichen KonsumentInnen erzielt werden kann, wenn sie bestimmte Entscheidungen treffen. Das Reduktionspotenzial gibt die prozentuale Veränderung für den gewählten Indikator innerhalb des betrachteten Konsumbereichs an. Dabei wird die Veränderung ausgehend von den durchschnittlichen Umweltbelastungen innerhalb des Konsumbereichs betrachtet.

Für die Abschätzung des Reduktionspotenzials muss ein spezifischer Zahlenwert meist aus einer grossen Bandbreite von Werten abgeschätzt werden. Für diese Studie wird soweit realistisch der maximal erreichbare Wert aus dieser Bandbreite abgeschätzt und die entsprechende Annahme dazu erläutert. Dieser Wert gibt somit den Spielraum für individuelle Entscheidungen an. Es kann nicht davon ausgegangen werden, dass dieser Wert auch von der Gesamtheit der Bevölkerung ausgeschöpft werden kann.

Bei der Auswahl der untersuchter Massnahme bzw. Entscheidung wurde darauf geachtet, dass mindestens ein Teil der Konsumenten diese individuell durchführen könnte. Oftmals besteht ein solcher Handlungsspielraum aber nicht für alle Konsumenten. So können MieterInnen z.B. nur begrenzt darüber entscheiden welches Heizsystem in ihrer Wohnung eingesetzt wird.

### 6.1.1.3 Gesamtpotenzial

Durch Multiplikation des Reduktionspotenzials mit dem Anteil des untersuchten Konsumbereichs an den Gesamtbelastungen wird das maximal mögliche **Gesamtpotenzial** für eine bestimmte Massnahme bestimmt. Das Gesamtpotenzial gibt die prozentuale Veränderung der von einer Person verursachten Gesamtbelastungen unter Annahme einer bestimmten Verhaltensänderung an.

Die Abgrenzung der Konsumbereiche beeinflusst die Wichtigkeit oder Rangfolge bei der Analyse des Anteils an den Gesamtbelastungen. Sie hat aber eher geringe Auswirkungen auf die Analyse der Gesamtpotenziale. So würde z.B. die Zusammenfassung von Wohnen und Wohnungsbau diese Aktivität an erste Stelle rücken. Für die Berechnung des Reduktionspotenzials einer Heizungsumstellung müsste dieser Gesamtbereich aber wieder weiter unterteilt werden und die Belastungen aus dem Wohnungsbau herausgerechnet werden.

### 6.1.1.4 Fiktives Beispiel

Ein Beispiel zum Vorgehen wird in Tab. 6.1 gezeigt: Die Ernährung ist gemäss Aufteilung in Tab. 6.2 für etwa 17 % des gesamten Energieverbrauchs der Schweizer Haushalte verantwortlich. Dieser Anteil wird in den späteren Berechnungen nicht mehr explizit ausgewiesen sondern direkt aus Tab. 6.2 übernommen. Durch vegetarische Ernährung könnte der Energieverbrauch für dieses Bedürfnis um etwa 30 % gesenkt werden (Reduktionspotenzial). Hinsichtlich des Gesamtenergieverbrauchs entspricht das erreichbare Gesamtpotenzial also ungefähr einer 5.1%-tigen Reduktion des Energieverbrauchs.

In einem Teil der Berechnungstabellen wird die Reduktion zunächst bezogen auf einen Unterbereich abgeschätzt. So wird z.B. der Unterbereich Strom bei der Berechnung von Reduktionspotenzialen zum Konsumbereich Wohnen teilweise getrennt betrachtet.

Tab. 6.1 Fiktives Beispiel: Abschätzung zum potenziellen Beitrag einer vegetarischen Ernährung für eine Reduktion des Primärenergiebedarfs

Thema und Indikator	Reduktion bezogen auf Unterbereich	Anteil Konsumbereich	Reduktion bezogen auf Konsumbereich	Reduktion bezogen auf Gesamtkonsum		
<b>Vegetarische Ernährung</b>	Wenn Untergliederung notwendig	<b>Ernährung</b>	<b>Reduktionspotenzial</b>	<b>Gesamtpotenzial</b>	<b>Region</b>	<b>Quelle</b>
Gewählter Indikator	-X%	17.0%	-30.0%	-5.10%	CH	Schätzung

## 6.1.2 Unsicherheiten

Alle auf den folgenden Seiten gezeigten Zahlen sind mit relativ grossen Unsicherheiten behaftet. Sie dienen zur Abschätzung von Grössenordnungen. Unsicherheiten entstehen insbesondere durch:

- Unterschiede bei Definitionen zwischen verschiedenen Studien, z.B. was zu einem bestimmten Bereich oder zu einer bestimmten Aktivität gehört.
- Unterschiede bei der Definition der Indikatoren: insbesondere bei der Bestimmung des Energieverbrauchs gibt es beträchtliche Unterschiede.
- Unterschiede des Untersuchungsraumes (Land, Fallbeispiel).

- Unterschiede beim angenommenen Referenzzustand.
- Unterschiedliche Datengrundlagen, z.B. für die verwendeten Ökobilanzen.

Die Zahlen dienen zur ungefähren Abschätzung von Grössenordnungen. Teilweise wird in den Tabellen auf die mögliche Bandbreite von Werten eingegangen.

Mögliche Rebound-Effekte durch Konsumverzicht oder Umlagerung von Konsumausgaben werden nicht betrachtet.

### 6.1.3 Reduktionsziele

In einer Studie im Auftrag des BAFU wurde abgeschätzt, um wie viel die derzeitigen Umweltbelastungen zur Erreichung der politischen Ziele der Schweiz reduziert werden müssten. Für die Emissionen und Ressourcenverbräuche in der Schweiz wird anhand der Methode der ökologischen Knappheit ein Gesamtreduktionsziel von mindestens 40 Prozent vorgeschlagen (Frischknecht et al. 2008; Jungbluth et al. 2012b). Dieses Ziel leitet sich aus politisch festgelegten Zielen für verschiedene Umweltwirkungen (z. B. politisch beschlossene Reduktionsziele für Treibhausgasemissionen) ab. Das Reduktionsziel lässt sich nicht im Sinne eines erwiesenen ökologisch tragbaren Masses an Ressourcenverbrauch und Umweltbelastung in Abhängigkeit der Bevölkerungszahl naturwissenschaftlich belegen oder falsifizieren.

Auch für die weltweit verursachten Umweltbelastungen (also inklusive importierter Güter und Dienstleistungen) wäre es notwendig, die maximal tragbare Belastung pro Kopf der künftigen Weltbevölkerung zu definieren.

## 6.2 Grundlagendaten

In Tab. 6.2 wird die Ausgangslage für die Schweiz zusammengefasst, wie sie in Kapitel 4, Tab. 4.1 sowie in Fig. 4.6 aufgezeigt wurde. Für die Berechnung wurde der Mittelwert der beiden Berechnungsansätze aus der Studie von Jungbluth et al. (2011b) verwendet. Die Ausgangswerte für Primärenergiebedarf aus Fig. 4.6 wurden gemäss der Ausführungen in Kapitel 5 angepasst.

Tab. 6.2 Bestimmung der Ausgangslage für Umweltbelastungen durch den Gesamtkonsum in der Schweiz. Anteile des Konsums in den Bereichen Ernährung, Mobilität und Energie an Gesamtheit der gezeigten Umweltbelastungen pro Einwohner und Jahr (Jungbluth et al. 2011b)

Ausgangslage	Wohnen	Mobilität	Ernährung	Rest	Total (pro a+Pers.)		Region	Quelle
Umweltbelastung, CH	19%	12%	28%	41%	20'000'000	UBP	CH	Jungbluth et al. 2011
Primärenergieverbrauch, CH	25%	17%	17%	41%	8'250	Watt	CH	Jungbluth et al. 2011, Anpassung für Wohnen und Mobilität
CO2-eg, CH	24%	19%	16%	41%	12.8	t	CH	Jungbluth et al. 2011
EinwohnerInnen					7'459'128		CH	Diese Studie

Im Folgenden wird für die drei Konsumbereiche das Reduktionspotenzial abgeschätzt, in wieweit Umweltbelastungen durch verschiedene individuelle Massnahmen verringert werden könnten, wenn sich eine in der Schweiz lebende Person entsprechend verhalten würde.

## 6.3 Reduktionspotenziale Wohnen (Miete, Energie, Wasser und Entsorgung)

### 6.3.1 Grundlagen

Für die Berechnungen erfolgt zunächst eine weitere Aufteilung der Umweltbelastungen aus dem Bereich Wohnen (Miete, Energie, Wasser und Entsorgung) der gemäss Tab. 4.2 definiert wird. Tab. 6.3 zeigt diese Aufteilung der Gesamtbelastungen auf die drei Hauptverbrauchsgruppen Raumwärme, Warmwasser und Elektrizität (ohne Wärme). Als Grundlage für diese Aufteilung werden die im Kapitel 5.2 erhobenen Zahlen verwendet.

In der hier verwendeten Systematik wird der Wohnungsbau in einem getrennten Konsumbereich erfasst. Der indirekte Energieverbrauch durch die Herstellung der Häuser fällt normalerweise kaum ins Gewicht. Relevant wird er erst bei Niedrigenergiehäusern, bei denen der Anteil der Heizenergie schon relativ weit reduziert wurde (Jungbluth et al. 2003).

In der Schweiz sind ein Grossteil der Einwohner Mieter. Es ist deshalb zu berücksichtigen, dass Mieter nur einen begrenzten Einfluss auf den energetischen Gebäudestandard und die verwendete Heiztechnologie haben. Dies trifft auch für die installierten Haushaltsgeräte zu, welche ebenfalls vom Vermieter gewählt werden und nicht vom Mieter selbst. Der Handlungsspielraum des Mieters wird dadurch stark eingeschränkt.

Berechnungen zu den Belastungen aus dem direkten Energie-, Wasser- und Holzbedarf wurden früher durchgeführt (Jungbluth et al. 2003). Tab. 6.3 zeigt die Auswertungen von Literaturangaben zur Aufteilung der Umweltbelastungen auf verschiedene Bereiche (Aebischer et al. 2002; Belz 2001; Biermayr 1998; Binz et al. 2000; Böhmer & Wicke 1998; CIB 1996; Dürrenberger & Hartmann 2000; Eckerle & Masuhr 1996; Gallati & Knüsel 2011; Hofer 1996; Jakob et al. 2002; Jakob 2007; Kolmetz et al. 1995; Lalive d'Epina y et al. 1999; Lalive d'Epina y 2000; Meier 2002; Quack 1998, 2001; RAVEL 1994; SIA 2011; Sturm et al. 2006; VDI 1992).

In den meisten Studien wird nur der Endenergieverbrauch pro m<sup>2</sup> Wohnfläche ausgewiesen. Dieser berücksichtigt die Bereitstellung der Energie nicht. Die Zusammenstellung zeigt, dass es riesige Unterschiede zwischen verschiedenen Fallstudien gibt. Dies ist z.B. durch den unterschiedlichen Ausbaustandard der Häuser zu begründen. Gemäss Aebischer et al. (2002:49) sank der durchschnittliche Wärmebedarf von Neubauten zwischen 1970 BIS 2000 von etwas über 400 MJ/m<sup>2</sup>a auf etwa 250 MJ/m<sup>2</sup>a.

Für die Schweiz wurden im Jahr 2000 etwa 44 m<sup>2</sup> Wohnfläche pro Person ermittelt.<sup>19</sup> Bis ins Jahr 2009 stieg die Wohnfläche dann auf 50m<sup>2</sup> pro Person.<sup>20</sup>

Der Wasserbedarf und die Entsorgung von Abfällen und Abwasser tragen nur einen relativ geringen Anteil an den Umweltbelastungen in diesem Konsumbereich. Der Anteil von Miete und Unterhalt konnte nicht im Detail erfasst werden und die Einflussmöglichkeiten durch Verhaltensänderungen sind vermutlich eher schwierig zu verwirklichen. Deshalb werden potenziell vorhandene Reduktionsmassnahmen hinsichtlich dieser Teilbereiche nicht weiter untersucht.

---

<sup>19</sup> Retrieved from

[:http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/02/06/ind13.indicator.130301.1370.html?open=1303#1303](http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/02/06/ind13.indicator.130301.1370.html?open=1303#1303) (24.09.2011)

<sup>20</sup> [http://www.sml.zhaw.ch/fileadmin/user\\_upload/management/zwp/forschung/pdf/20110823\\_ZHAW\\_SML\\_ZWP\\_Studie\\_Wohnungsknappheit-DEF.pdf](http://www.sml.zhaw.ch/fileadmin/user_upload/management/zwp/forschung/pdf/20110823_ZHAW_SML_ZWP_Studie_Wohnungsknappheit-DEF.pdf)

Fig. 6.1 zeigt wie sich der Stromverbrauch auf verschiedene Verwendungszwecke aufteilt. Einen Hauptanteil am Verbrauch hat die Weisse Ware (Kühlschrank, Waschmaschine, Geschirrspüler).

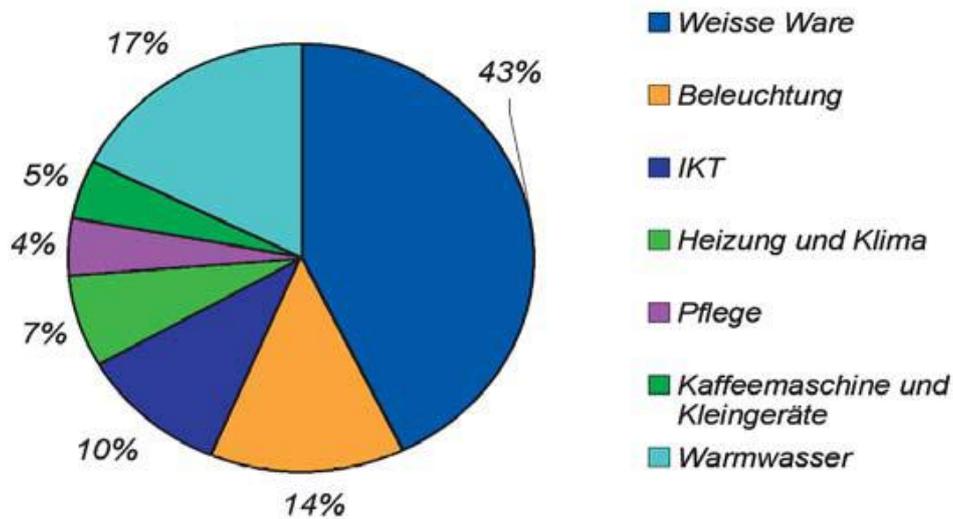


Fig. 6.1 Aufteilung des Haushaltstrombezuges nach Verwendungszweck (VSE 2006 zitiert in Gallati & Knüsel 2011: Abbildung 20:), IKT - Informations- und Kommunikationstechnologien, Pflege – Körperpflege z.B. Rasierer

6. Reduktionspotenziale für Umweltbelastung, Treibhausgasemissionen und Primärenergiebedarf

Tab. 6.3 Literaturlauswertung zur Aufteilung der Umweltbelastungen aus dem Bereich Wohnen auf verschiedene Bereiche des Endenergieverbrauchs sowie Ver- und Entsorgung

Aufteilung der Ver- und Entsorgung	Heizenergie	Warmwasser	Elektrizität	Miete, Ver- und Entsorgung	Gesamt	Unit	Region	Quelle	Annahmen
<b>Umweltbelastung, CH</b>	<b>24.5%</b>	<b>4.7%</b>	<b>28.5%</b>	<b>42.3%</b>			<b>CH</b>	<b>Eigene Berechnungen</b>	
<b>Primärenergieverbrauch, CH</b>	<b>45.7%</b>	<b>8.7%</b>	<b>44.0%</b>	<b>1.6%</b>	<b>1'281</b>	<b>MJ/m2a</b>	<b>CH</b>	<b>Eigene Berechnungen</b>	
					400-450	MJ/m2a	CH	SIA 2040	Richtwert für Betrieb von Wohngebäuden (Neubau/Umbau)
	73.8%		22.8%		1'100	MJ/m2a	CH	Jungbluth 2003	direkter Energieverbrauch
					200-1000	MJ/m2a	DE	CIB 1996:183	Höherer Anteil der indirekten Aufwendungen bei Energiesparhäusern.
					1000 - 2000	MJ/m2a	CH	Binz et al. 2000	Verschiedene Fallstudien
	72 - 1040		10 - 518		1'675	MJ/m2a	CH	Lalive d'Epinay 2000	
	82%	15%	3%			MJ/m2a	CH	Lalive d'Epinay 1999, 38	
					290 - 1430	MJ/m2a	RER	Quack 2001	Literaturlauswertung zu Wohnbauten
	94%		6%		710	MJ/m2a	DE	Quack 2001	Standard Neubauhaus
	90%		10%		380-510	MJ/m2a	DE	Quack 2001	Niedrigenergiehäuser
<b>Endenergie</b>					713	MJ/m2a	CH	Literatur und eigene Berechnungen	50 m2 pro Person, Durchschnittlicher Endenergieverbrauch
	45-120					MJ/m2a	CH	Dettli 2007	Minergie-P
	393.0					MJ/m2a	CH	Dettli 2007	Durchschnitt Neubauten in 2003
					888	MJ/m2a	ZH	Troxler 2005 für Wohnfläche	Energie gemäss eigener Berechnung
	200 - 400					MJ/m2a	CH	Jakob et al. 2002	Standard Neubauhaus
	301.9	97.5	92.9			MJ/m2a	CH	Belz 2001	Standardhaus
	550.0				700.0	MJ/m2a	CH	SATW 1999	Durchschnitt
						MJ/m2a	RER	Meier 1999	Passivhaus CEPHEUS
	180	60				MJ/m2a	CH	RAVEL 1994	Energiekennzahl sehr gut
	300	70				MJ/m2a	CH	RAVEL 1994	Energiekennzahl gut
	420	80				MJ/m2a	CH	RAVEL 1994	Energiekennzahl mittel
	600	100				MJ/m2a	CH	RAVEL 1994	Energiekennzahl schlecht
	180				383	MJ/m2a	DE	CIB 1996:281, 325	Niedrigenergiehaus, ungefähr Standard für Neubauten
	180-1000	80-100				MJ/m2a	DE	Kolmetz et al. 1995	
						MJ/m2a	UK	CIB 1996:174	
	75%		25%			%	CH	Dürrenberger & Hartmann 2000	
	72.6%	12.6%	14.8%			%	CH	Hofer 1996	
	75.2%	12.9%	8.0%			%	DE	VDI 1992	Energiebedarf im Jahr 1990
	54.5%	7.5%	38.0%			%	DE	Kohler et al. 1999:54	Energieverbrauch 1986
	77.0%	15.0%	8.0%			%	DE	Böhmer & Wicke 1998	
	78.6%	9.2%	12.2%			MJ/m2a	AT	Biermayr 1998	
	56.1%	21.6%	22.3%		369	MJ/m2a	SE	CIB 1996:283, 343	Einfamilienhaus
<b>CO2-eg, CH</b>	<b>59.5%</b>	<b>11.3%</b>	<b>12.3%</b>	<b>16.9%</b>	<b>61</b>	<b>kg/m2a</b>	<b>CH</b>	<b>Eigene Berechnungen</b>	<b>Durchschnitt 2010</b>
					2.5 - 6	kg/m2a	CH	SIA 2040	Richtwert für Betrieb von Wohngebäuden (Neubau/Umbau)
	89.7%		9.3%		59	kg/m2a	CH	Jungbluth 2003	direkter Energieverbrauch
	95.0%		5.0%		39	kg/m2a	DE	Quack 1998	Standardhaus
					30 - 80	kg/m2a	RER	Quack 2001	Literaturlauswertung zu Wohnbauten
						kg/m2a	DE	Lalive d'Epinay 1999, 11	
CO2-Emission	82.0%	9.0%	9.0%		50	kg/m2a	CH	Jungbluth 2003	Schätzung mit verschiedenen Quellen
	90.5%		9.0%			kg/m2a	CH	Eigene Berechnung	direkter Energieverbrauch
					77	kg/m2a	CH	Lalive d'Epinay 2000	
						kg/m2a	RER	Lalive d'Epinay 1999, 3	
	44.0%	7.0%	13.0%			kg/m2a	UK	CIB 1996:9, 174	
					33	kg/m2a	DE	CIB 1996:281	

### 6.3.2 Gebäudeisolierung (Minergie-P Standard)

MINERGIE ist ein Qualitätslabel für neue und sanierte Gebäude in der Schweiz. Der spezifische Energieverbrauch gilt als Leitgrösse, um die geforderte Bauqualität zu quantifizieren. Relevant ist nur die zugeführte Endenergie. MINERGIE definiert fünf Anforderungen an ein Gebäude:

- Primäranforderungen an die Gebäudehülle zur Sicherung einer nachhaltigen Bauweise.
- MINERGIE-Grenzwerte der Energiekennzahl Wärme.
- Lüfterneuerung mittels einer mechanischen Lüftungsanlage.
- Zusatzanforderungen, je nach Gebäudekategorie betreffend Beleuchtung, gewerbliche Kälte- und Wärmeerzeugung.
- Die Mehrinvestitionen gegenüber konventionellen Vergleichsobjekten dürfen dabei höchstens 10 % betragen.

Der MINERGIE-Standard definiert den maximalen direkten Energieverbrauch in Gebäuden anhand sogenannter Energiekennzahlen (Tab. 6.4).

Die **Energiekennzahl Wärme** umfasst den spezifischen Endenergieverbrauch für Raumheizung, Wassererwärmung, elektrischen Antrieb der Lüftungsanlage und Klimatisierung pro m<sup>2</sup> Energiebezugsfläche und Jahr. Die Berechnung erfolgt auf Stufe Endenergie; massgebend ist somit der Öl-, Gas-, Holz- oder Elektrizitätsverbrauch. Das heisst, dass der Nutzungsgrad der Wärmeerzeugung berücksichtigt wird. Zusätzlich wird eine Gewichtung vorgenommen: Der Einsatz von hochwertiger elektrischer Energie wird **doppelt** in Rechnung gestellt. Damit wird den Umwandlungsverlusten in Kraftwerken Rechnung getragen. Ausserdem gilt für Gebäude an Standorten über 800 m über Meer ein "Klimazuschlag".

Tab. 6.4 Anforderung an die Energiekennzahl für verschiedene Label und Wohngebäude (Binz et al. 2000; SIA 2001). Alte und neue Werte vor bzw. nach Juli 2002

Gewichtete Energiekennzahl Wärme MJ/m <sup>2</sup> a	Energiekennzahl Haushaltselektrizität MJ/m <sup>2</sup> a	Label	Quelle
170 - 400		SIA Grenzwert Neubau (variabler Wert)	SIA 380/1:2001
100-250		MuKE n-M2	Dettli 2007
162	61.2	MINERGIE SIA 380/1 Neubau (bis 7.02)	Binz et al. 2000
324	61.2	MINERGIE SIA 380/1 Sanierung von Bauten vor 1990 (bis 7.02)	Binz et al. 2000
151		MINERGIE SIA 380/1 (ab 7.02) Neubau	<a href="http://www.minergie.ch">www.minergie.ch</a>
288		MINERGIE SIA 380/1 (ab 7.02) Bauten vor 1990	<a href="http://www.minergie.ch">www.minergie.ch</a>
104		Passivhaus Deutschland (Heizen+Warmwasser)	
108		MINERGIE-P alle Bauten	

Tab. 6.5 (und Tab. 6.3) zeigen mögliche potenzielle Beiträge zur Reduktion von Umweltbelastungen durch die Erstellung und Nutzung von Wohnbauten nach dem MINERGIE-P Standard (Belz 2001; CIB 1996; Dettli et al. 2006; Energieleitstelle 1994; Gallati & Knüsel 2011; Grämiger et al. 1980; Jakob et al. 2002; Meier 1999, 2002; Quack 1998, 2001). Zur Bedeutung der Begriffe Reduktionspotenzial und Gesamtpotenzial siehe die Erläuterungen zur Methodik in Kapitel 6.1.

Bei der Interpretation dieser Potenziale ist zu berücksichtigen, dass für den Schweizer Wohnungsmarkt einem hohen Mieteranteil ein individueller Einfluss auf den energetischen Gebäudestandard nur sehr beschränkt möglich ist. Der Minergie Standard wirkt sich auf die Energiekennzahlen und damit auf den direkten Energieverbrauch im Bereich Wohnen aus. Energetische Mehraufwendungen, z.B. für dickere Isolierung, bessere Fenster, etc. wurden in der Studie von Dettli et al. (2006) genau quantifiziert.

6. Reduktionspotenziale für Umweltbelastung, Treibhausgasemissionen und Primärenergiebedarf

Tab. 6.5 Abschätzung zum potenziellen Beitrag durch die Nutzung von Wohnbauten nach dem MINERGIE-P Standard zur Reduktion der Umweltbelastungen

MINERGIE-P Standard	Reduktion Energiekennzahl	Reduktionspotenzial	Gesamtpotenzial	Region	Quelle	Annahmen
<b>Konsumbereich</b>		<b>Wohnen, Energie, Wärme</b>				
<b>Umweltbelastung, CH</b>	<b>-60%</b>	<b>-17%</b>	<b>-3.3%</b>	<b>CH</b>	<b>Schätzung</b>	
		- 40% - 55%		CH	Dettli et al. 2006	Minergie-P (Öl/Solar) statt SIA 380/1 Neubau
		-60%		CH	Dettli et al. 2006	Minergie-P (Öl/Solar) statt SIA 380/1 Sanierung
		-26%		CH	Dettli et al. 2006	Minergie-P (Öl/Solar) Sanierung bis 2050
<b>Primärenergieverbrauch, CH</b>	<b>-70%</b>	<b>-38%</b>	<b>-9.4%</b>	<b>CH</b>	<b>Literatur</b>	
		-62.0%		CH	Dettli et al. 2006	Minergie-P (Öl/Solar) statt SIA 380/1 Neubau
		-80.0%		CH	Dettli et al. 2006	Minergie-P (Öl/Solar) statt SIA 380/1 Sanierung
		-45.0%		CH	Dettli et al. 2006	Minergie-P (Öl/Solar) Sanierung bis 2050
	-50.0%	-40 - 50%		DE	Quack 2001	Niedrigenergiehäuser im Vergleich zu Standard Neubau
	-81% - -94%	-50 - -80%		CH	Binz et al. 2000	Fallstudien zur umfassenden Sanierung verschiedener Wohngebäude
<b>Endenergie</b>	bis -90%			CH	Gallati & Knüsel 2011:14	Im Vergleich zu Neubau 1975
	-40.0%			CH	Gallati & Knüsel 2011	Tatsächlich beobachtete Einspareffekte
	-60.0%			CH	Meier 2002	Neubau mit MINERGIE-Standard im Vergleich zu Altbauten
	-30-50%			CH	Meier 2002	Energieeinsparungsmöglichkeit im Gebäudesektor
	-41.0%			CH	Meier 2002	MINERGIE-Grenzwert zu MINERGIE Kennwert
	-66.0%			CH	Jakob et al. 2002	MINERGIE-Standard im Vergleich zum Bestand
	-50.0%			CH	Jakob et al. 2002	MINERGIE-Neubau im Vergleich zum normalen Neubau
		-56.0%		CH	Belz 2001	MINERGIE-Neubau im Vergleich zum Durchschnittshaus
		-79.0%		CH	Belz 2001	Passivhaus im Vergleich zum Durchschnittshaus
	-65% - -80%			CH	SATW 1999	Sanierung bzw. Neubau nach MINERGIE-Standard im Vergleich zum Durchschnitt.
	-28.6%			CH	Meier 1999	Mehrfamilienhaus Sanierung mit Dämmung und Solaranlage
	-6.8%			CH	Grämiger et al. 1980	Dickere Isolierung der Gebäudehülle. Reduktion des Heizenergiebedarfs.
	-0.7%	-0.4%	-0.06%	CH	Schätzung	Isolierung Kellerdecke (Annahme 10% der Gebäudehülle)
	-20.0%			CH	Grämiger et al. 1980	Windgeschützt, Fenster abgedichtet. Reduktion des Heizenergiebedarfs.
	-56.3%			AT	Energieleitstelle 1994:67	Reduktion bei Raumheizung für Neubauten im Vergleich zum Durchschnittsverbrauch
	-65.7%			DE	CIB 1996:184	Direkt-Verbrauch Passiv-Häuser im Vergleich zum Durchschnitt.
<b>CO2-eq, CH</b>	<b>-70%</b>	<b>-50%</b>	<b>-11.7%</b>	<b>CH</b>	<b>Schätzung</b>	
		-62.0%		CH	Dettli et al. 2006	Minergie-P (Öl/Solar) statt SIA 380/1 Neubau
		-80.0%		CH	Dettli et al. 2006	Minergie-P (Öl/Solar) statt SIA 380/1 Sanierung
		-47.0%		CH	Dettli et al. 2006	Minergie-P (Öl/Solar) Sanierung bis 2050
		-25 - 45%		DE	Quack 1998	Niedrigenergiehäuser

### 6.3.3 Erneuerbare Energie für Heizung und Warmwasser (Wärmepumpe)

Durch die Umstellung des Heizsystems von fossilen Energieträgern auf alternative Technologien wie z.B. Solarkollektoren oder Wärmepumpen kann der Primärenergiebedarf und die Emission von Treibhausgasen reduziert werden. Tab. 6.6 zeigt die Abschätzung zum Reduktionspotenzial.

Die Treibhausgasemission und der nicht erneuerbare Primärenergiebedarf können beträchtlich gesenkt werden, wenn Holzheizungen verwendet werden würden. Dies würde allerdings zu deutlich höheren Umweltbelastungen insbesondere bei Partikelemissionen führen. Eine Ausweitung der energetischen Holznutzung ist zu einem Teil auch mit dem vorhandenen Holzpotenzial möglich. Wenn so viel Holz genutzt wird, dass eine Intensivierung der Holzwirtschaft die Folge wäre, würde dies die Biodiversität negativ beeinflussen. Diese Option kann deshalb nur in beschränktem Masse eingesetzt werden.

Eine Untersuchung zum Endenergieverbrauch und CO<sub>2</sub>-Emissionen von Haushalten, welche verschiedene Umwelttechnologien einsetzen wurde von Haas (2001) durchgeführt. Hierbei wurden die tatsächlichen Verbräuche im Vergleich zum konventionellen Haushalt bestimmt. Nicht berücksichtigt wurden unterschiedliche beheizte Wohnflächengrösse.

Zur Abschätzung der Reduktionspotenziale wurden auf Grundlage von Ökobilanzdaten die Veränderung im Vergleich zum Schweizer Durchschnitt bei der Verwendung verschiedener Heizungssysteme abgeschätzt (Fig. 6.2).

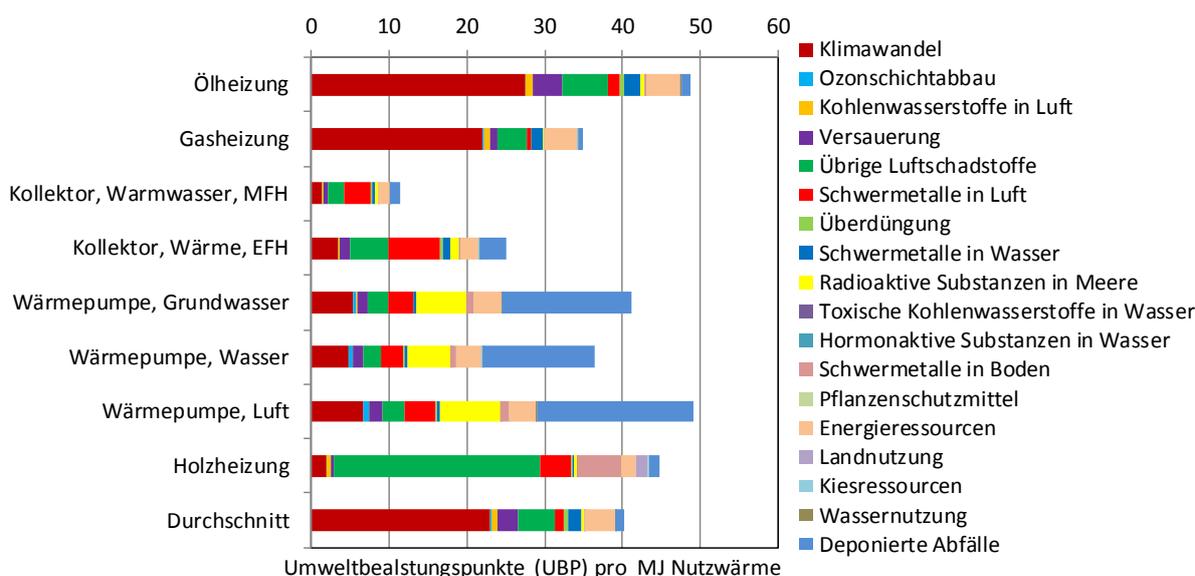


Fig. 6.2 Vergleich von Umweltbelastungen im Vergleich zum Durchschnitt bei einer Umstellung des Systems für die Bereitstellung von Raumwärme und Warmwasser

Tab. 6.6 zeigt die Auswertung möglicher potenzieller Beiträge durch eine Umstellung der Wärmebereitstellung (Grämiger et al. 1980; Haas et al. 2001; Meier 2002; VDI 1992 und eigene Berechnungen gemäss Fig. 6.2). Hierzu wird zunächst das Reduktionspotenzial bezogen auf den Wärmebedarf angegeben und damit das Reduktionspotenzial für den Konsumbereich Wohnen (Miete, Energie, Wasser und Entsorgung) berechnet.

Das höchste Potenzial besteht theoretisch durch die Verwendung von Solarkollektoren für die Warmwasserbereitstellung. Allerdings deckt diese in den meisten Fällen nur einen Teil des Wärmebedarfs ab und kann somit nicht 100% des bisherigen Wärmebezuges ersetzen. Auch die Nutzung von Fernwärme ist nicht eine Option die sich beliebig erweitern oder von allen

Haushalten umsetzen lässt da die zur Verfügung stehende Wärmemenge aus der Kehrlichtverbrennung begrenzt ist. Als Referenz wird deshalb eine Wärmepumpe, also die drittbeste Option, verwendet. Wenn diese mit einem Solarkollektor kombiniert werden kann, könnten die Einsparungen sogar noch etwas höher ausfallen.

Tab. 6.6 Auswertung zum potenziellen Beitrag einer Umstellung der Wärmeversorgung zur Reduktion der Umweltbelastungen im Konsumbereich Wohnen (Miete, Energie, Wasser und Entsorgung)

Wärmepumpe	Heizen & WW	Reduktionspotenzial	Gesamtpotenzial	Region	Quelle	Annahmen
<b>Konsumbereich</b>		<b>Wohnen, Energie, Wärme</b>				
Umweltbelastung, CH	-9%	-8%	-1.6%	CH	Eigene Berechnung	<b>Wärmepumpe, Wasser statt Durchschnitt</b>
Primärenergieverbrauch, CH	-7%	-4%	-1.0%	CH	Eigene Berechnung	<b>Wärmepumpe, Luft statt Durchschnitt</b>
	-90%			CH	Eigene Berechnung	Solarkollektor statt Durchschnitt
	-66%			CH	Meier 2002	Einsatz einer Wärmepumpe für Heizung und Warmwasser
	-25-30%			DE	VDI 1992	Einsatz von Wärmepumpen gegenüber Ölheizung
Endenergie	-9%			CH	Grämiger et al. 1980	Wärmepumpe kombiniert mit Ölheizung. Reduktion des Heizenergiebedarfs.
CO <sub>2</sub> -eq, CH	<b>-79%</b>	<b>-56%</b>	<b>-13.2%</b>	CH	Eigene Berechnung	<b>Wärmepumpe, Wasser statt Durchschnitt</b>
	-95%			CH	Jungbluth 2003	Biomasse (Holz), Wind, Wasserkraft im Vergleich zum Durchschnitt
	-65%			DE	VDI 1992	Einsatz von Wärmepumpen gegenüber Ölheizung
	-96%			AT	Haas et al. 2001	Raumheizung mit Biomasse, Untersuchung für direkten Energieverbrauch von Haushalten.
	-74%			AT	Haas et al. 2001	Solarkollektorenheizung. Untersuchung für direkten Energieverbrauch von Haushalten.
	-67%			AT	Haas et al. 2001	Wärmepumpe. Untersuchung für direkten Energieverbrauch von Haushalten.
	12%			AT	Haas et al. 2001	Solarkollektoren Warmwasser, Untersuchung für direkten Energieverbrauch von Haushalten.
	21%			AT	Haas et al. 2001	Passiv-Solarnutzung, Untersuchung für direkten Energieverbrauch von Haushalten.

### 6.3.4 Strombezug (Ökostrom)

Haushalte haben die Möglichkeit aus verschiedenen Stromprodukten bei ihrem Anbieter zu wählen (z.B. naturemade star) bzw. den Strom selber zu produzieren. In der Fig. 6.3 sind die Umweltbelastung in UBP, das Klimaänderungspotenzial in g CO<sub>2</sub>-Äquivalenten (CO<sub>2</sub>-eq) und der Primärenergiebedarf in kWh-Äquivalenten pro kWh Strom für den zertifizierten Schweizer Strommix und für den Egal-Strommix abgebildet (Zusammensetzung siehe Tab. 5.2).

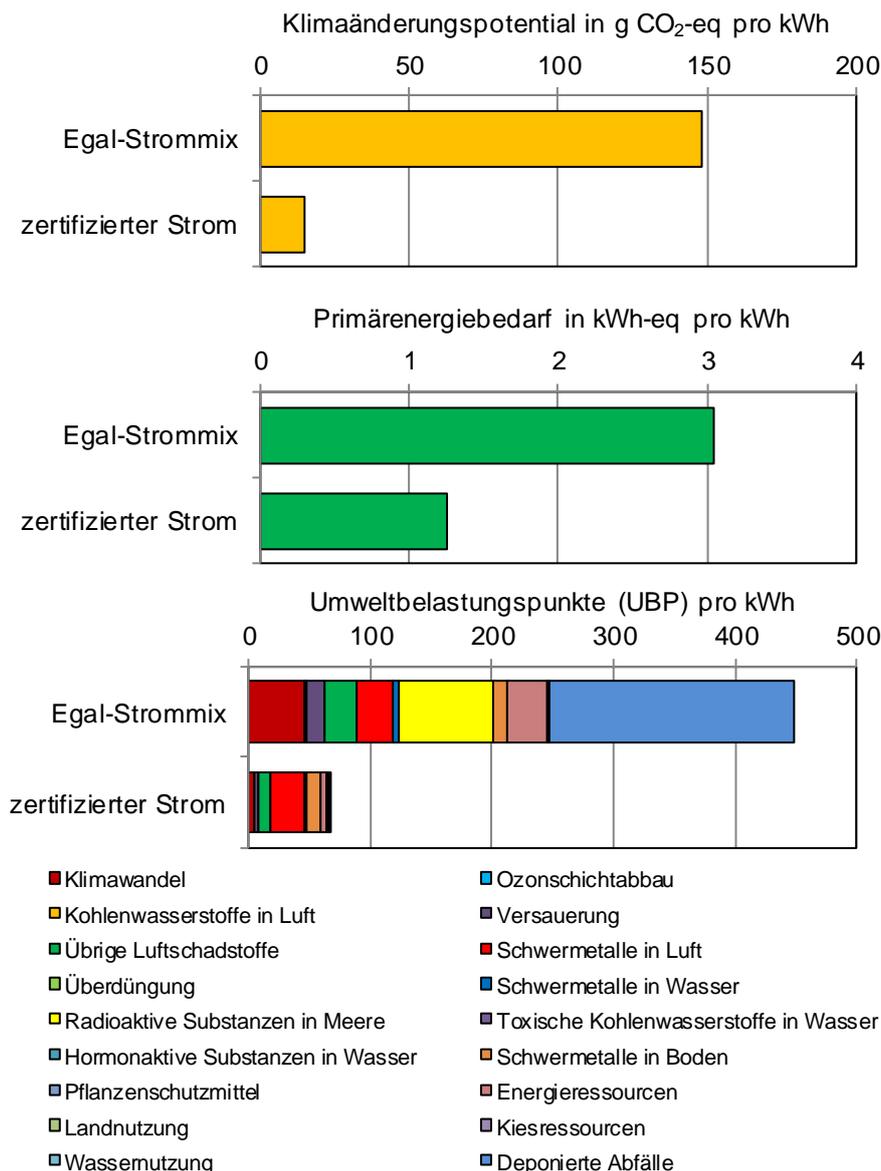


Fig. 6.3 Umweltbelastung in Umweltbelastungspunkten, Klimaänderungspotenzial in CO<sub>2</sub>-Äquivalenten und Primärenergiebedarf in kWh-Äquivalenten pro kWh Strom für den Schweizer Egal-Strommix im Vergleich zum zertifizierten Strommix

Tab. 6.7 zeigt die Auswertung möglicher potenzieller Beiträge durch eine Umstellung der Stromversorgung von Schweizer Egal-Strommix zum zertifizierten Strommix.

Tab. 6.7 Auswertung zum potenziellen Beitrag einer Umstellung der Stromversorgung zur Reduktion der Umweltbelastungen

Ökostrom	Elektrizität	Reduktionspotenzial	Gesamtpotenzial	Region	Quelle	Annahmen
<b>Konsumbereich</b>		<b>Wohnen, Strom</b>				
Umweltbelastung, CH	-85.0%	-24.3%	-4.5%	CH	Abschätzung	zertifizierter Strom
Primärenergieverbrauch, CH	-62.0%	-27.3%	-6.7%	CH	Abschätzung	zertifizierter Strom
CO <sub>2</sub> -eq, CH	-89%	-10.9%	-2.6%	CH	Abschätzung	zertifizierter Strom

### 6.3.5 Sparsame Haushaltsgeräte

Der Einsatz von energiesparenden Haushaltsgeräten und Beleuchtungsmitteln verringert den direkten Elektrizitätsbedarf und damit auch Umweltbelastungen. Tab. 6.8 zeigt mögliche potenzielle Beiträge durch energiesparende Geräte und Lampen (Gallati & Knüsel 2011; Mutzner 1997; RAVEL 1994, Internet-Quellen).

Energiesparende Geräte können im Vergleich zu alten Produkten durchaus grosse Einsparungen bringen. Das reale Potenzial erscheint allerdings eher gering, da eine Vielzahl von Geräten ausgetauscht werden müssten, um die gezeigte Reduktion zu erreichen. Der Trend geht zurzeit eher in Richtung mehr elektrische Haushaltsgeräte (Geschirrspüler, PC, Unterhaltungselektronik) und längere Lauf- und Stand-By-Zeiten. In den letzten Jahren hat sich der Elektrizitätsverbrauch deshalb trotz einer deutlichen Reduktion des Verbrauchs von Einzelgeräten erhöht (Brunner et al. 2001).

Insofern kommt aus Konsumentensicht auch einer Reduktion der Anzahl von Geräten und der täglichen Nutzungsdauer eine grosse Bedeutung zu. Ein weiterer Punkt, der hier nicht betrachtet wurde, ist der Stromverbrauch durch Stand-By Betrieb, welcher durch das Abschalten der Geräte vermieden werden kann. Diese Optionen werden im Kapitel 6.3.6 zu Verhaltensänderungen betrachtet.

### 6.3.6 Energiesparendes Verhalten

Auch umweltbewusstes Verhalten kann den Energie- und Wasserverbrauch reduzieren. Tab. 6.9 zeigt mögliche potenzielle Beiträge (Binz et al. 2000; Gallati & Knüsel 2011; Grämiger et al. 1980; Quack 2001). Hierzu gehören eine Absenkung der Raumtemperatur und eine Reduktion der Dauer von Lüftungsintervallen. Zum Verhalten gehört aber auch der Anspruch bezüglich Wohnfläche. Eine Reduktion der Wohnfläche pro Person reduziert den Energiebedarf für Wärme fast linear.

Eine wichtige Einflussgrösse für den Strombedarf ist die Personenzahl pro Haushalt. Einpersonenhaushalte verbrauchen mehr als das Doppelte im Vergleich zu 3 Personenhaushalten (Binz et al. 2000).<sup>21</sup> Allerdings wird bei diesen Studien nicht immer auch der Gemeinschaftsanteil des Stromverbrauchs vollständig erfasst. Bei den Elektrogeräten kann durch rechtzeitiges Ausschalten bzw. Herunterregeln (Licht, Herde, Geräte mit Stand-By Funktion) Einsparungen erzielt werden. Auch die Anzahl der regelmässig betriebenen Geräte hat einen Einfluss auf den Stromverbrauch. Der Einsatz von Smart Metering kann dazu beitragen den Haushalten ihre Einsparpotenziale bewusst zu machen.<sup>22</sup>

Ein weiterer Bereich, in dem umweltbewusstes Verhalten zum Tragen kommt, ist der direkte Verbrauch von Hahnenwasser. Hier sind Einsparpotenziale insbesondere noch bei der Toilettenspülung und beim Grossverbraucher Waschmaschine vorhanden.

Die Abschätzung zu den Reduktionspotenzialen erfolgt als grobe Schätzung auf Grundlage der Literaturwerte. Es ist nicht möglich genau zu beziffern welche Einschränkungen bzw. Verhaltensänderungen damit in realen Werten wie z.B. Grad Temperaturabsenkung verbunden sind.

---

<sup>21</sup> [www.strom.ch/de/medien/medienmitteilungen/medienmitteilungen-detail/news/urbanisierung-beeinflusst-stromnachfrage-der-haushalte.html](http://www.strom.ch/de/medien/medienmitteilungen/medienmitteilungen-detail/news/urbanisierung-beeinflusst-stromnachfrage-der-haushalte.html)

<sup>22</sup> <http://www.tagesanzeiger.ch/schweiz/standard/Die-Pilotprojekte-mit-intelligenten-Stromzaehlern-sind-erfolgreich/story/24237627>

## 6. Reduktionspotenziale für Umweltbelastung, Treibhausgasemissionen und Primärenergiebedarf

Tab. 6.8 Abschätzung zum potenziellen Beitrag durch den Einsatz von energiesparenden Haushaltsgeräten und Lampen zur Reduktion der Umweltbelastungen

sparsame Haushaltsgeräte	Stromverbrauch	Reduktionspotenzial	Gesamtpotenzial	Region	Quelle	Annahmen
<b>Konsumbereich</b>		<b>Wohnen, Strom</b>				
<b>Umweltbelastung, CH</b>	<b>-50.0%</b>	<b>-14.3%</b>	<b>-2.7%</b>	<b>CH</b>	<b>Abschätzung</b>	
<b>Primärenergieverbrauch, CH</b>	<b>-50.0%</b>	<b>-22.0%</b>	<b>-5.4%</b>	<b>CH</b>	<b>Literatur</b>	
Endenergie	-33.3%			CH	Ratgeber Licht, WWF	Reduktion Strom für Licht von 750 auf 150 kWh mit guten Lampen
	-30% - -80%			CH	<a href="http://www.energieeffizienz.ch">www.energieeffizienz.ch</a>	Stromsparende Geräte im Vergleich zum Durchschnitt
	-50.0%			CH	<a href="http://www.energieetikette.ch">www.energieetikette.ch</a>	Gerät mit A-Einstufung bei der Energieetikette im Vergleich zu G-Gerät.
	-57.0%			CH	Gallati & Knüsel 2011:29	Anschaffung effizienter Haushaltsgeräte
	-50.0%			CH	RAVEL 1994	Energiesparende Geräte und energiebewusste Anwendung
	-6.8%			CH	Mutzner 1997	Einsatz von Haushaltsgeräten mit Verbrauchsstandard effizienteste 40% in 1994
<b>CO2-eq, CH</b>	<b>-50.0%</b>	<b>-6.1%</b>	<b>-1.5%</b>	<b>CH</b>	<b>Abschätzung</b>	

Tab. 6.9 Abschätzung zum potenziellen Beitrag von energiesparendem Verhalten zur Reduktion der Umweltbelastungen

Energiesparendes Verhalten	Heizen	Rest	Reduktionspotenzial	Gesamtpotenzial	Region	Quelle	Annahmen
<b>Konsumbereich</b>			<b>Wohnen</b>				
<b>Umweltbelastung, CH</b>			<b>-50%</b>	<b>-9.4%</b>	<b>CH</b>	<b>Abschätzung</b>	
<b>Primärenergieverbrauch, CH</b>	<b>-50%</b>	<b>-50%</b>	<b>-50%</b>	<b>-12.3%</b>	<b>CH</b>	<b>Literatur</b>	
Endenergie		-2%-20%			CH	<a href="http://www.tagesanzeiger.ch">www.tagesanzeiger.ch</a>	Mögliche Einsparung durch Einführung Smart Metering
		- 0.4% - 20%			CH	Beobachter Natur7/2011	Pilotversuche SmartMetering EKZ und andere Länder
	-20%-25%	-20%-50%			CH	Gallati & Knüsel 2011	Geändertes Nutzerverhalten gemäss verschiedener Studien
	-40.0%				CH	Gallati & Knüsel 2011	Wohnfläche wie 1960 (30m2) statt 2010 (50m2)
	-66.0%	-50.0%			CH	Gallati & Knüsel 2011	Vierpersonenhaushalt im Vergleich zu Singlehaushalt
	-16%-22%	-19%			DE, AT, NL	Gallati & Knüsel 2011	Verhaltensänderung durch verbrauchsabhängige Heizkosten- und Energiekostenabrechnung
	-25.0%				CH	Gallati & Knüsel 2011	Direkte Information und Beratung zu den Einsparmöglichkeiten
	-6.2%				CH	Grämiger et al. 1980	Raumtemperatur -1°C. Reduktion des Heizenergiebedarfs.
	-40.0%				CH	Grämiger et al. 1980	Raumlüftung 20min statt 90min pro Tag. Reduktion des Heizenergiebedarfs.
	-40% - +75%				DE	Quack 2001	Gefundene Schwankungsbreite bei Haushalten
	-10.0%				DE	Quack 2001	Absenkung Raumtemperatur von 20 auf 19°C
	-50.0%				CH	tec21 (23/2001), S. 46	Wohnen im Mehrfamilienhaus statt Einfamilienhaus
		-50.0%			CH	Binz et al. 2000	Elektrizitätsverbrauch von 3-Personenhaushalt statt Einpersonenhaushalt.
<b>CO2-eq, CH</b>			<b>-50.0%</b>	<b>-11.8%</b>	<b>CH</b>	<b>Abschätzung</b>	

### 6.3.7 Weiteres

Folgende weitere Optionen wurden noch nicht untersucht:

- Reduktion der Wohnfläche pro Person (siehe Gallati & Knüsel 2011). Diese Option beeinflusst sowohl den Wärme- und evtl. Strombedarf als auch die Aufwendungen für Miete, Unterhalt und Wohnungsbau sowie die Versiegelung von Boden. Vereinfacht könnte wahrscheinlich eine fast lineare Abnahme der Umweltbelastungen (Wohnungsbau und Heizenergiebedarf) mit der Wohnfläche angenommen werden.
- Erhöhung der Anzahl Personen pro Wohnung (Gallati & Knüsel 2011: *„Der Vergleich beim Energiebedarf zwischen einem Singlehaushalt und einer vierköpfigen Familie zeigt, so eine Untersuchung aus England, deutliche personenbezogene Unterschiede: zwei Drittel mehr Energie pro Kopf für die Heizung und plus 50% beim Strom im Single-Haushalt (Williams 2010).“*
- Reduktion der Anzahl Elektrogeräte im Haushalt (siehe Gallati & Knüsel 2011)
- Verbrauchsabhängige Heizkostenabrechnung (Gallati & Knüsel 2011).
- Direkte Information über den Heizenergieverbrauch (Gallati & Knüsel 2011)
- Kombination von Solarkollektoren und Wärmepumpen

### 6.3.8 Zusammenfassung

Aus den verschiedenen Auswertungen wird deutlich, dass die grössten Potenziale für eine Reduktion der betrachteten Umweltbelastungen im Bereich Wohnen (Miete, Energie, Wasser und Entsorgung) bei der Raumheizung liegen. Dabei können drei Wege beschrritten und kombiniert werden:

- Verringerung der Wärmeverluste durch bauliche Massnahmen (Isolation, Passivsolarnutzung, Minergie-Standard).
- Umstellung des Heizsystems auf umwelt- bzw. klimafreundlichere Varianten (z.B. Biomasse, Solarkollektoren, Erdwärme)
- Verhaltensänderungen (Lüftung, Raumtemperatur, geringere Wohnfläche pro Person, Wohnen im Mehrfamilienhaus)

Die indirekten Umweltbelastungen durch die Herstellung von Baumaterialien sind demgegenüber nicht relevant für den Durchschnittshaushalt. Erst wenn die Situation bezüglich direktem Energieverbrauch deutlich verbessert wird, wie z.B. bei Passivhäusern, muss dieser Punkt beachtet werden.

Im Einzelfall muss auf Grundlage einer Analyse des Ist-Zustandes entschieden werden, welche Massnahmen dabei am besten geeignet sind.

Interessant ist in diesem Zusammenhang die Untersuchung von Jakob et al. (2002) zu den derzeit durchgeführten Massnahmen im Bereich der Sanierung und des Neubaus. Die Studie zeigt, dass bei Neubauten zumeist die wirtschaftlichen Energieeffizienzpotenziale realisiert werden und etwa 10% der Neubauten sogar Minergie-Standard erreichen. Ein grösseres Potenzial gibt es hingegen noch bei Gebäudesanierungen, wo selbst wirtschaftlich rentable Massnahmen oft nicht durchgeführt werden. Folgende Gründe werden dafür genannt:

- Fehlende Kenntnisse bei Gebäudeeigentümern, Architekten und bauausführenden Unternehmen.

- Fehlende Investitionsmittel.
- Die Mietgesetzgebung mit beschränkter Überwälzbarkeit der Zusatzkosten (pauschale Heizkostenabrechnung ohne genaue Erfassung des Verbrauchs beim Mieter) trotz hohem Nutzen für die Mieter.

Der Elektrizitätsverbrauch kann durch energiesparende Geräte reduziert werden. Ausserdem kann der Einsatz von Smart Metering dazu beitragen den Stromverbrauch permanent aufzuzeigen und damit Anreize für Verhaltensänderungen zu schaffen.

Politische Massnahmen zur Beeinflussung des Energieverbrauchs der privaten Haushalte werden von Hofer (1996) diskutiert. Einsparmöglichkeiten im Bereich Wohnen von 10-20 % werden hier durch Massnahmen wie CO<sub>2</sub>-Steuern, Zuschüsse, etc. für möglich gehalten.

## 6.4 Reduktionspotenziale Mobilität

Im Folgenden werden verschiedene Optionen zur Reduktion der mobilitätsbedingten Umweltbelastungen untersucht. Dieser Bereich wird gemäss Tab. 4.2 definiert.

### 6.4.1 Öffentlicher Verkehr

In Tab. 6.10 wird das Reduktionspotenzial durch einen vollständigen Umstieg vom Auto auf die Bahn mit eigenen Berechnungen abgeschätzt. Dabei wird ausgerechnet um wie viel die Umweltbelastungen sinken wenn die bisherige Durchschnittstrecke statt mit dem Pkw mit der Bahn zurückgelegt wird. Hierbei gibt es wahrscheinlich grosse individuelle Unterschiede bei den bisher von einzelnen Personen zurückgelegten Autokilometern.

Tab. 6.10 Abschätzung zum potenziellen Beitrag bei einem Umstieg vom Auto auf die Bahn zur Reduktion der Umweltbelastungen im Bereich Mobilität

Öffentlicher Verkehr	Reduktionspotenzial	Gesamtpotenzial	Region	Quelle	Annahmen
<b>Konsumbereich</b>	<b>Mobilität</b>				
Umweltbelastung, CH	-67.5%	-8.0%	CH	Eigene Berechnung	Bahn statt Auto
Primärenergieverbrauch, CH	-64.4%	-11.1%	CH	Eigene Berechnung	Bahn statt Auto
CO <sub>2</sub> -eq, CH	-79.1%	-15.0%	CH	Eigene Berechnung	Bahn statt Auto

### 6.4.2 Verzicht auf Flugreisen

In Tab. 6.11 wird das Reduktionspotenzial durch einen vollständigen Verzicht auf Flugreisen bilanziert. Hier gibt es wahrscheinlich grosse individuelle Unterschiede bei den bisher von einzelnen Personen zurückgelegten Flugreisen.

In der Berechnung wird noch nicht berücksichtigt, dass Fliegen durch zusätzliche Effekte stärker zum Treibhauseffekt beiträgt als auf Grund der CO<sub>2</sub> Emissionen alleine zu erwarten wäre. Abschätzung hierzu weisen den direkten Emissionen aus dem Flug einen Erhöhungsfaktor von 1.2 bis 2.7 zu. Die neuesten Abschätzungen geben den Faktor mit 2 an (Kollmuss & Crimmins 2009; Lee et al. 2009; Lee et al. 2010; Peters et al. 2011). Unter Berücksichtigung dieses Faktors würde sich bei einer Reduktion von Flugreisen noch ein höheres Potenzial ergeben.

Tab. 6.11 Abschätzung zum potenziellen Beitrag beim Verzicht aufs Fliegen zur Reduktion der Umweltbelastungen im Bereich Mobilität

Ohne Fliegen	Reduktionspotenzial	Gesamtpotenzial	Region	Quelle	Annahmen
<b>Konsumbereich</b>	<b>Mobilität</b>				
Umweltbelastung, CH	-9.3%	-1.1%	CH	Eigene Berechnung	Verzicht aufs Flugzeug
Primärenergieverbrauch, CH	-11.6%	-2.0%	CH	Eigene Berechnung	Verzicht aufs Flugzeug
CO <sub>2</sub> -eq, CH	-13.6%	-2.6%	CH	Eigene Berechnung	Verzicht aufs Flugzeug

### 6.4.3 Sparsame Autos

Der gegenwärtige Emissionswert (ab Auspuff) in der Ökobilanz für Autos beträgt etwa 207 Gramm CO<sub>2</sub> pro Kilometer (Spielmann et al. 2007). Der durchschnittliche CO<sub>2</sub>-Ausstoss aller in der Schweiz erhältlichen Fahrzeugtypen betrug im Jahr 2005 etwa 188 g/km.<sup>23</sup> Er wird aufgrund eines Fahrzyklus ermittelt und ist etwas niedriger als der in Ökobilanzen aufgrund realer Verbräuche ermittelte Wert. Die EU hat sich zum Ziel gesetzt, die CO<sub>2</sub>-Emissionen von neu immatrikulierten Fahrzeugen bis 2015 auf 130 Gramm pro Kilometer (g/km) zu senken. Mit einem vergleichbaren Vollzugsmodell soll die Schweiz dasselbe Ziel erreichen.<sup>24</sup> Die besten heute angebotenen Fahrzeuge erreichen 87 Gramm CO<sub>2</sub> pro Kilometer.<sup>23</sup> Mit einem besonders effizienten Fahrzeug können der Treibstoffverbrauch also etwa um 50% gesenkt werden. Andere Umweltbelastungen durch Autos wie z.B. der Bau der Strassen werden dadurch nicht reduziert. Diese Option für einen Umstieg auf das sparsamste Auto wird in Tab. 6.12 ausgewertet.

Tab. 6.12 Abschätzung zum potenziellen Beitrag beim Umstieg auf das sparsamste Auto zur Reduktion der Umweltbelastungen im Bereich Mobilität

Sparsamstes Auto	Reduktionspotenzial	Gesamtpotenzial	Region	Quelle	Annahmen
<b>Konsumbereich</b>	<b>Mobilität</b>				
Umweltbelastung, CH	-26.2%	-3.1%	CH	Eigene Berechnung	Sparsamstes Auto
Primärenergieverbrauch, CH	-26.4%	-4.6%	CH	Eigene Berechnung	Sparsamstes Auto
Treibstoffverbrauch Auto	-53.7%		CH		Bestes Auto mit 3.3 l/100km statt etwa 8 l/100km
CO <sub>2</sub> -eq, CH	-31.8%	-6.0%	CH	Eigene Berechnung	Sparsamstes Auto

### 6.4.4 Mobil mit eigener Kraft

Mobilität ist ein Grundbedürfnis und in wohl allen Gesellschaften und zu allen Zeiten verbringen Menschen einen Teil ihrer Zeit mit Bewegung von einem Ort zum anderen. Dabei scheint nicht die zurückgelegte Strecke massgeblich für das Mobilitätsbedürfnis sondern eher die in Bewegung verbrachte Zeit. Somit kann dieses Bedürfnis grundsätzlich auch mit langsameren Fortbewegungsarten als den heute üblichen, mechanischen Verkehrsmitteln befriedigt werden.

Grundsätzlich erscheint es also möglich, die Umweltbelastungen durch Mobilität durch Verzicht (d.h. weniger Fahrdistanzen) noch weiter zu reduzieren. Durch einen vollständigen Umstieg auf Muskelkraft (zu Fuss, Velo, Segel, Paddel- oder Ruderboot) wäre theoretisch auch

<sup>23</sup> <http://www.energieetikette.ch>, Zugriff am 24.8.2011.

<sup>24</sup> <http://www.bfe.admin.ch/energie/00588/00589/00644/index.html?lang=de&msg-id=27089>, Zugriff am 24.8.2011.

ein Reduktionspotenzial von fast 100 % möglich. Nicht betrachtet wird dabei eine evtl. verstärkte Nutzung des Fahrrads oder anderer muskelbetriebener Fahrzeuge. Auch wenn ein vollständiger Verzicht von den meisten Personen wohl als unrealistisch eingestuft werden wird, wird hier mit diesem Maximalwert gerechnet, der natürlich beliebig heruntergestuft werden kann (Tab. 6.13).

Tab. 6.13 Abschätzung zum potenziellen Beitrag bei einem vollständigen Verzicht auf Auto, Flugzeug und öffentlichen Verkehr für die Reduktion der Umweltbelastungen im Bereich Mobilität

Mobil mit eigener Kraft	Reduktionspotenzial	Gesamtpotenzial	Region	Quelle	Annahmen
<b>Konsumbereich</b>	<b>Mobilität</b>				
<b>Umweltbelastung, CH</b>	-100.0%	-11.9%	CH	Annahme	Keine Nutzung von Auto, Bahn, Flugzeug
<b>Primärenergieverbrauch, CH</b>	-100.0%	-17.3%	CH	Annahme	Keine Nutzung von Auto, Bahn, Flugzeug
<b>CO2-eq, CH</b>	-100.0%	-18.9%	CH	Annahme	Keine Nutzung von Auto, Bahn, Flugzeug

Zahlen zu den Anteilen von Arbeitsweg und Freizeitverkehr am gesamten Verkehr in der Schweiz werden in Tab. 6.14 gezeigt. Damit lässt sich grob einschätzen, dass insbesondere beim Freizeitverkehr die höchsten spezifische Einsparpotenziale bestehen. Eine Reduktion der Kilometerleistungen z.B. durch eine geringere Pendeldistanz hätte den gleichen Effekt wie die in diesem Abschnitt untersuchte Mobilität aus eigener Kraft entsprechend des dabei reduzierten Anteils an den Gesamtdistanzen. Wenn z.B. auf das Pendeln verzichtet werden kann (23.4 % Anteil) hat dies bezüglich Gesamtpotenzial eine Reduktion von etwa 2.5% zur Folge.

Tab. 6.14 Anteile verschiedener Verkehrsarten (BFS/ARE 2007)

Bereich	Anteil in %
Freizeit	44.7
Arbeit	23.4
Einkaufen	11.4
Schule, Ausbildung	4.0
Dienstfahrt	8.6
Service und Begleitung	1.4
Übrige	6.6

### 6.4.5 Elektroauto

In Tab. 6.15 und Tab. 6.16 wird die Reduktion der Belastungen durch einen Umstieg von einem mit Treibstoffen betriebenen Auto zu einem Elektroauto bilanziert (Leuenberger & Frischknecht 2010b). Mit dem gegenwärtigen Strommix der Schweiz ist das Reduktionspotenzial relativ gering. Nur zusammen mit umweltfreundlichem Strom wie z.B. zertifiziertem Ökostrom kann sich ein relevantes Potenzial ergeben.

Tab. 6.15 Abschätzung zum potenziellen Beitrag bei der Nutzung eines Elektroautos anstelle eines normalen Autos zur Reduktion der Umweltbelastungen im Bereich Mobilität

Elektroauto	Reduktionspotenzial	Gesamtpotenzial	Region	Quelle	Annahmen
<b>Konsumbereich</b>	<b>Mobilität</b>				
<b>Umweltbelastung, CH</b>	-4.9%	-0.6%	CH	Eigene Berechnung	Nutzung von Elektroauto anstatt normalem Auto
<b>Primärenergieverbrauch, CH</b>	-8.7%	-1.5%	CH	Eigene Berechnung	Nutzung von Elektroauto anstatt normalem Auto
<b>CO2-eq, CH</b>	-33.7%	-6.4%	CH	Eigene Berechnung	Nutzung von Elektroauto anstatt normalem Auto

Tab. 6.16 Abschätzung zum potenziellen Beitrag bei der Nutzung eines Elektroautos betrieben mit zertifiziertem Ökostrom anstelle eines normalen Autos zur Reduktion der Umweltbelastungen im Bereich Mobilität

Elektroauto zertifiziert	Reduktionspotenzial	Gesamtpotenzial	Region	Quelle	Annahmen
<b>Konsumbereich</b>	<b>Mobilität</b>				
Umweltbelastung, CH	-29.5%	-3.5%	CH	Eigene Berechnung	Nutzung von Elektroauto betrieben mit zertifiziertem Strom anstatt normalem Auto
Primärenergieverbrauch, CH	-44.6%	-7.7%	CH	Eigene Berechnung	
CO2-eq, CH	-60.5%	-11.5%	CH	Eigene Berechnung	

#### 6.4.6 Weiteres

Folgende weitere Optionen wurden noch nicht untersucht:

- Reduktion spezifischer Mobilitätsbedürfnisse, z.B. Arbeitsweg bzw. Freizeitverkehr.
- Zusammenhang zwischen Mobilität und Wohnsituation.
- Auswirkungen der Nutzung von Carsharing (Mobility) und damit evtl. bessere Ausnutzung der Fahrzeuge und geringere Fahrleistung pro Person (Harbi et al. 2007)
- Auswirkung von Generalabonnement, Halbtax oder anderer Angebote im öffentlichen Nahverkehr.
- Schulungen zum sparsamen Autofahren.
- Minderung des spezifischen Kraftstoffverbrauchs z.B. durch Abbau Dachgepäckträger oder besseres Motorenöl (Grießhammer et al. 2010)
- Telefon- oder Videokonferenzen statt Besuche (Grießhammer et al. 2010)

#### 6.4.7 Zusammenfassung

Im Bereich Mobilität scheint es theoretisch möglich ganz auf motorisierte Mobilität zu verzichten und damit alle Umweltbelastungen in diesem Bereich auf null zu reduzieren. In der Praxis wird dieses Ziel aber nur von einem sehr kleinen Teil der Bevölkerung erreicht werden. Neben der Reduktion der zurückgelegten Kilometer kann ein Umstieg auf den öffentlichen Verkehr (oder energiesparende Autos) zu Reduktionen bei den verursachten Umweltbelastungen führen. Bezüglich Treibhausgasemissionen ist insbesondere eine Reduktion der Flugkilometer von Bedeutung.

### 6.5 Reduktionspotenziale Nahrungsmittel bzw. Ernährung

Hier werden Reduktionspotenziale beim Kauf von Nahrungsmitteln untersucht. Dieser Bereich wird gemäss Tab. 4.2 abgegrenzt.

Umweltbelastungen durch die Produktion und Zubereitung von Nahrungsmitteln gehen von verschiedenen Beteiligten in der Kette vom Nahrungsmittelanbau bis hin zur Entsorgung der Abfälle aus. Alle am Lebenszyklus beteiligten Akteure können direkt zu einer „Ökologisierung“ beitragen. Hierzu bestehen im Wesentlichen folgende Optionen, die möglichst alle genutzt werden sollten:

- Ökologisierung der Produktionsabläufe: Hierzu gehört z.B. eine ökologische Landwirtschaft, die Reduktion des Einsatzes von Pflanzenschutzmitteln, Treibstoffen und Düngemitteln, Energieeinsparungen bei der Verarbeitung, Kühlung und Zubereitung sowie die

Optimierung von Transporten und die Verringerung von Verarbeitungsverlusten und Verderb.

- Umweltbewusste Auswahl von Produkten durch die Verbraucherinnen und Verbraucher: Die Konsumentinnen und Konsumenten bestimmen durch ihr Kaufverhalten, was produziert wird. Sie können z.B. regionale Produkte mit einem Biolabel kaufen, auf tiefgefrorene Produkte verzichten oder Früchte und Gemüse saisonal angepasst auswählen.
- Ökologisierung der Ernährungsweise: Konsumentinnen und Konsumenten können auch durch grundsätzliche Entscheidungen über ihre Ernährungsweise zu einer Ökologisierung beitragen. Hierzu gehört insbesondere die Reduktion des Konsums von Fleisch und anderen tierischen Produkten.

### 6.5.1 Regionale Ernährung

Der Kauf von Lebensmitteln aus der näheren Umgebung kann dazu beitragen, Transportvorgänge zu reduzieren und dadurch Energieverbrauch und Treibhausgasemissionen zu verringern. Kontraproduktiv ist der Konsum regionaler Produkte, wenn die Produktionsbedingungen (z.B. Klima, Wasserverfügbarkeit, Boden) in der Nähe schlechter sind und damit höhere Umweltbelastungen in der Landwirtschaft entstehen. Zu einer Erhöhung der Umweltbelastung führt z.B. der Kauf von Gewächshausprodukten, wenn importierte Produkte im Freiland produziert werden könnten. Deshalb gibt es bezüglich der verursachten Umweltbelastungen nicht immer einen klaren Vorteil durch diese Konsumententscheidung.

Anzumerken ist hier, dass es bei der Landnutzung einen beträchtlichen Import von im Ausland genutzter Fläche gibt (Würtenberger 2003). Durch den Kauf von regionalen Produkten kann diese Nutzung ausserhalb der Schweiz vermieden werden. Zurzeit importiert die Schweiz etwa 50% der zur Verfügung stehenden Nahrungsmittel. Eine regionale bzw. eigenständige Nahrungsmittelversorgung der Schweiz ist nur bei einer gleichzeitigen beträchtlichen Reduktion des Konsums von Fleisch und Eiern möglich. Der Anteil von Milchprodukten an der Ernährung könnte gemäss dieser Untersuchung etwas erhöht und der Anteil von z.B. Getreide müsste reduziert werden, da sich in der Schweiz eher Milchprodukte als Getreide herstellen lassen. Für eine unter diesem Gesichtspunkt ausgeglichene Mischkost würden 78.5% der Nahrungsenergie<sup>25</sup> aus pflanzlichen und die restlichen 21.5% aus tierischen Produkten stammen. Statt der heute üblichen 1450 m<sup>2</sup> bis 2150 m<sup>2</sup> wären dann nur noch 410 m<sup>2</sup> Ackerfläche pro Person und Jahr nötig. Im Vergleich zu heute müsste dabei der Verbrauch an Nahrungsenergie um fast ein Drittel und der Konsum von tierischen Produkten um mindestens die Hälfte reduziert werden (Würtenberger 2003; BWL 2011).

Tab. 6.17 zeigt mögliche potenzielle Beiträge (Kramer 2000; Uitdenbogerd et al. 1998; Würtenberger 2003 und eigene Berechnungen). Insgesamt wird das Umweltentlastungspotenzial durch eine regionale Ernährung als gering eingeschätzt. Als wichtigste Möglichkeit wird der Verzicht auf eingeflogene Produkte angesehen, da eine komplette regionale Versorgung ohne Umstellung bei der Ernährungsweise nicht generell möglich ist.

---

<sup>25</sup> In Nahrungsmitteln enthaltene Energie, die meistens in der Einheit Kilokalorien (kcal) angegeben wird.

Tab. 6.17 Abschätzung zum potenziellen Beitrag eines regionalen Einkaufs zur Reduktion der Umweltbelastungen

Regionale Ernährung	Reduktionspotenzial	Gesamtpotenzial	Region	Quelle	Annahmen
<b>Konsumbereich</b>	<b>Ernährung</b>				
<b>Umweltbelastung, CH</b>	<b>-1.0%</b>	<b>-0.3%</b>	<b>CH</b>	<b>Diese Studie</b>	<b>Verzicht auf Flugware</b>
	-1.3%		CH	Eigene Berechnung	Verzicht auf Flugtransporte
<b>Primärenergieverbrauch, CH</b>	<b>-1.0%</b>	<b>-0.2%</b>	<b>CH</b>	<b>Eigene Berechnung</b>	<b>Verzicht auf Flugware</b>
	0.1%		NL	Kramer 2000	Verarbeitetes Gemüse statt importiertem Gemüse
	-0.4%		NL	Uitdenbogerd et al. 1998	Weniger importiertes Gemüse
	-1.0%		CH	Eigene Berechnung	Verzicht auf Flugtransporte
<b>CO2-eq, CH</b>	<b>-5.0%</b>	<b>-0.8%</b>	<b>CH</b>	<b>Eigene Berechnung</b>	<b>Verzicht auf Flugware</b>
	-5.0%		CH	Eigene Berechnung	Verzicht auf Flugtransporte

### 6.5.2 Saisonale Ernährung

Eine saisonale Ernährung bedeutet den bevorzugten Kauf von Produkten die zur gegebenen Zeit in der näheren Umgebung im Freiland erzeugt werden können. Dadurch werden zum einen Belastungen aus dem Gewächshausanbau und zum anderen Belastungen aus Transporten verringert. Diese Konsumententscheidung bedingt eine Reduktion der Abwechslung im Menüplan.

Welchen Einfluss das saisonale Kaufverhalten auslösen kann, zeigt Fig. 6.4. Gemüse, das ausserhalb der eigentlichen Saison konsumiert wird, verursacht teilweise ein Vielfaches an Umweltbelastungen im Vergleich zu einheimischen, im Freiland angebauten Produkten. Die Umweltbelastungen steigen besonders stark an, wenn Produkte mit dem Flugzeug importiert werden (z.B. Spargel und Bohnen im Winter). Eine relevante Erhöhung verursacht auch die Produktion im Gewächshaus bzw. der weitere Transport von Produkten, wenn diese ausserhalb der regionalen Anbausaison gekauft werden (Tomaten und Bohnen im Winter).

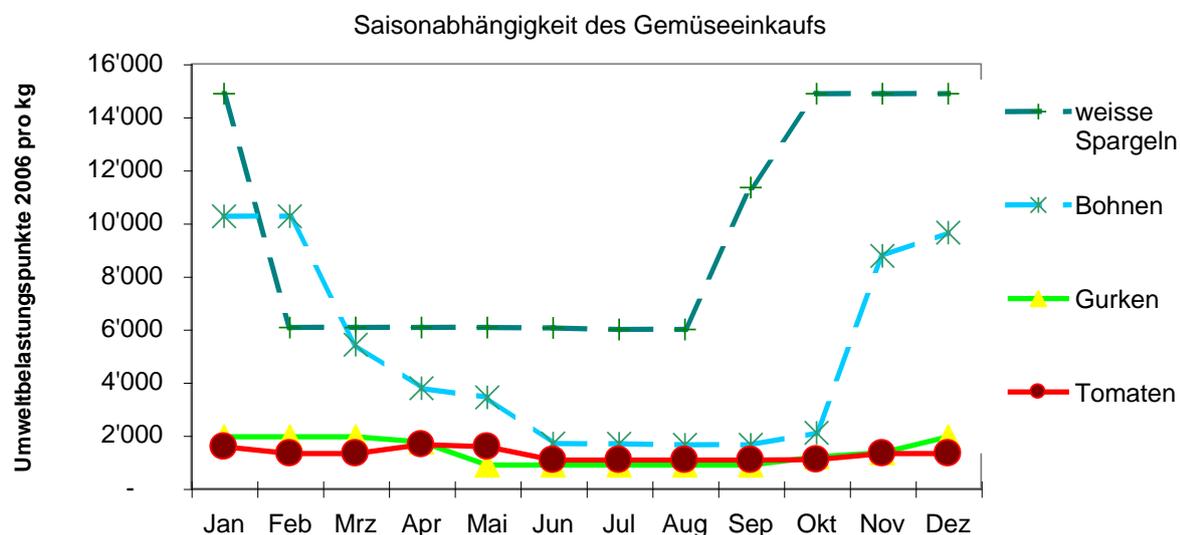


Fig. 6.4 Umweltbelastungen für vier Sorten Gemüse nach Kalendermonaten (in Umweltbelastungspunkten pro Kilo Gemüse), Eigene Berechnung

Tab. 6.18 zeigt mögliche potenzielle Beiträge (Faist 2000; Kramer 2000; Uitdenbogerd et al. 1998). Durch eine saisonal angepasste Ernährung kann der Energieverbrauch und die Treibhausgasemission etwas reduziert werden. Andere Effekte bezüglich Wasserverbrauch, Landnutzung, etc. sind nicht zu vermuten.

Tab. 6.18 Abschätzung zum potenziellen Beitrag einer saisonalen Ernährung zur Reduktion der Umweltbelastungen

Saisonale Ernährung	Reduktionspotenzial	Gesamtpotenzial	Region	Quelle	Annahmen
<b>Konsumbereich</b>	<b>Ernährung</b>				
Umweltbelastung, CH	-0.7%	-0.2%	CH	Diese Studie	Verzicht auf Gewächshausgemüse
	-0.7%		CH	Eigene Berechnung	Anteil Gewächshaus um 90% reduziert
Primärenergieverbrauch, CH	-2.0%	-0.3%	CH	Diese Studie	Verzicht auf Gewächshausgemüse
	-2.0%		CH	Eigene Berechnung	Anteil Gewächshaus um 90% reduziert
	-6.0%		CH	Faist 2000	Der Energieverbrauch der Gewächshausproduktion wird auf 6% des Primärenergieverbrauchs der Ernährung berechnet.
	-5.8%		NL	Uitdenbogerd et al. 1998	Weniger Gewächshausgemüse
	-3.7%		NL	Kramer 2000	Importiertes Gemüse statt Gewächshausgemüse
	-4.0%		NL	Kramer 2000	Nur saisonales Gemüse (kein Import oder Gewächshaus)
CO <sub>2</sub> -eq, CH	-2.0%	-0.3%	CH	Diese Studie	Verzicht auf Gewächshausgemüse
	-2.0%		CH	Eigene Berechnung	Anteil Gewächshaus um 90% reduziert

### 6.5.3 Vegetarische Ernährung

Der Konsum von Fleisch, Fisch und tierischen Produkten (Milch, Käse, Eier, etc.) ist für einen relativ hohen Anteil bei verschiedenen Umweltbelastungsindikatoren in der Ernährung verantwortlich (vgl. Fig. 5.9). Eine Reduktion des Konsums von Fleisch und Milchprodukten führt zu einer Reduktion des Primärenergiebedarfs, der Treibhausgasemissionen (auch der direkten Methan- und Lachgasemissionen aus der Tierhaltung), zu einer Reduktion der Flächen- und Wassernutzung. Negative Effekte eines reduzierten Fleischkonsums hinsichtlich der Umweltbelastung sind nicht bekannt.

Werden die Umweltbelastungen verschiedener Kantinenmahlzeiten miteinander verglichen, wird ersichtlich, dass ein durchschnittliches vegetarisches Gericht knapp 1/3 der Umweltbelastung und Treibhausgasemissionen hervorruft, im Vergleich zu einem fleischhaltigen Gericht (Fig. 6.5). Der Unterschied wird vorwiegend durch die grösseren Umweltbelastungen pro Kilogramm Fleisch verursacht (Leuenberger & Jungbluth 2009).

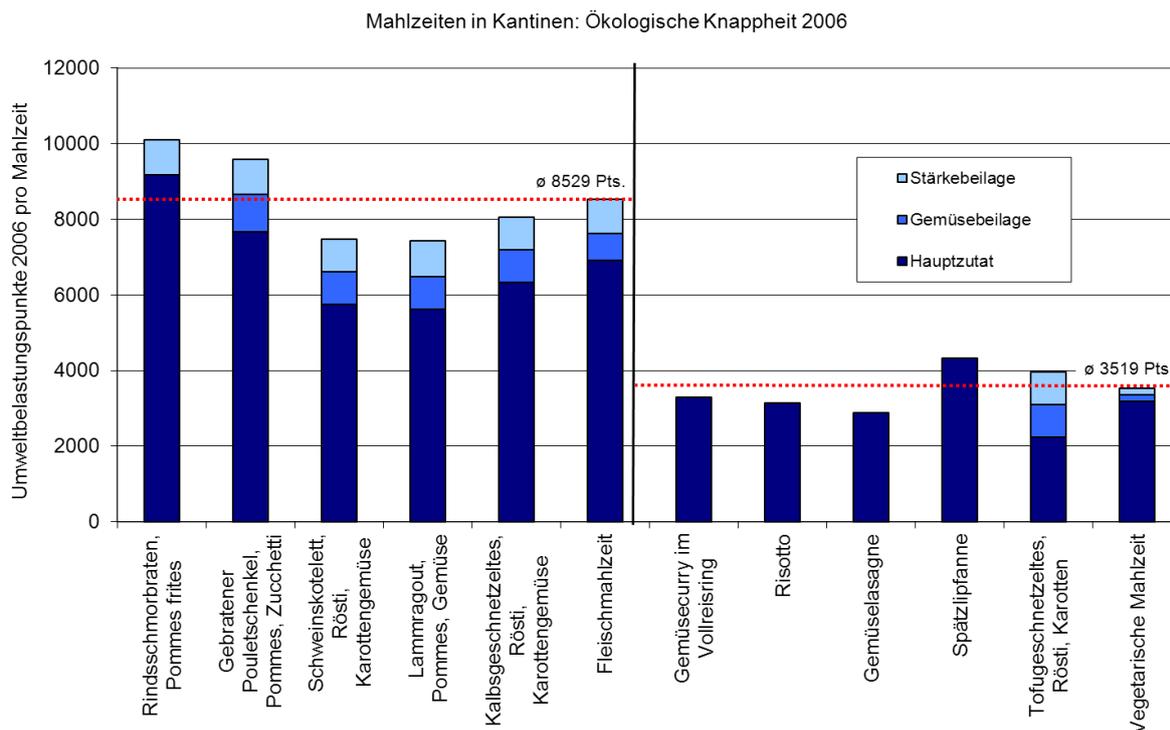


Fig. 6.5 Vergleich der Umweltbelastungen von fleischhaltigen und vegetarischen Kantinenmahlzeiten.

Tab. 6.19 zeigt die detaillierte Literaturlauswertung zu möglichen Einsparpotenzialen durch eine vegetarische Ernährung (Faist 2000; Jungbluth 2000; Kramer 2000; Leuenberger & Jungbluth 2009; Seemüller 2001; Taylor 2000; Uitdenbogerd et al. 1998). Der Verzicht auf tierische Produkte kann zu einer erheblichen Reduktion von Umweltbelastungen führen.

Zusätzliche Einsparungen durch verringerte Aufwendungen im Gesundheitswesen werden in dieser Berechnung nicht berücksichtigt.

Tab. 6.19 Auswertung zum potenziellen Beitrag bei einer vegetarischen Ernährung zur Reduktion der Umweltbelastungen

Vegetarische Ernährung	Reduktionspotenzial	Gesamtpotenzial	Region	Quelle	Annahmen
<b>Konsumbereich</b>	<b>Ernährung</b>				
<b>Umweltbelastung, CH</b>	<b>-35.0%</b>	<b>-9.8%</b>	<b>CH</b>	<b>Schätzung</b>	<b>Verzicht auf Fleisch</b>
	-44.0%		CH	Diese Studie	Verzicht auf tierische Produkte
	-58.7%		CH	Leuenberger 2009	Vegi-Mahlzeit statt Fleisch
<b>Primärenergieverbrauch, CH</b>	<b>-35.0%</b>	<b>-5.9%</b>	<b>CH</b>	<b>Schätzung</b>	<b>Verzicht auf Fleisch</b>
	-52.0%		CH	Diese Studie	Verzicht auf tierische Produkte
	-19.7%		CH	Jungbluth 2003	Verzicht auf Fleisch
	-17.6%		CH	Jungbluth 2003	Verzicht auf Milch und Eier
	-8.0%		CH	Faist 2000	Ovo-lacto Vegetarier
	-24.0%		CH	Faist 2000	Vegane Ernährung
	-31.4%		CH	Jungbluth 2000	Einkauf von Vegetariern
	-1.4%		NL	Uitdenbogerd et al. 1998	Vegetarisch Essen
	-2.5%		NL	Kramer 2000	20% Reduktion des Fleischkonsums
	-4.5%		NL	Kramer 2000	20% Reduktion des Fleischkonsums, 2 mal pro Woche vegetarisch
	-33.3%		DE	Taylor 2000	Ovo-lacto Vegetarier
<b>CO2-eq, CH</b>	<b>-35.0%</b>	<b>-5.6%</b>	<b>CH</b>	<b>Schätzung</b>	<b>Verzicht auf Fleisch</b>
	-48.0%		CH	Diese Studie	Verzicht auf tierische Produkte
	-54.9%		CH	Leuenberger 2009	Vegi-Mahlzeiten
	-26.1%		CH	Jungbluth 2003	Verzicht auf Fleisch
	-28.9%		CH	Jungbluth 2003	Verzicht auf Milch und Eier
	-33.3%		DE	Taylor 2000	Ovo-lacto Vegetarier
	-3.3%		NL	Kramer 2000	20% Reduktion des Fleischkonsums
	-5.5%		NL	Kramer 2000	20% Reduktion des Fleischkonsums, 2 mal pro Woche vegetarisch

#### 6.5.4 Bewusster Genuss

Eine weitere Option für die Reduktion von Umweltbelastungen im Bereich der Ernährung ist der Verzicht auf Genussmittel (Alkohol, Kaffee und Schokolade). Diese Produkte sind für eine gesunde Ernährung nicht nötig bzw. bei übermässigem Konsum sind sie sogar gesundheitsschädlich. Für die Auswertung werden die detaillierten Daten aus Fig. 5.9 verwendet. Durch den vollständigen Verzicht auf diese Produkte können die in Tab. 6.20 aufgezeigten Potenziale ausgeschöpft werden.

Zusätzliche Einsparungen durch verringerte Aufwendungen im Gesundheitswesen werden in dieser Berechnung nicht berücksichtigt.

Tab. 6.20 Auswertung zum potenziellen Beitrag bei einem Verzicht auf Genussmittel zur Reduktion der Umweltbelastungen

Bewusster Genuss	Reduktionspotenzial	Gesamtpotenzial	Region	Quelle	Annahmen
<b>Konsumbereich</b>	<b>Ernährung</b>				
<b>Umweltbelastung, CH</b>	<b>-19.0%</b>	<b>-5.3%</b>	<b>CH</b>	<b>Diese Studie</b>	<b>Verzicht auf Alkohol, Kaffee, Schokolade</b>
	-19.0%		CH	Eigene Berechnung	Verzicht auf Alkohol, Kaffee, Schokolade
<b>Primärenergieverbrauch, CH</b>	<b>-12.0%</b>	<b>-2.0%</b>	<b>CH</b>	<b>Diese Studie</b>	<b>Verzicht auf Alkohol, Kaffee, Schokolade</b>
	-12.0%		CH	Eigene Berechnung	Verzicht auf Alkohol, Kaffee, Schokolade
<b>CO2-eq, CH</b>	<b>-10.0%</b>	<b>-1.6%</b>	<b>CH</b>	<b>Diese Studie</b>	<b>Verzicht auf Alkohol, Kaffee, Schokolade</b>
	-10.0%		CH	Eigene Berechnung	Verzicht auf Alkohol, Kaffee, Schokolade

### 6.5.5 Bioprodukte

Eine wesentliche Frage bei Überlegungen zum umweltbewussten Einkauf ist oftmals die Ökobilanz für Bioprodukte im Vergleich zu konventionellen Produkten oder Produkten mit anderen Labels. In der Schweiz lassen sich folgende Landbauformen unterscheiden:<sup>26</sup>

- Biologische Produktion gemäss Bio-Suisse (BIO) bzw. Migros Bio<sup>27</sup>
- IP-Suisse Label<sup>28</sup>
- Integrierte Produktion (IP)
- ÖLN - ökologischer Leistungsnachweis (wird von allen drei vorgenannten Produktionsweisen in der Regel erfüllt)<sup>29</sup>
- konventionelle Produktion (keine speziellen Einschränkungen).

In unseren Ökobilanzen für BIO-Produkte untersuchen wir den Bioanbau gemäss Richtlinien/Philosophie des biologischen Anbaus in der Schweiz. BIO erfüllt auch den ÖLN, geht aber noch weiter in gewissen Bestimmungen, d.h. BIO ist "strenger" als IP und ÖLN. Bioprodukte werden zum Teil auch importiert.

IP-Suisse bzw. Terra Suisse ist ein Label, das auch den ÖLN erfüllt, aber noch eigene zusätzliche Bestimmungen (zum Pflanzenschutz, Fruchtfolge, Bodenschutz, Tierhaltung, etc.) hat, die ein Bauer erfüllen muss, wenn er das IP-Suisse Label für seine Produkte erhalten möchte. Es werden keine Fungizide und Insektizide eingesetzt (d.h. es ist strenger als IP/ÖLN, aber nicht so streng wie BIO). Ökobilanz-Inventare für Extenso-Produktion, repräsentieren in etwa das aktuelle IP-Suisse Label.

IP (integrierte Produktion) ist in etwa gleichzusetzen mit ÖLN bei Betrachtung des Pflanzenanbaus. Der ÖLN beinhaltet auch Aspekte, die für die Ökobilanz des Anbaus nicht (direkt) relevant sind (z.B. 7% ökologische Ausgleichsfläche). Die in dieser Arbeit erwähnten Ökobilanzen für integrierte Produktion (IP) repräsentieren in etwa den IP-Anbau gemäss ÖLN in der Schweiz und beziehen sich nicht auf das IP-Suisse Label.

Für die konventionelle Produktion gelten keine speziellen Einschränkungen. Diese ist vor allem für importierte Produkte relevant.

In vielen Ökobilanzen wurden die Unterschiede zwischen Bio, IP und konventioneller Produktion untersucht. Im Gegensatz zu IP-Betrieben (Integrierte Produktion) werden in Biobetrieben keine Pestizide und kein Kunstdünger verwendet. Die daraus resultierenden Umweltbelastungen sind deshalb eher geringer. Kunstdünger weisen aber teilweise höhere Aufnahme-raten aus als Hofdünger, mit der Folge, dass weniger Nährstoffe (insbesondere Stickstoff und Phosphor) ausgewaschen werden und die Gewässer gelangen. Problematisch für Bioprodukte ist der Einsatz von Kupferpräparaten als Ersatz für synthetische Pflanzenschutzmittel in einigen Kulturen.

Der Ertrag ist in Biobetrieben meist geringer als in anderen Betriebsarten obwohl der Maschineneinsatz pro Fläche etwa gleich gross ist. Das führt wiederum zu höheren Umweltbelastungen pro kg Bioprodukt. Ferner haben natürliche Faktoren, wie Klima, Boden und Wasser bei

---

<sup>26</sup> Email Auskunft von Thomas Kägi, agroscope, 30.7.2008.

<sup>27</sup> Siehe hierzu <http://www.bio-suisse.ch>.

<sup>28</sup> Siehe hierzu <http://www.ipsuisse.ch/?id=214>, 30.7.2008.

<sup>29</sup> Siehe hierzu <http://www.blw.admin.ch/themen/00006/00049/index.html?lang=de>.

der Bilanz für einzelne Betriebe einen grossen Einfluss (Nemecek et al. 2005; Rossier & Gaillard 2004). Auch die Betriebsführung kann innerhalb eines Systems zu unterschiedlichen Ergebnissen führen.

Der Vergleich zwischen Bio und IP kann je nach untersuchtem Produkt unterschiedlich ausfallen, da es Produkte gibt die sich besser oder schlechter für den Bioanbau unter den jeweiligen Rahmenbedingungen eignen.

Ausserdem ist zu berücksichtigen, dass in Ökobilanzen oft nicht alle Umwelteffekte abgebildet werden können. Für Bioproduktion gibt es bekannte Vorteile z.B. bezüglich Biodiversität die evtl. nicht genügend berücksichtigt werden (Alföldi et al. 1995).

Neben der Auswertung von verschiedenen Studien wurden zu diesem Teil auch eigene Berechnungen durchgeführt. Hierbei wird vom Konsum von Nahrungsmitteln entsprechend der statistischen Daten für das Jahr 2007 ausgegangen (Tab. A. 1, Schweizerischer Bauernverband 2007). Diese Daten wurden mit Ökobilanzdaten verknüpft, die jeweils den gesamten Lebenszyklus des landwirtschaftlichen Produktes (ohne Konsum) abbilden (Jungbluth et al. 2012c). In einem Szenario wird dabei von der derzeitigen Produktion vor allem nach dem Standard des ökologischen Leistungsnachweis (ÖLN) ausgegangen. In einem zweiten Szenario wird von einer 100 % Bioproduktion ausgegangen (soweit Daten für Bioprodukte verfügbar waren, für einige importierte Produkte standen keine entsprechenden Daten zur Verfügung).

Bei 100 % Bioproduktion wird nach diesen Berechnungen etwa 19 % mehr Fläche benötigt. Hieraus ergeben sich entsprechende zusätzliche Importe (oder einer Reduktion des Konsums tierischer Produkte (Seemüller 2001)), da die sich die in der Schweiz zum Anbau verwendete landwirtschaftliche Fläche nicht mehr vergrössern lässt. Die Umweltbelastungen aus den notwendigen Transporten werden hier eingerechnet. Es wird aber auch berücksichtigt, dass Bioprodukte nicht geflogen werden dürfen. Ausserdem wird berücksichtigt, dass Bioprodukte nicht im beheizten Gewächshaus angebaut werden dürfen.

Fig. 6.6 zeigt zunächst den Gesamtvergleich, wenn die Ernährung vollständig auf Bioprodukte umgestellt wird. Belastungen durch Pflanzenschutzmittel (plant protection) sinken deutlich. Da nicht für alle Produkttypen Daten für Bioproduktion zur Verfügung stehen, ist der Wert allerdings in dieser Grafik nicht gleich Null. Hinsichtlich Treibhauseffekt schneiden Bioprodukte etwas besser ab, da gemäss Schweizer BioSuisse Richtlinien Transporte mit dem Flugzeug und Anbau im beheizten Gewächshaus nicht zugelassen sind.

Der biologische Anbau schneidet bei einigen Umweltthemen (z.B. Schwermetallemissionen in den Boden, Ammoniak und Eutrophierung) schlechter ab als die nicht-Bio Produktion. So tragen z.B. auch Kupferanwendungen im Pflanzenbau erheblich zu den verursachten Umweltbelastungen bei.

Die direkte Landnutzung (land occupation) ist deutlich höher im Bioanbau aufgrund des geringeren Ertrags, allerdings relativiert sich diese Aussage wenn die höhere Biodiversität dieser Flächen in der Bewertung berücksichtigt wird zu einem Vorteil (resources, land).

In den meisten anderen Wirkungskategorien sind die Umweltbelastungen etwa gleich hoch. Für einen Gesamtvergleich spielt somit auch die Gewichtung dieser Wirkungskategorien eine wesentliche Rolle. Dies wird auch deutlich wenn andere Ökobilanz-Bewertungsmethoden für den Vergleich verwendet werden. Bei einer Bewertung mit dem Eco-indicator 99 (H,A) beträgt der Vorteil nur 5% während es mit der Methode ReCiPe (H,A, World) sogar 20% weniger Umweltbelastungen sind. Mit der EDIP Methode schneiden die Produktionsweisen dagegen etwa gleich ab (Goedkoop & Spriensma 2000; Goedkoop et al. 2009; Hauschild & Potting 2005).

Die gezeigten Effekte hängen nicht nur mit der biologischen Produktionsweise zusammen sondern sind auch mit den genannten Energieeinsparungen bei Transport und Beheizung von Gewächshäusern zu erklären.

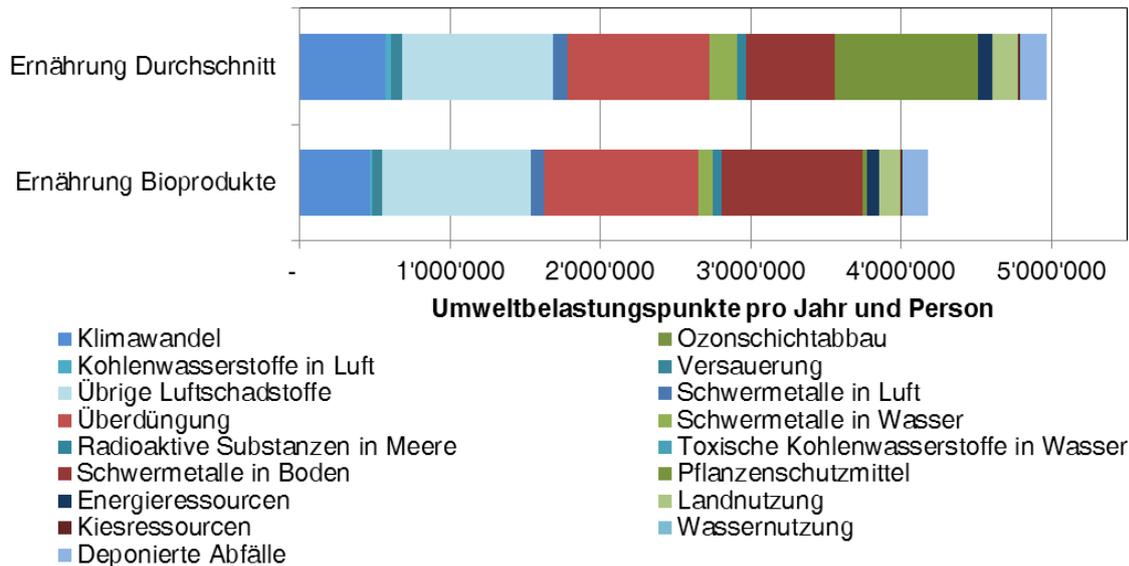


Fig. 6.6 Vergleich von Bio- und IP-Produkten mit verschiedenen Wirkungskategorien der Methode der ökologischen Knappheit

Fig. 6.7 zeigt die direkte Gegenüberstellung für einzelne Produktgruppen. Tierische Produkte haben in dieser Gegenüberstellung erwartungsgemäss das grösste Gewicht. Bioproducte schneiden bei einer Bewertung mit der Methode der ökologischen Knappheit besser ab. Als nächstwichtige Kategorie erscheinen Getränke. Hier schneidet Bio aufgrund der Kupferanwendungen im Weinbau eher schlechter ab. Grosse Unterschiede gibt es auch beim Gemüse, allerdings zu einem wichtigen Anteil auch durch das Verbot von Gewächshausanbau.

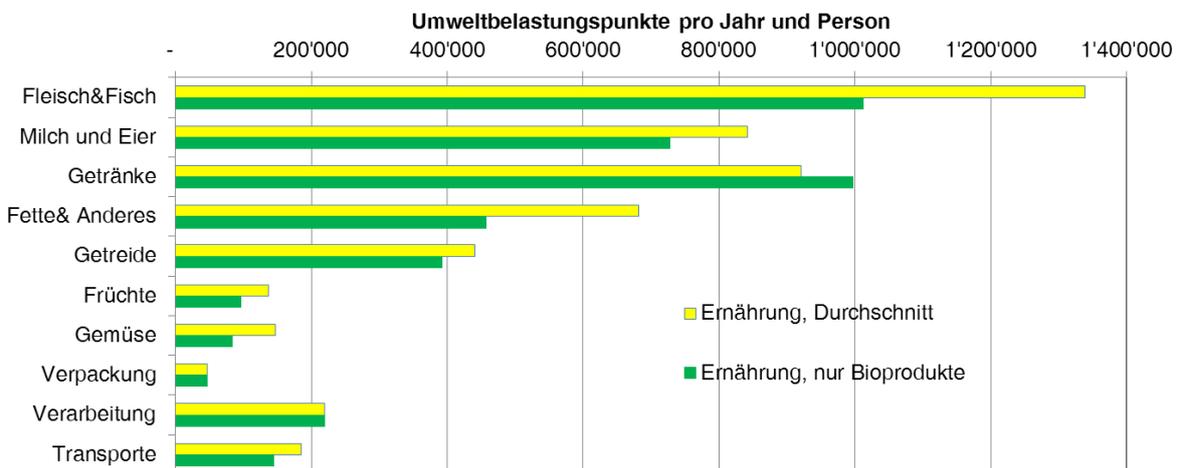


Fig. 6.7 Vergleich von Bio- und IP-Produkten mit dem Anteil von verschiedenen Produktkategorien

In Fig. 6.8 wird der Vergleich der Umweltbelastungen mit einer Unsicherheitsanalyse (Monte Carlo Simulation) weiter verifiziert. Hierbei werden die Unsicherheiten in den Inventardaten nicht aber die Unsicherheiten in der Bewertungsmethode berücksichtigt. Bezüglich Energieverbrauch (ressources, energy) und Treibhausgasemissionen (air, IPCC, GWP) ergibt sich

unter diesen Annahmen eine Verminderung vor allem wegen fehlender Flugtransporte und Gewächshausanbau. Auch die Gesamtumweltbelastung sinkt deutlich, allerdings zeigen 11% der Monte-Carlo Berechnungs-Runs einen Vorteil für IP Produkte.

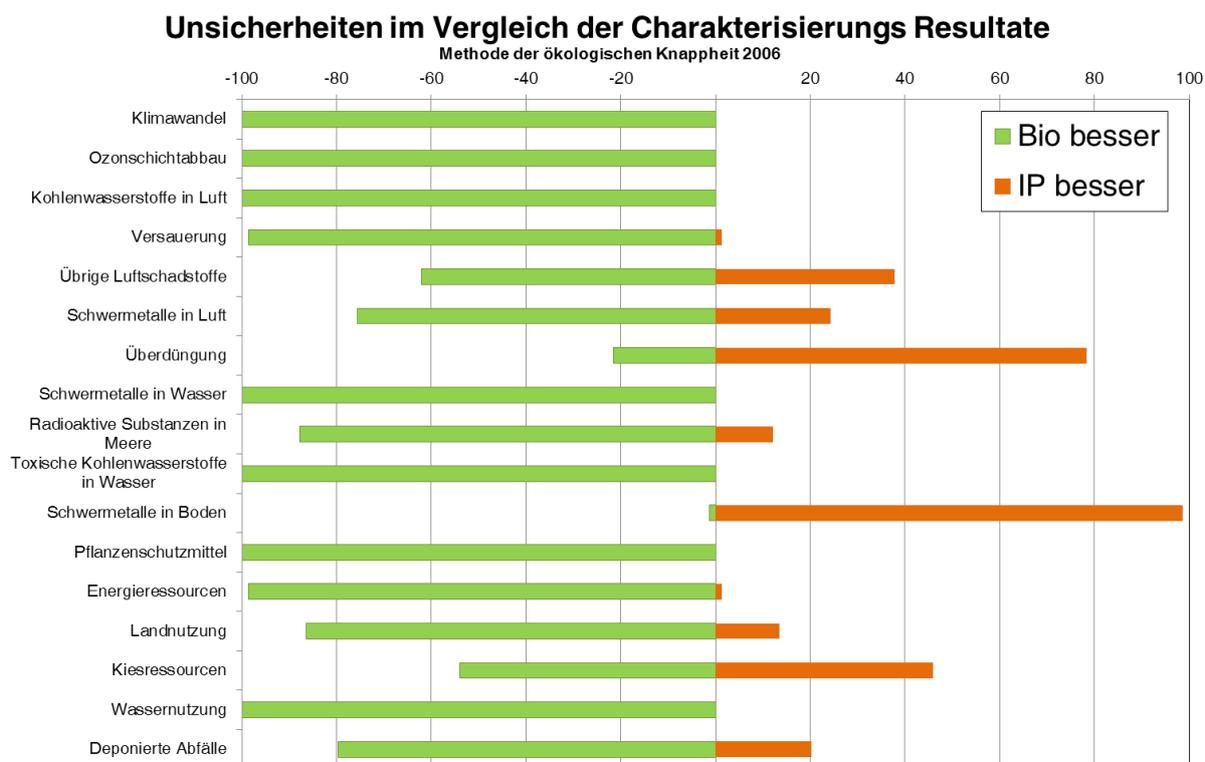


Fig. 6.8 Monte-Carlo Unsicherheitsanalyse für den Vergleich des durchschnittlichen Konsums von Bioprodukten mit IP-Produkten. Angaben in Prozent der Berechnungen (Wahrscheinlichkeit) die zu einem Vorteil für eine Variante führen.

Insgesamt verursachen Bioprodukte 16% geringere Umweltbelastungen als IP Produkte bei der Bewertung mit der Methode der ökologischen Knappheit.

Zusammenfassend lässt sich folgendes sagen:

In vielen Fällen sind die Umweltbelastungen aus konventionellen Betrieben höher als für IP- und Biobetriebe. Bioprodukte schneiden im Gesamtdurchschnitt bei einer Bewertung mit der Methode der ökologischen Knappheit etwa 16% besser ab als IP Produkte. Dieser Vorteil beruht u.a. auch auf dem Verbot des Anbaus im beheizten Gewächshaus und Flugtransporten. Dem Vorteil des Verzichts auf Pestizide und Kunstdünger steht ein Nachteil beim Ertrag und dem Einsatz von Kupfer gegenüber. Für einzelne Produkte, z.B. Wein, gibt es Ausnahmen in denen der Vergleich andersherum ausfällt. Auch die Wahl der Bewertungsmethode kann das Ergebnis des Vergleichs wesentlich beeinflussen.

Die eigenen Berechnungen und Ergebnisse anderer Studien zum Umweltentlastungspotenzial beim Kauf von Nahrungsmitteln aus ökologischer Produktion werden in Tab. 6.21 zusammengefasst (Faist 2000; Griebhammer et al. 2010; Jungbluth et al. 2003; Mäder et al. 2002; Seemüller 2001; Taylor 2000).

Tab. 6.21 Abschätzung zum potenziellen Beitrag einer Ernährung mit Bioprodukten zur Reduktion der Umweltbelastungen

Bioprodukte	Reduktionspotenzial	Gesamtpotenzial	Region	Quelle	Annahmen
<b>Konsumbereich</b>	<b>Ernährung</b>				
Umweltbelastung, CH	-15.9%	-4.5%	CH	Eigene Berechnung	Bioproduktion, kein Gewächshaus und Flugware, zusätzliche Transporte
Primärenergieverbrauch, CH	-6.2%	-1.0%	CH	Eigene Berechnung	Bioproduktion, kein Gewächshaus und Flugware, zusätzliche Transporte
	-33.0%		AT	Fazeni 2011	100% Bioproduktion in AT
	-4.0%		CH	Faist 2000	Zusätzliche Transporte zum Import nicht berechnet. Diese dürften etwa 1% ausmachen
	-1.7%		CH	Jungbluth 2003	100% Bioproduktion, zusätzliche Transporte
	-20% - 56%		CH	Mäder et al. 2002	Nur landwirtschaftlicher Anbau in Fruchtfolge weniger Produkte ohne Verarbeitung, Transport, etc.
<b>CO2-eq, CH</b>	<b>-18.2%</b>	<b>-2.9%</b>	<b>CH</b>	<b>Eigene Berechnung</b>	<b>Bioproduktion, kein Gewächshaus und Flugware, zusätzliche Transporte</b>
	-33.0%		AT	Fazeni 2011	100% Bioproduktion in AT
	-10% bis -30%		DE	Griesshammer 2010	Biogemüse statt konventionel
	-6.0%		CH	Jungbluth 2003	100% Bioproduktion, zusätzliche Transporte
<b>Landnutzung</b>	<b>18.8%</b>		<b>CH</b>	<b>Eigene Berechnung</b>	<b>Fast ausschliesslich Bioproduktion</b>
	14.3%		CH	Jungbluth 2003	100% Bioproduktion, zusätzliche Transporte
	30.0%		CH	Faist 2000	100% Bioanbau
	20.0%		CH	Mäder et al. 2002	Bioanbau statt IP
	32.0%		DE	Seemüller 2000	100% Bioanbau

### 6.5.6 Weniger Nahrungsmittelabfälle

Im gesamten Lebenszyklus von Nahrungsmitteln kommt es zu Verlusten und Verschwendung von essbaren Waren.<sup>30</sup> Deshalb sind die zum Konsum zur Verfügung stehenden Nahrungsmittelmengen in Statistiken oft deutlich höher, als das was aufgrund von Ernährungsprotokollen bzw. Ernährungsstand der Bevölkerung zu erwarten wäre. Alle Akteure im Lebenszyklus können zur Reduktion dieser Menge beitragen und damit die Umweltbelastungen senken.

Aktuelle Daten zum Anteil von Nahrungsmittelverlusten und -abfällen wurden kürzlich publiziert (Tab. 6.22). Dabei wird die auf der Stufe der Konsumentinnen und Konsumenten verursachte Menge an Nahrungsmittelabfällen in West-Europa auf etwa 95-115 kg pro Person und Jahr geschätzt. Nach Kranert et al. (2012) beträgt die Menge der Nahrungsmittelabfälle aus privaten Haushalten in Deutschland 71-92 kg pro Person und Jahr. Im gesamten Lebenszyklus gehen 280-300 kg/Jahr verloren. Dies entspricht etwa 32% der weltweit produzierten Nahrungsmittelmenge (Gustavsson et al. 2011). Für die Schweiz würde sich ein Reduktionspotenzial von etwa 15% ergeben, wenn keine Nahrungsmittelverluste und Nahrungsmittelabfälle auf der Stufe der Konsumentinnen und Konsumenten mehr anfallen.

In einer anderen Studie werden die durchschnittlichen Nahrungsmittelverluste und -abfälle für Europa mit 179 kg pro Person und Jahr beziffert (Monier et al. 2010). Dies würde bei der in der Schweiz zur Verfügung stehenden Menge etwa 25% entsprechen.

<sup>30</sup> [http://www.beobachter.ch/natur/natuerlich-leben/lebensmittel-ernaehrung/artikel/esswaren-im-muell\\_das\\_wegwerf-system/](http://www.beobachter.ch/natur/natuerlich-leben/lebensmittel-ernaehrung/artikel/esswaren-im-muell_das_wegwerf-system/)

Tab. 6.22 Verluste im Lebenszyklus von Nahrungsmitteln (Gustavsson et al. 2011)

Europa	Landwirtschaft	Nach der Ernte	Verarbeitung	Distribution	Konsum	Total
Getreide	2%	4%	5%	2%	25%	38%
Rüben und Knollen	20%	9%	15%	7%	17%	68%
Ölsamen	10%	1%	5%	1%	4%	21%
Früchte und Gemüse	20%	5%	2%	10%	19%	56%
Fleisch	3%	1%	5%	4%	11%	24%
Fisch	9%	1%	6%	9%	11%	36%
Milchprodukte	4%	1%	1%	1%	7%	13%

Die gezeigten Zahlen werden in folgender Grafik anschaulich dargestellt.

### Nahrungsmittel in Europa: Ein riesiger Anteil wird zu Ausschussware

Erschreckend: Nur 32 Prozent der gesamten Kartoffelproduktion landen im Magen der Konsumenten, über zwei Drittel gehen verloren. Die Welternährungsorganisation der Uno (FAO) hat 2011 ermittelt, wo in der Versorgungskette von Lebensmitteln die Verluste entstehen.\*

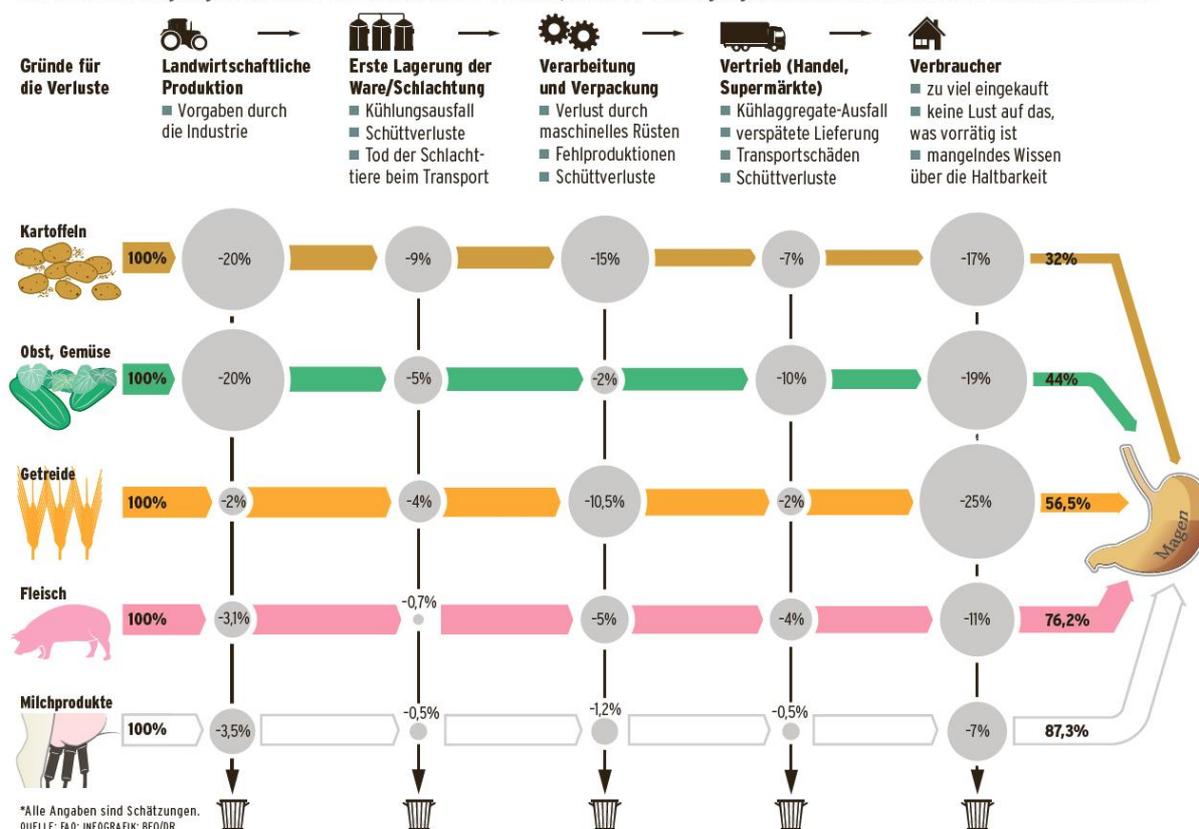


Fig. 6.9 Verluste und Abfälle im Lebenszyklus von Nahrungsmitteln (Beobachter<sup>31</sup>)

Das Reduktionspotenzial wird in Tab. 6.23 abgeschätzt. Dabei wird (als Best-Case) davon ausgegangen, dass auf Stufe der Konsumentinnen und Konsumenten keine Verluste und Abfälle mehr auftreten. Dies bedeutet z.B. dass alle Lebensmittel rechtzeitig vor dem Verfalldatum gegessen werden oder dass gekaufte Lebensmittel vollständig gegessen werden (keine Tellerreste und Zubereitung nur der tatsächlich konsumierten Menge).

Ein wichtiger Punkt zur Erreichung dieses Ziels, ist die Interpretation der Haltbarkeitsdaten auf den Produkten. „Mindestens haltbar bis“ ist missverständlich, da das Produkt durchaus

<sup>31</sup> [http://www.beobachter.ch/natur/natuerlich-leben/lebensmittel-ernaehrung/artikel/esswaren-im-muell\\_das-wegwerf-system/](http://www.beobachter.ch/natur/natuerlich-leben/lebensmittel-ernaehrung/artikel/esswaren-im-muell_das-wegwerf-system/)

noch nach diesem Datum genusstauglich ist. Eine Fehlinterpretation von Verfall- oder anderen Daten ist für die Verschwendung von Nahrungsmitteln mitverantwortlich.

Tab. 6.23 Abschätzung zum potenziellen Beitrag bei der Vermeidung von Lebensmittelverlusten zur Reduktion der Umweltbelastungen

Weniger Nahrungsmittelabfälle	Reduktionspotenzial	Gesamtpotenzial	Region	Quelle	Annahmen
<b>Konsumbereich</b>	<b>Ernährung</b>				
Umweltbelastung, CH	-11.0%	-3.1%	CH	Gustavsson et al. 2011	Keine Verluste beim Konsumenten
	-23.0%	-6.4%	CH	Gustavsson et al. 2011	Keine Verluste im ganzen Lebenszyklus
Primärenergieverbrauch, CH	-10.0%	-1.7%	CH	Gustavsson et al. 2011	Keine Verluste beim Konsumenten
	-23.0%	-3.9%	CH	Gustavsson et al. 2011	Keine Verluste im ganzen Lebenszyklus
CO <sub>2</sub> -eq, CH	-10.0%	-1.6%	CH	Gustavsson et al. 2011	Keine Verluste beim Konsumenten
	-25.0%	-4.0%	CH	Gustavsson et al. 2011	Keine Verluste im ganzen Lebenszyklus

### 6.5.7 Reduktion des Nahrungsmittelkonsums (Normalgewicht)

In einer Untersuchung aus dem Jahr 2007 weisen rund 37.3 % der Erwachsenen in der Schweiz gemäss eigenen Angaben einen BMI (body mass index) von  $\geq 25$  auf. Eine Untersuchung aus dem Jahr 2011 gibt den Anteil der Übergewichtigen Schweizer sogar mit 53% an.<sup>32</sup> In dieser Studie wurde der Bauchumfang mit Normwerten verglichen (Chappuis et al. 2011).

Der durchschnittliche BMI in der Gesamtgruppe der Übergewichtigen aus der Studie 2007 liegt bei 28.3 (2007).<sup>33</sup> In Relation zum Normalgewicht (BMI  $\leq 25$ ) und einer Durchschnittsgrösse von 170 cm ergibt sich damit ein durchschnittliches Gewicht der Übergewichtigen von 82 kg. Dies entspricht etwa 10 kg Übergewicht in dieser Gruppe bzw. 3.7 kg Übergewicht im Schweizer Durchschnitt.

Die Umweltfolgen durch den Überkonsum von Nahrungsmitteln wurden in einer Ökobilanz grob abgeschätzt (Cordella et al. 2009). Demnach erhöht 1 kg Übergewicht die Umweltbelastungen der täglichen Nahrungsmittelaufnahme um etwa 1.3 % (für zusätzliche Nahrungsmittel). Ausserdem werden einmalig etwa 260 % der täglichen Menge einmal als zusätzliche Nahrungsmittel aufgenommen um das höhere Gewicht erlangen. Diese Menge wird hier über die Lebenserwartung von 82 Jahren abgeschrieben. Damit ergibt sich ein Reduktionspotenzial durch verringerte Nahrungsmittelaufnahme von 4.9 % wenn die gesamte Bevölkerung nicht mehr übergewichtig wäre (Tab. 6.24).

Zusätzliche Einsparungen durch verringerte Aufwendungen im Gesundheitswesen werden in dieser Berechnung noch nicht berücksichtigt. Die Kosten, die durch Übergewicht und Adipositas sowie durch die damit verbundenen Krankheiten verursacht werden, beliefen sich gemäss BAG 2006 auf CHF 5,8 Milliarden.<sup>34</sup> Dieser Betrag entspricht einem Anteil von etwa 11% an den Gesundheitskosten von 54 Mrd. CHF und damit einer zusätzlichen Reduktion von knapp 1% bezüglich der gesamten Umweltbelastung in der Schweiz (die in Tab. 6.24 nicht berücksichtigt ist).

Bei diesem Thema sind auch Überschneidungen mit anderen Ernährungsthemen zu beachten. So ist z.B. der hohe Fleisch- und Fettkonsum ein Grund für das Übergewicht.

<sup>32</sup> <http://www.sonntagszeitung.ch/nachrichten/artikel-detailseiten/?newsid=197567>

<sup>33</sup> [http://www.bag.admin.ch/themen/ernaehrung\\_bewegung/05207/05218/05232/index.html?lang=de](http://www.bag.admin.ch/themen/ernaehrung_bewegung/05207/05218/05232/index.html?lang=de), 12.9.2011

<sup>34</sup> [http://www.bag.admin.ch/themen/ernaehrung\\_bewegung/11660/11662/11663/index.html?lang=de](http://www.bag.admin.ch/themen/ernaehrung_bewegung/11660/11662/11663/index.html?lang=de)

Tab. 6.24 Abschätzung zum potenziellen Beitrag bei Einhaltung des Normalgewichtes zur Reduktion der Umweltbelastungen

Diät	Reduktionspotenzial	Gesamtpotenzial	Region	Quelle	Annahmen
<b>Konsumbereich</b>	<b>Ernährung</b>				
<b>Umweltbelastung, CH</b>	<b>-4.9%</b>	<b>-1.4%</b>	<b>CH</b>	Grobschätzung	BMI <= 25 für Gesamtbevölkerung
<b>Primärenergieverbrauch, CH</b>	<b>-4.9%</b>	<b>-0.8%</b>	<b>CH</b>		
<b>CO2-eq, CH</b>	<b>-4.9%</b>	<b>-0.8%</b>	<b>CH</b>		

### 6.5.8 Verzicht aufs Rauchen

Der Konsum von Tabak und Drogen wird ebenfalls im Konsumbereich der Nahrungsmittel erfasst. In der Schweiz werden pro Kopf der Bevölkerung mehr als 8 Zigaretten täglich geraucht. Da ein Drittel der Bevölkerung Raucher sind, kommen diese auf durchschnittlich mehr als ein Päckchen Zigaretten pro Tag.<sup>35</sup> Mit einem Gewicht von 0.92 Gramm pro Zigarette entspricht dies im Durchschnitt etwa 2.7 Kilogramm Tabak pro Person bzw. 8.1 kg Tabak pro Raucher und Jahr. Letzteres entspricht etwa 1 % im Vergleich zur Menge der konsumierten Nahrungsmittel. Neben dem Anbau von Tabak und der Produktion von Zigaretten sind in der Ökobilanz auch Emissionen aus der Verbrennung und dem Littering von Zigarettenkippen zu berücksichtigen. Der Ertrag beim Tabak liegt bei 1-3 Tonnen pro Hektar eher niedrig im Vergleich zu anderen Kulturen. Damit sind dort eher hohe Umweltbelastungen im Vergleich zu anderen pflanzlichen Produkten zu erwarten. Das Reduktionspotenzial konnte mangels genauerer Ökobilanz-Daten noch nicht bestimmt werden, liegt aber für die Raucher bei schätzungsweise einigen Prozent bezogen auf den Konsumbereich Ernährung.

Zusätzliche Einsparungen durch verringerte Aufwendungen im Gesundheitswesen könnten in einer Berechnung des Reduktionspotenzials ebenfalls berücksichtigt werden. Das BAG veröffentlicht hierzu folgende Zahlen:<sup>36</sup> „Die Gesamtkosten des Tabakkonsums wurden für das Jahr 1995 von Professor C. Jeanrenaud und seinem Team an der Universität Neuenburg berechnet. Die Kosten für medizinische Behandlungen belaufen sich auf 1,2 Milliarden Franken. ... Aufgrund fehlender Daten konnten die Kosten für die von Zigaretten ausgelösten Bränden, die Reinigung von Bahnhöfen und weiteren öffentlichen Gebäuden sowie Plätzen nicht berücksichtigt werden.“ Die Auswirkungen des Passivrauchens bei Nichtrauchenden werden mit 420 Mio CHF abgeschätzt.

### 6.5.9 Zusammenfassung (Umwelt- und gesundheitsbewussten Ernährung)

Für den Endkonsumenten lassen sich aus der Auswertung verschiedener Untersuchungen zu den Umweltfolgen des Nahrungsmittelkonsums die folgenden Hinweise für ein umweltorientiertes Verhalten ableiten. Die Orientierung an diesen Einkaufs- und Verhaltensregeln trägt zur Entlastung der Umwelt bei:

1. Reduktion des Konsums von Fleisch und tierischen Produkten zu Gunsten von Getreide-, Obst- und Gemüseprodukten,
2. Reduktion des Konsums von Genussmitteln wie Alkohol, Kaffee, Schokolade, Tabak, etc.,
3. Kauf von Bioprodukten,

<sup>35</sup> <http://www.rauchstoppzentrum.ch/0189fc92f11229701/index.html> am 12.9.2011

<sup>36</sup> <http://www.bag.admin.ch/themen/drogen/00041/00611/01744/index.html?lang=de>

4. Vermeidung von Nahrungsmittelabfällen,
5. Reduktion von Übergewicht,
6. Verzicht auf frische Produkte aus Übersee (oder Europa), bei denen nicht sicher ausgeschlossen werden kann, dass sie eingeflogen wurden.<sup>37</sup> Einkauf von Produkten aus der Schweiz bzw. aus der Region,
7. Kauf von Saisongemüse und Verzicht auf Gemüseprodukte aus dem beheizten Gewächshaus,
8. *Reduktion des Energieverbrauchs im Haushalt (Kochen, Kühlschrank, etc.) und beim Einkaufen (Auto). Hier nicht im Konsumbereich Nahrungsmittel erfasst.*

Die Untersuchungen zeigen die Notwendigkeit auf, ökologische Handlungshinweise über den gesamten Konsum hinweg zu gewichten. Beim Einkauf gibt es eine übergeordnete Bedeutung des Ausmasses des Fleischkonsums für die verursachten Umweltbelastungen. Detailentscheidungen, wie z.B. die Auswahl einer bestimmten Verpackung, sind auf Grund viel wichtigerer Entscheide zur Ernährungsweise weniger umweltrelevant.

Tab. 6.25 zeigt mögliche potenzielle Beiträge, wenn verschiedene Massnahmen zur Umweltentlastung kombiniert werden (Carlsson-Kanyama et al. 2003; Fazeni 2011; Griebhammer et al. 2010; Jungbluth 2000; Kramer 2000; Meier & Christen 2012) bzw. vielversprechende Ansätze aus den vorhergehenden Abschnitten. Da es bei den verschiedenen Themen Überschneidungen gibt, ist das Gesamtpotenzial kleiner als die Summe aller Einzelmassnahmen. Ausserdem werden hier die Einzelmassnahmen aus den vorhergehenden Kapiteln nicht genau übernommen sondern im Sinne eines Gesamtkonzeptes zusammengefasst.

Von der Erklärung von Bern wird eine Reduktion des Fleischkonsums auf etwa 30 kg pro Person und Jahr aus verschiedenen Gründen empfohlen (Blum 2011). In verschiedenen Studien wird aufgezeigt, dass der Konsum von Fleisch um etwa 50% reduziert werden müsste, wenn die Schweiz auf den Import von Nahrungsmitteln verzichten möchte (Blum 2011; BWL 2011; Würtenberger 2003).

Aus Gesundheitssicht ist eine Reduktion auf je zwei Fleisch- und 1-2 Fischportionen à 180 Gramm pro Woche wünschenswert und ohne Einschränkungen empfehlenswert (von Koerber et al. 1999).<sup>38</sup> Wird jedoch beim Fisch auch berücksichtigt welche Menge nachhaltig gefangen werden kann ist ein Konsum nur einmal pro Monat<sup>39</sup> möglich. Für die Potenzialberechnung in diesem Kapitel wird deshalb nicht das maximal mögliche, d.h. eine vegane Ernährung, verwendet sondern nur von einer Reduktion des Fleischkonsums entsprechend dieser Vorgaben aus Gesundheitssicht ausgegangen.

Insgesamt hat eine Reduktion des Konsums von Fleisch und tierischen Produkten aus Sicht der Konsumenten das grösste Potenzial für die Reduktion von Umweltbelastungen aus der Ernährung. Nur dadurch wäre auch eine substantielle Umstellung auf biologische Landwirtschaft möglich ohne dass die Menge der Importe erhöht werden muss. Diese Umstellung

---

<sup>37</sup> Von Flugtransporten muss immer dann ausgegangen werden, wenn die Produkte frisch verkauft werden und leicht verderblich sind (z.B. Fisch, Spargel, Kirschen, Erdbeeren etc.). Schiffstransporte von (tiefgefrorenen) Produkten sind demgegenüber weniger problematisch. Einige Lebensmittelvermarkter sind inzwischen bereit, eingeflogene Produkte entsprechend zu kennzeichnen (z.B. <http://www.coop.ch>).

<sup>38</sup> Persönliche Mitteilung und Beitrag auf einem Symposium (<http://www.schweizerfleisch.ch/de/werbung-events/weiterbildung/fachsymposium-2010.html>) von Dr. Paolo Colombani, ETH Zurich, SwissFIR Consumer Behavior & Exercise Physiology im November 2010.

<sup>39</sup> Berechnung dazu welche Menge allen Menschen der Erde zur Verfügung stehen könnte auf <http://www.fair-fish.ch/blog/archive/2010/09/12/das-beste-label-nur-einmal-pro-monat-fisch.html>.

könnte dann auch zu den entsprechenden positiven Effekten insbesondere im Hinblick auf die direkte Beeinflussung der Biodiversität führen. Eine weitere Reduktionsmöglichkeit, welche zusätzlich auch positive Auswirkungen auf die Gesundheit hat, besteht bei einem reduzierten Konsum von Genussmitteln. Weniger wichtig sind demgegenüber der regionale Einkauf (Verzicht auf eingeflogene Produkte) und der saisonale Einkauf (Verzicht auf Gewächshausprodukte).

Verschiedene der oben genannten Hinweise zur umweltfreundlichen, gesunden und nachhaltigen Ernährung werden im Konzept der Vollwerternährung vereint (von Koerber et al. 1999).

Auch hier werden eventuell mögliche zusätzliche Einsparungen durch verringerte Aufwendungen im Gesundheitswesen in der Berechnung noch nicht berücksichtigt.

Tab. 6.25 Abschätzung zum potenziellen Beitrag einer ökologisch optimierten Ernährung (Vollwerternährung bzw. umwelt- und gesundheitsbewusst) zur Reduktion der Umweltbelastungen

Umwelt- und Gesundheitsbewusst	Reduktionspotenzial	Gesamtpotenzial	Region	Quelle	Annahmen
<b>Konsumbereich</b>	<b>Ernährung</b>				
<b>Umweltbelastung, CH</b>	<b>-45.0%</b>	<b>-12.6%</b>	<b>CH</b>	Schätzung	Tierische Produkte und Genussmittel reduziert, kein Gewächshausgemüse und Flugware
<b>Primärenergieverbrauch, CH</b>	<b>-45.0%</b>	<b>-7.6%</b>	<b>CH</b>		Tierische Produkte und Genussmittel reduziert, kein Gewächshausgemüse und Flugware
	-33.0%		AT	Fazeni 2011	Szenarien zu verstärkter Eigenversorgung, Reduktion tierische Produkte, Bioanbau
	-11.2%		NL	Kramer 2000	"Optimaler Konsum", Reduzierter Fleisch und Milchverbrauch
	-27.8%		DE	Taylor 2000	Bionahrungsmittel und ökologisches Verhalten
	-54.7%		DE	Taylor 2000	Ovo-lacto Vegetarier, Kauf ökologischer Produkte
	-13.4%		CH	Jungbluth 2000	Beobachteter umweltbewusster Einkauf von Konsumenten im Vergleich zum Durchschnitt
	-67.1%		SE	Carlsson-Kanyama et al. 2003	Beobachteter Unterschied zwischen Haushalten mit maximalem und minimalem Energieverbrauch aus der Ernährung. Ausser-Haus Konsum nicht berücksichtigt. Einfluss durch konsumierte Menge.
<b>CO2-eq, CH</b>	<b>-40.0%</b>	<b>-6.4%</b>	<b>CH</b>		Tierische Produkte und Genussmittel reduziert, kein Gewächshausgemüse und Flugware
	-33.0%		AT	Fazeni 2011	Szenarien zu verstärkter Eigenversorgung, Reduktion tierische Produkte, Bioanbau
	-12.0%		DE	Meier & Christen 2011	Männer essen die gleiche Zusammensetzung an Nahrungsmitteln wie Frauen (weniger Fleisch, mehr Gemüse).
	-30%		DE	Grießhammer 2010	Gesunde Ernährung (weniger Fleisch/Fett, mehr Gemüse und Obst)
	-11.9%		NL	Kramer 2000	"Optimaler Konsum", Reduzierter Fleisch und Milchverbrauch
	-50.0%		DE	Taylor 2000	Ovo-lacto Vegetarier, Kauf ökologischer Produkte

## 6.6 Abschätzung zum Gesamtpotenzial

### 6.6.1 Überblick

Im Folgenden werden die verschiedenen Optionen hinsichtlich der betrachteten Umweltthemen verglichen. Tab. 6.26 zeigt als Antwort zu Forschungsfragen 6 „*Welches ist das «Idealverhalten» im Hinblick auf einen nachhaltigen Konsum? In welchen Themenbereichen können von Privatpersonen effektiv Wirkungen erzielt werden? Wo haben Privatpersonen Handlungsspielraum und wo nicht? Wie gross ist der Handlungsspielraum?*“ die Ergebnisse zu den Gesamtpotenzialen für alle untersuchten Indikatoren.

Diese Zahlen gelten jeweils im Vergleich zum Schweizer Durchschnitt. Unter Annahmen wird in Tab. 6.26 die Option für die Umweltbelastungen erklärt. Unter Umständen wurden bei anderen Indikatoren unterschiedliche Annahmen zu Grunde gelegt, welche im entsprechenden Kapitel bereits erklärt wurden.

In unserer Abschätzung für die drei untersuchten Themenbereiche gibt es im Bereich Nahrungsmittel potenziell die grössten Möglichkeiten zur Reduktion der Umweltbelastungen, Dabei scheint eine Kombination verschiedener Verhaltenshinweise im Sinne des Konzeptes „Vollwerternährung“ sinnvoll. Dieses Konzept beinhaltet vor allem eine Reduktion des Konsums von Fleisch, Fisch und tierischen Produkten sowie Genussmitteln. Beim Bereich Wohnen (Miete, Energie, Wasser und Entsorgung) stehen die Höhe des Wärmebezugs und die Art der Heizung im Vordergrund. Hier besteht ein grosses Potenzial beim Umstellen des Energieträgers auf erneuerbare Energien und die Verbesserung des Gebäudestandards (MINERGIE-P). Im Bereich Mobilität steht die Mobilität aus eigener Kraft an erster Stelle. Hinsichtlich der Indikatoren Treibhausgasemissionen und Primärenergiebedarf sind Massnahmen in den Konsumbereichen Mobilität und Wohnen wichtiger als bei der Ernährung.

Beachtet werden muss bei der Interpretation dieser Potenziale, dass verschiedene Optionen nicht einfach addiert werden können. So sind z.B. die Einsparmöglichkeiten bei der Wahl des Energiebezugs für ein Minergie-Haus geringer, da hier Energieverluste bereits zu einem grossen Teil reduziert wurden und deren Anteil an den Gesamtbelastungen damit geringer ausfällt. Addiert werden können z.B. zwei Potenziale aus unterschiedlichen Konsumbereichen (z.B. vegetarische Ernährung plus öffentlicher Verkehr). Teilweise können die Potenziale miteinander multipliziert werden (z.B. Verbrauchsreduktion durch Minergie mal Reduktion Umweltbelastungen durch Solarkollektor ergibt das kombinierte Reduktionspotenzial). Teilweise schliesst sich eine Kombination aber auch aus. So erfasst z.B. die Massnahme „Mobil mit eigener Kraft“ bereits die maximal mögliche Reduktion im Mobilitätsbereich dementsprechend kann das Potenzial durch andere Massnahmen aus diesem Bereich nicht mehr erhöht werden.

Tab. 6.27 wird das Ergebnis einer solchen Maximal-Abschätzung gezeigt und damit das Gesamtpotenzial für die Reduktion von Umweltbelastungen bei einer Kombination aller möglichen Massnahmen in den Bereichen Wohnen (Energie Wasser und Entsorgung), Mobilität und Nahrungsmittel abgeschätzt. Die so kombinierten Massnahmen wurden in Tab. 6.26 gelb markiert.

So beträgt z.B. der Anteil der Ernährung etwa 28% an der Gesamtbelastung. Durch die Kombination der Massnahmen Vegetarische Ernährung, bewusster Genuss, Bioprodukte, weniger Nahrungsmittelabfälle und Diät wäre theoretische ein Gesamtpotenzial von minus 22% vorhanden. Bei der Mobilität könnten die gesamten Belastungen eingespart werden (wenn auf eine motorisierte Fortbewegung verzichtet wird). Im Bereich Wohnen (Energie) wären ebenfalls erhebliche Einsparungen bei einer Kombination der besten Technologien und sehr sparsamen Verhalten möglich.

Insgesamt erscheint eine Reduktion der Gesamtbelastungen um fast die Hälfte möglich wenn alle Massnahmen in den drei Konsumbereichen erfolgreich kombiniert werden. Dies würde bereits ausreichen um das Minimalziel einer Reduktion der Umweltbelastungen um 40% zu erreichen (vgl. Jungbluth et al. 2011b:S. 98ff).

Bezogen auf den Anteil dieser Konsumbereiche an der Gesamtbelastung können die hier diskutierten Massnahmen seitens der Haushalte zu einer Reduktion von etwa 80% der Gesamtbelastungen führen. Trotzdem sollte auch in allen anderen Konsumbereichen eine Reduktion angestrebt werden um das oben genannte Ziel ohne Extremmassnahmen zu erreichen. Es müssen also auch Massnahmen in anderen Konsumbereichen entwickelt werden, die zu einer Reduktion von Umweltbelastungen beitragen (siehe Kapitel 6.7 mit ersten Überlegungen hierzu).

Es ist aber fraglich ob das Ziel einfach alleine mit Massnahmen auf der Konsumseite erreicht werden kann. Somit sind neben den Massnahmen der Haushalte weitere Anstrengungen auf Seiten der Hersteller und Anbieter von Waren und Dienstleistungen notwendig um die Ziele für eine nachhaltige Entwicklung zu erreichen.

6. Reduktionspotenziale für Umweltbelastung, Treibhausgasemissionen und Primärenergiebedarf

Tab. 6.26 Gesamtpotenziale für die Reduktion der Gesamtbelastungen bei verschiedenen Verhaltensoptionen für KonsumentInnen

Gesamtpotenzial	Umweltbelastung, CH	CO2-eq, CH	Primärenergieverbrauch, CH	Konsumbereich	Annahmen
Umwelt- und Gesundheitsbewusst	<b>-12.6%</b>	-6.4%	-7.6%	Ernährung	Tierische Produkte und Genussmittel reduziert, kein Gewächshausgemüse und Flugware
Vegetarische Ernährung	-9.8%	-5.6%	-5.9%	Ernährung	Verzicht auf Fleisch
Bewusster Genuss	-5.3%	-1.6%	-2.0%	Ernährung	Verzicht auf Alkohol, Kaffee, Schokolade
Bioprodukte	-4.5%	-2.9%	-1.0%	Ernährung	Bioproduktion, kein Gewächshaus und Flugware, zusätzliche Transporte
Weniger Nahrungsmittelabfälle	-3.1%	-1.6%	-1.7%	Ernährung	Keine Verluste beim Konsumenten
Diät	-1.4%	-0.8%	-0.8%	Ernährung	BMI <= 25 für Gesamtbevölkerung
Regionale Ernährung	-0.3%	-0.8%	-0.2%	Ernährung	Verzicht auf Flugware
Saisonale Ernährung	-0.2%	-0.3%	-0.3%	Ernährung	Verzicht auf Gewächshausgemüse
Mobil mit eigener Kraft	<b>-11.9%</b>	<b>-18.9%</b>	<b>-17.3%</b>	Mobilität	Keine Nutzung von Auto, Bahn, Flugzeug
Öffentlicher Verkehr	-8.0%	-15.0%	-11.1%	Mobilität	Bahn statt Auto
Elektroauto zertifiziert	-3.5%	-11.5%	-7.7%	Mobilität	Nutzung von Elektroauto betrieben mit zertifiziertem Strom anstatt normalem Auto
Sparsamstes Auto	-3.1%	-6.0%	-4.6%	Mobilität	Sparsamstes Auto
Ohne Fliegen	-1.1%	-2.6%	-2.0%	Mobilität	Verzicht aufs Flugzeug
Elektroauto	-0.6%	-6.4%	-1.5%	Mobilität	Nutzung von Elektroauto anstatt normalem Auto
Energiesparendes Verhalten	-9.4%	-11.8%	-12.3%	Wohnen	Weniger Wohnfläche, Mehrfamilienhaus, Verringerung Raumtemperatur und stossweises Lüften.
MINERGIE-P Standard	-3.3%	-11.7%	-9.4%	Wohnen, Energie, Wärme	Minergie-P (Öl/Solar) Sanierung bis 2050
Wärmepumpe	-1.6%	-13.2%	-1.0%	Wohnen, Energie, Wärme	Wärmepumpe, Wasser statt Durchschnitt
Ökostrom	-4.5%	-2.6%	-6.7%	Wohnen, Strom	zertifizierter Strom
sparsame Haushaltsgeräte	-2.7%	-1.5%	-5.4%	Wohnen, Strom	Stromsparende Geräte und sparsames Verhalten

6. Reduktionspotenziale für Umweltbelastung, Treibhausgasemissionen und Primärenergiebedarf

Tab. 6.27 Zusammenfassung der möglichen Gesamtreduktion von Umweltbelastungen bei einer Kombination verschiedener Massnahmen (gelb markiert in Tab. 6.26) in den drei wichtigsten Konsumbereichen

Indikator	Umweltbelastung, CH	CO2-eq, CH	Primärenergieverbrauch, CH	
Total (pro a+Pers.)	20'000'000	12.8	8'250	Ausgangslage für die Gesamtbelastung
Ernährung	28%	16%	17%	Anteil des Konsumbereichs an Gesamtbelastung
Gesamtpotenzial Ernährung	<b>-22%</b>	<b>-12%</b>	<b>-11%</b>	Kombination aller Massnahmen
Mobilität	12%	19%	17%	Anteil des Konsumbereichs an Gesamtbelastung
Gesamtpotenzial Mobilität	<b>-12%</b>	<b>-19%</b>	<b>-17%</b>	Kombination aller Massnahmen
Wohnen	19%	24%	25%	Anteil des Konsumbereichs an Gesamtbelastung
Gesamtpotenzial Wohnen	<b>-15%</b>	<b>-23%</b>	<b>-23%</b>	Kombination aller Massnahmen
Anteil der drei Konsumbereiche an der Gesamtbelastung	59%	59%	59%	Anteil der Konsumbereiche Ernährung, Wohnen (Energie) und Mobilität
Gesamtpotenzial, drei Bereiche	<b>-49%</b>	<b>-54%</b>	<b>-51%</b>	Maximale Reduktion der Gesamtbelastung bei Kombination von Massnahmen in den drei Konsumbereichen
Total, reduziert (pro a+Pers.)	10'223'846	6	4'047	Indikatorwert maximal reduziert
Reduktion bezogen auf untersuchte Konsumbereiche	<b>-83%</b>	<b>-92%</b>	<b>-87%</b>	Reduktion bezogen auf Anteil der Konsumbereiche Ernährung, Wohnen (Energie) und Mobilität

### 6.6.2 Methode der ökologischen Knappheit

Fig. 6.10 gibt einen Überblick zu den für Einzelpersonen erreichbaren Gesamtpotenzialen zur Reduktion der Umweltbelastungen, die mit dem Indikator Umweltbelastungspunkte bewertet wurden. In einer ersten Abschätzung für die drei untersuchten Themenbereiche gibt es im Bereich Nahrungsmittel potenziell die grössten Möglichkeiten zur Reduktion der Umweltbelastungen, bei einer Kombination verschiedener Verhaltenshinweise im Sinne einer Vollwerternährung. Das bedeutet vor allem eine Reduktion des Konsums von Fleisch, Fisch und tierischen Produkten sowie Genussmitteln. Diese Massnahmen sind auch aus Gesundheitssicht positiv und könnten in diesem Konsumbereich zu weiteren Einsparungen führen. Hier kommt zum Tragen, dass in der Landwirtschaft eine Reihe von Umweltbelastungen entstehen, die mit den Indikatoren Treibhauseffekt und Primärenergiebedarf nur ungenügend abgedeckt werden.

Beim Bereich Wohnen (Miete, Energie, Wasser und Entsorgung) stehen der Wärmebezug und die Art der Heizung im Vordergrund. Hier besteht ein grosses Potenzial - z.B. beim Umstellen des Energieträgers auf erneuerbare Energien und die Verbesserung des Gebäudestandards (MINERGIE). Auch durch einen erneuerbaren Strommix und eine Reduktion des Stromverbrauchs ergeben sich Einsparpotenziale.

Im Bereich Mobilität ist eine Reduktion der Umweltbelastung von 8 % durch den Umstieg vom Auto auf den öffentlichen Verkehr möglich. Durch einen kompletten Verzicht auf das Auto und den öffentlichen Verkehr ist ein noch grösseres Potenzial von knapp 12 % vorhanden.

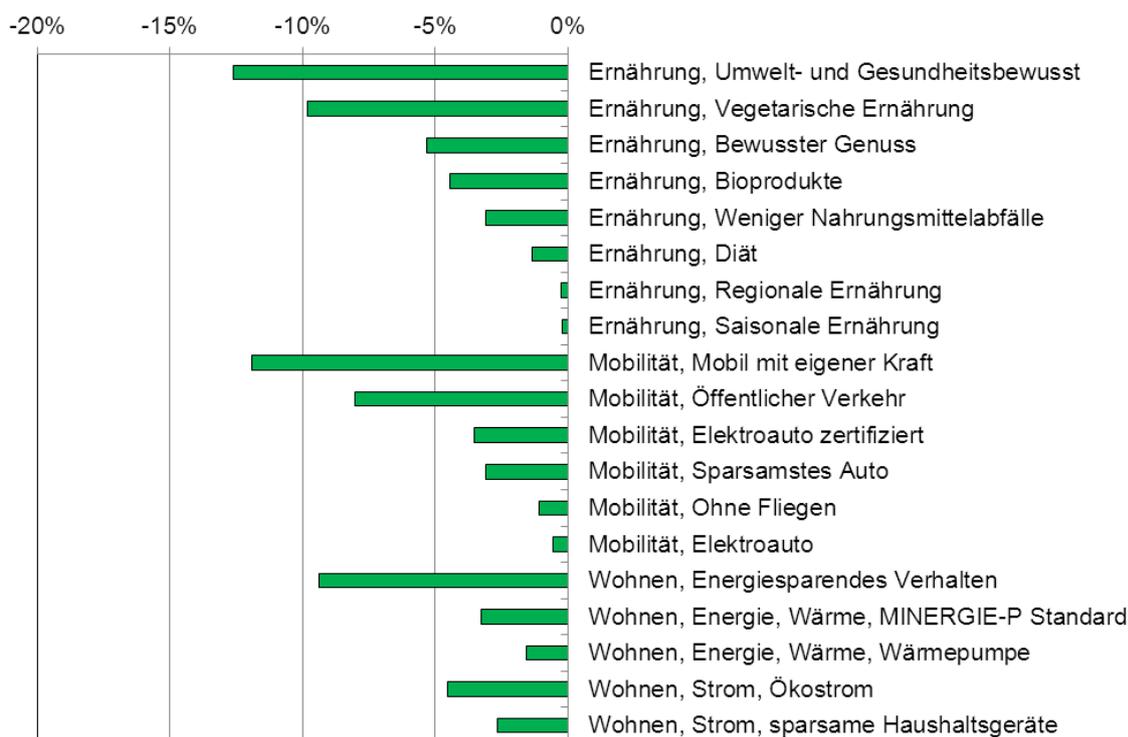


Fig. 6.10 Potenzial zur Reduktion der gesamten Umweltbelastungen durch einzelne Verhaltensmassnahmen. Dargestellt ist die prozentuale Veränderung der Umweltbelastung gemäss der Methode der ökologischen Knappheit durch eine einzelne Verhaltensänderung in der Schweiz

Für Personen die bereits relativ umweltbewusst leben, ergeben sich unter Umständen deutlich andere Gewichtungen. So kann z.B. eine Person, die in einem Minergiehaus lebt, u.U. ein sehr

viel höheres Verbesserungspotenzial bei der Ernährung haben. Das grösste Potenzial für Verbesserungen liegt immer bei Haushalten bzw. KonsumentInnen, welche hinsichtlich der verursachten Umweltbelastungen eher über dem Durchschnitt liegen. Relativ umweltbewusste KonsumentInnen haben hingegen das hier gezeigte Verbesserungspotenzial wohl oft schon weitestgehend ausgeschöpft. Für sie müssten weitergehende Analysen durchgeführt werden, um neue Einsparpotenziale zu eruieren.

### 6.6.3 Treibhausgasemissionen

Hinsichtlich der Reduktion der Treibhausgasemissionen ist der Konsumbereich der Ernährung deutlich weniger relevant. Die grössten Reduktionen der Treibhausgasemissionen sind durch eine Reduktion des Energiebedarfs und eine Optimierung des Energiebezugs für Heizen und Warmwasser möglich (Fig. 6.11). Diese Reduktion kann durch Energiesparmassnahmen und umweltfreundliche Energiebereitstellung erreicht werden.

Auch die Mobilität ist aus dieser Sicht wichtiger um eine Reduktion zu erreichen. Hier ist eine Reduktion der mit Verbrennungsmotoren gefahren Autokilometer besonders relevant.

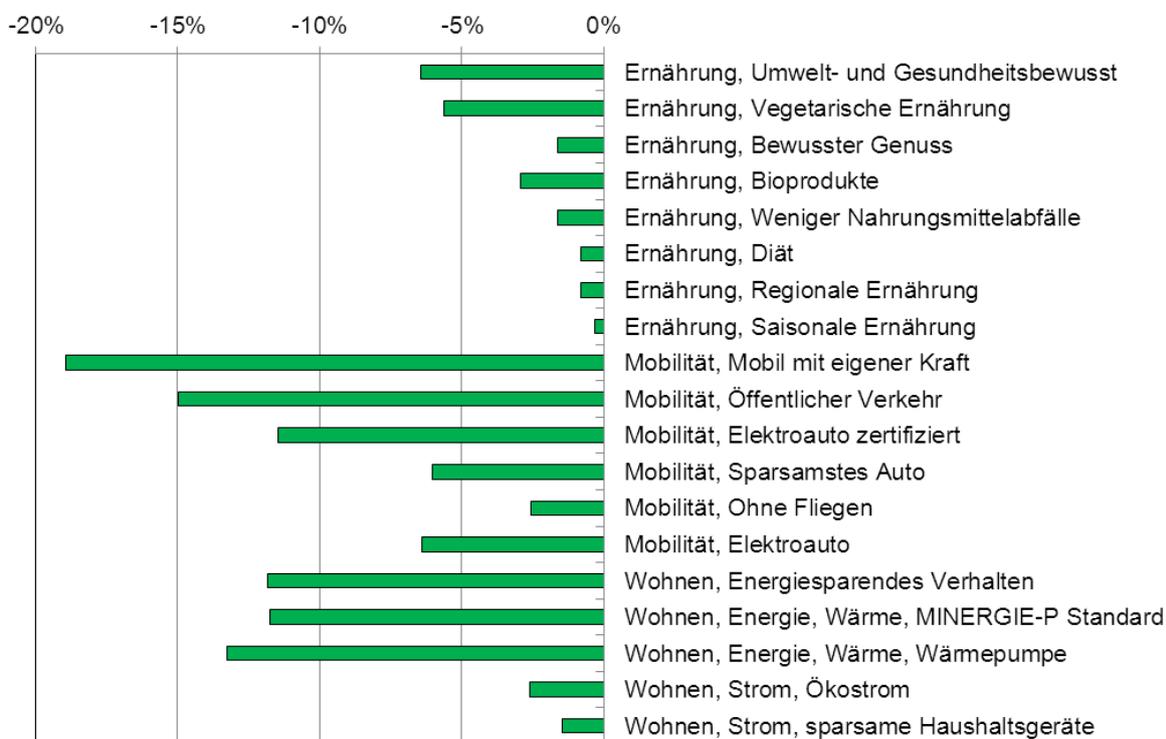


Fig. 6.11 Potenzial zur Reduktion der Treibhausgasemissionen durch einzelne Verhaltensmassnahmen. Dargestellt ist die prozentuale Veränderung der Treibhausgasemissionen durch eine einzelne Verhaltensänderung in der Schweiz

### 6.6.4 Primärenergiebedarf

Auch bei der Betrachtung des Primärenergiebedarfs ergeben sich etwas andere Prioritäten als hinsichtlich der Reduktion der Umweltbelastungen (Fig. 6.12). Die grössten Reduktionen des Primärenergiebedarfs sind durch eine Änderung im Mobilitätsverhalten und durch vermehrte Verwendung von erneuerbaren Energieträgern möglich. Relativ grosse Einsparpotenziale gibt es für die Option Minergie-Haus, also die Reduktion der Energieverluste durch verschiedene Massnahmen.

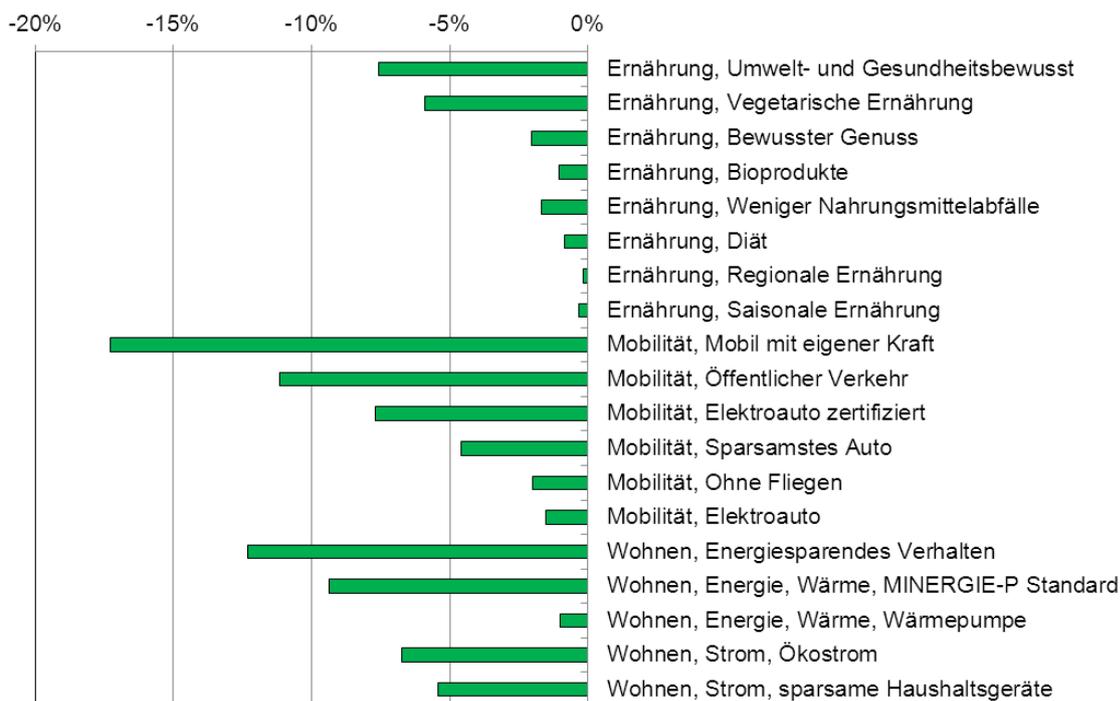


Fig. 6.12 Potenzial zur Reduktion der Primärenergieverbräuche durch einzelne Verhaltensmassnahmen. Dargestellt ist die prozentuale Veränderung des Primärenergiebedarfs durch eine einzelne Verhaltensänderung in der Schweiz

## 6.7 Reduktionspotenziale in anderen Konsumbereichen

Eine detaillierte Untersuchung zu den Reduktionspotenzialen erfolgte in diesem Bericht zunächst für die drei aus Umweltsicht wichtigsten Konsumbereiche. Aber auch in anderen Bereichen können Konsumenten zu einer Reduktion von Umweltbelastungen beitragen. Hier werden erste Abschätzungen dazu getroffen, welche Verhaltensänderungen dabei relevant sein könnten (siehe z.B. auch Känzig & Jolliet 2006).

### 6.7.1 Bekleidung

Bei der Bekleidung steht eine Reduktion der pro Jahr eingekauften Kleidungsstücke im Vordergrund. In reichen Ländern wie der Schweiz werden viele Kleidungsstücke vermutlich nicht so lange getragen bis sie wirklich verschlissen sind. Vielmehr werden Kleidungsstücke oft schon vorher zur Weiterverwendung gegeben, da sie z.B. aus der Mode sind. Auch werden Kleidungsstücke z.B. Schuhe heute oft nicht mehr repariert wenn sie einen kleinen Schaden aufweisen. Umweltbelastungen können auch reduziert werden, wenn solche Second-Hand Ware statt neuer Produkte gekauft wird.

Kleidungsstücke können aus natürlichen oder synthetischen Materialien hergestellt werden. Bei natürlichen Materialien gibt es immer mehr Produkte aus biologischer Produktion. Neben der Produktion der Faser verursacht auch die weitere Verarbeitung der Grundmaterialien einen wichtigen Anteil an der Umweltbelastung. Untersuchungen zum Vergleich verschiedener Materialien und Ihren Einfluss auf die verursachten Umweltbelastungen gibt es bisher nur für einzelne Fallbeispiele. Ferner müssen Kleidungsstücke auch immer nach ihrer Funktion beurteilt werden und Vergleiche pro kg Material sind deshalb nicht aussagekräftig. Zurzeit sind

erste Labellsysteme im Aufbau, die die gesamte Herstellungskette berücksichtigen.<sup>40</sup> Einfache allgemeine Aussagen zum besten Material sind allerdings nicht möglich.

Kleidung wird heute kaum noch in der Schweiz produziert. Somit können auch Transportwege relevant sein (Harbi et al. 2007).

Ein weiterer Aspekt bei der Bekleidung ist die Häufigkeit des Waschens und Bügelns, die auch beim Kauf mit beeinflusst wird (Grießhammer et al. 2010). Je nach Material, Farbe und Design müssen Kleidungsstücke unterschiedlich häufig gewaschen und gebügelt werden. Somit wird es mit relativ grossem Arbeitsaufwand verbunden sein um zur Produktauswahl verlässliche Empfehlungen oder Reduktionspotenziale zu bestimmen. Textilien die wenig gewaschen und gebügelt werden müssen und leicht zu trocknen sind, können eher positiv bewertet werden.

### **6.7.2 Wohnungsbau**

Beim Wohnungsbau gibt es eine grosse Anzahl von möglichen Varianten und eingesetzten Materialien. Wichtige Weichenstellungen hierzu werden in der Bauphase getroffen. Da in der Schweiz ein Grossteil der Menschen in Mietwohnungen lebt, können sie nur über die Entscheidung in welcher Wohnung sie wohnen Einfluss nehmen. Aufgrund der angespannten Wohnungsmarktlage ist dies nur begrenzt möglich. Eine Haupteinflussgrösse ist auch die Wohnfläche pro Person. Hier kann wohl grundsätzlich mit einer etwa linearen Zunahme der Umweltbelastungen mit steigender Wohnfläche gerechnet werden.

Umweltbelastungen aus der Sanierung von Wohnungen werden auch in diesem Konsumbereich erfasst. Eine Beurteilung der hieraus zusätzlich entstehenden Umweltbelastungen ist aber nur unter gleichzeitiger Berücksichtigung der dabei zu erwartenden Einsparungen im Konsumbereich Wohnen (Miete, Energie, Wasser und Entsorgung) wirklich aussagekräftig.

### **6.7.3 Möbel, Haushaltsgeräte und andere Güter**

Auch in diesem Konsumbereich spielt zunächst einmal die pro Jahr neugekaufte Menge an Gegenständen eine wichtige Rolle, die je nach Konsument sehr unterschiedlich gross sein kann.

Auch bei einzelnen Einkäufen gibt es aus Umweltsicht relevante Entscheidungen. Bei Energieverbrauchenden Geräten ist dabei auch der spätere Energieverbrauch, der sich im Konsumbereich Wohnen auswirkt, zu beachten. Bei allen eingekauften Produkten können die eingesetzten Materialien, Produktionsprozesse oder Transportwege eine Rolle für die verursachten Umweltbelastungen spielen. Es wird kaum möglich sein, hier allgemeingültige Regeln zu bestimmen und damit ist es auch schwierig für den gesamten Konsumbereich Reduktionspotenziale zu bestimmen.

### **6.7.4 Gesundheit**

Die tatsächlichen Aufwendungen für Gesundheit hängen bei einzelnen Personen vermutlich stark vom Alter ab. Zusätzlich kann eine gesunde Lebensweise zur Reduktion von Aufwendungen im Gesundheitswesen beitragen. Für Themen wie Übergewicht, Rauchen oder sportliche Betätigung wäre es grundsätzlich möglich Reduktionspotenziale auf Grundlage von Daten zu möglichen Kosteneinsparungen zu bestimmen. Auf individueller Ebene werden sich die tatsächlichen Einsparungen vermutlich aber kaum nachweisen lassen.

---

<sup>40</sup> Z.B. [www.bluedesign.com](http://www.bluedesign.com), <http://www.ecoindexbeta.org> oder [www.global-standard.org](http://www.global-standard.org).

### **6.7.5 Kommunikation**

Im Konsumbereich Kommunikation kann über die Nutzung von umweltfreundlichen Anbietern durch die Konsumenten etwas Einfluss ausgeübt werden. So decken z.B. einige Telekommunikationsanbieter ihren internen Strombedarf aus umweltfreundlichen Quellen. Auch könnte es einige Unterschiede zwischen unterschiedlichen Kommunikationsmitteln (z.B. Festnetz vs. Mobiltelefon) geben, die aus Umweltsicht relevant sind. Eine weitere Analyse des Anteils verschiedener Kommunikationsmittel an der Gesamtbelastung in diesem Bereich erscheint möglich. Damit könnten dann Reduktionspotenziale bestimmt werden. Da hierzu aber viele Daten zunächst erhoben werden müssten, wäre mit einigem Arbeitsaufwand für eine solche Analyse zu rechnen. Relevant ist auch der Stromverbrauch der genutzten Geräte, der im Bereich Wohnen Auswirkungen hat.

### **6.7.6 Freizeit, Unterhaltung**

Dieser Bereich beinhaltet eine Vielzahl unterschiedlicher Teilbereiche so dass generelle Aussagen schwierig sind. Die benötigten Freizeitanlagen (Infrastruktur) und der Kauf von Ausrüstung wirken sich auf die Umweltbelastungen aus. Grundsätzlich ist auch hier eine Verringerung der Anzahl der nachgefragten Produkte und Angebote möglich. Ausserdem können bei einzelnen Entscheidungen umweltfreundliche Produkte oder Dienstleistungen bevorzugt werden. Es werden sich aber auf Grund der Vielseitigkeit des Angebots zunächst kaum allgemeine Hinweise oder Reduktionspotenziale berechnen lassen können.

### **6.7.7 Bildung**

Ein grosser Teil der Aufwendungen in diesem Bereich wird vermutlich durch öffentliche Angebote verursacht und lässt sich durch den einzelnen Konsumenten somit kaum direkt beeinflussen. Auch eine Verringerung der Nachfrage, sprich weniger Nutzung von Bildungsangeboten, wird kaum als sinnvolle Massnahme diskutiert werden können. Somit besteht eigentlich nur ein kleiner Einfluss über die direkt nachgefragten Bildungsangebote, die z.B. in umweltfreundlicheren Betrieben gebucht werden könnten.

### **6.7.8 Gastgewerbe und Hotels**

In diesem Konsumbereich müssten zunächst die beiden Teilbereiche Ausser-Haus Verpflegung und Hotellerie getrennt betrachtet werden.

Für die Ausser-Haus Verpflegung sind ähnliche Massnahmen und Reduktionspotenziale wie für den direkten Bezug von Nahrungsmitteln durch Konsumenten relevant. Vermutlich sind hier die Relevanz von Nahrungsmittelverlusten sowie der Anteil von tierischen Produkten eher noch höher.

Bei der Hotellerie spielen aus Konsumentensicht die Anzahl der Übernachtungen und die Art der Beherbergung (Luxushotel vs. Campingplatz) sicher eine grosse Rolle. Bei einzelnen Übernachtungsbetrieben kann auch noch deren Betriebsweise eine Rolle spielen (z.B. interne Massnahmen für Energieeinsparung oder Wäscherei).

Grundsätzlich erscheint es mit einigem Arbeitsaufwand möglich für beide Bereiche weitere Analysen vorzunehmen und Reduktionspotenziale zu berechnen.

### **6.7.9 Andere Güter und Dienstleistungen**

Auch in diesem sehr diversen Bereich (z.B. mit Körperpflege, Schmuck oder Bankdienstleistungen) spielt die Menge der eingekauften Waren bzw. Dienstleistungen eine grosse Rolle. Zusätzlich gibt es auch hier jeweils Entscheidungsmöglichkeiten bei einzelnen Produktgruppen.

pen, z.B. Kauf von Recycling-Toilettenpapier. Vermutlich ist es aber auf Grund der Vielfalt von Gütern eher schwierig allgemeine Reduktionspotenziale zu bestimmen, die mehr als nur die Ausgaben für diesen Bereich als Kriterium unterscheiden können.

#### **6.7.10 Ferien**

Ferien bzw. Urlaube werden in der hier genutzten Aufteilung von Konsumbereichen nicht explizit ausgewiesen. Die Aufwendungen eines Urlaubs sind auf ganz unterschiedliche Bereiche wie Mobilität, Ernährung, Gastgewerbe und Freizeit aufgeteilt. Konsumententscheidungen zum Urlaub werden aber als Gesamtentscheidung getroffen und somit ist dieser Bereich auch aus Sicht möglicher Massnahmen interessant (Harbi et al. 2007) und vermutlich auch relevant. Die grossen Unterschiede zwischen verschiedenen Urlaubsarten wurden in einer Ökobilanz untersucht (Büsser & Jungbluth 2008; Sesartic & Stucki 2007). Damit könnten für solche Entscheidungen auch Reduktionspotenziale ausgewiesen werden.

#### **6.7.11 Ökologische Geldanlagen, Spenden und Kompensationsausgaben**

Oftmals wird auf die Bedeutung von ökologischen Finanzdienstleistungen im Sinne eines umweltfreundlichen Lebensstils hingewiesen (z.B. Harbi et al. 2007). In der Systematik dieser Studie sind Auswirkungen von unterschiedlichen Finanzangeboten aber nicht als konsumrelevante Verhaltensweisen erfasst. Beteiligungen an z.B. Windkraftanlagen fallen eher in den Bereich der Erwerbstätigkeit bzw. beruflichen Tätigkeit und sind damit nicht dem persönlichen Lebensstil zuzuordnen. Vielmehr wirken sich dadurch erzielte Umweltentlastungen nur für die Käufer z.B. der produzierten Elektrizität positiv aus. Der Verzicht auf Zinsgewinne bei ökologischen Geldanlagen wird eher als Spende denn als Konsumaktivität interpretiert.

Spenden beeinflusst die persönliche Umweltbilanz durch den Konsum nicht direkt. Verbucht werden die Umweltbelastungen, die durch die Verwendung der Spende verursacht werden (z.B. Bau eines Kinderheims). Indirekt ist es positiv, dass damit weniger Geld für andere Konsumausgaben zur Verfügung stehen. Zahlungen für Kompensationen z.B. von Treibhausgasemissionen werden in diesem Sinne ebenfalls als Spende interpretiert. Positive Effekte können nur einmal gezählt werden und kommen in der Regel den Nutzern z.B. von Biogas aus einer so geförderten Anlage zu Gute.

## 7 Diskussion

Im Rahmen dieser Studie wurden 6 Forschungsfragen untersucht. Hier fassen wir nochmals die wesentlichen Ergebnisse zusammen:

1. *Beschreibung der Systemabgrenzung: Welche Produktionsprozesse und Emissionsquellen müssen in einer Gesamtbilanz für den privaten Endkonsum berücksichtigt werden? (Siehe Kapitel 2.1)*

Haushalte stehen im Fokus dieser Studie. Deshalb verwenden wir die sogenannte Konsumerspektive zur Auswertung der Umweltbelastungen die durch die inländische Endnachfrage (und damit grösstenteils durch private Haushalte) verursacht werden. Mit dieser Methode werden alle Umweltbelastungen die durch den privaten und staatlichen Endkonsum verursacht werden erfasst. Ausserdem ist es möglich diese Umweltbelastungen detailliert einzelnen Bereichen der inländischen Endnachfrage zuzuordnen.

2. *Welche Indikatoren für Umweltbelastungen sollen ausgewiesen werden und wie werden diese berechnet? (Siehe Kapitel 2.2)*

Da die Umweltbelastungspunkte gemäss der Methode der ökologischen Knappheit eine Vielzahl von verschiedenen Umweltbelastungen einschliesst wird in dieser Untersuchung diese Methode (Version 2006) als Leitindikator verwendet. Primärenergiebedarf und Treibhausgasemissionen sind als Teilaspekt in diesem Indikator eingeschlossen. Diese Indikatoren werden zusätzlich auch direkt ausgewiesen um eine Konsistenz mit den früheren Arbeiten zu diesem Thema wie z.B. zur 2000-Watt-Gesellschaft sicher zu stellen in denen diese Indikatoren als Zielgrösse verwendet werden. Dabei ist zu berücksichtigen, dass sich je nach verwendetem Indikator auch leicht unterschiedliche Schlussfolgerungen z.B. zur Bedeutung eines Konsumbereiches in der Gesamtbilanz oder zum Potenzial einer Verhaltensänderung ergeben.

3. *Wo stehen wir heute bezüglich der gewählten Indikatoren in der Schweizer Gesamtbilanz? Dazu werden Daten aus einer aktuellen Studie für die Schweiz im Jahr 2005 aufbereitet und ausgewertet (Siehe Kapitel 4.1).*

Die Auswertung zeigt, dass etwa 60% der durch den Schweizer Konsum verursachten Umweltbelastungen im Ausland anfallen. Auch für die Gesamtbilanz von Primärenergie und Treibhausgasen spielt der Handel mit Waren und Dienstleistungen eine wichtige Rolle. Gemäss dieser Bilanz verursacht der Schweizer Endkonsum pro Kopf etwa 20 Mio. Umweltbelastungspunkte, 12.8 Tonnen Treibhausgasemissionen und einen Primärenergiebedarf von 8250 Watt.

4. *Welche Unterschiede gibt es zwischen den aktuell berechneten Ergebnissen im Vergleich zu den bisher in verschiedenen Studien ausgewiesenen Werten? (Siehe Kapitel 4.2).*

Auf Grund unterschiedlicher Methodik und Berechnungswege kamen frühere Studien teilweise zu anderen Ergebnissen. Ein genereller zeitlicher Trend lässt sich deshalb bisher nicht bestimmen.

5. *Welche Themenbereiche des privaten Endkonsums werden wie abgegrenzt? Was ist der Anteil verschiedener Konsumbereiche (Mobilität, Ernährung etc.) an der ökologischen Gesamtbilanz? (Siehe Kapitel 4.3)*

Um eine konsistente Analyse in dieser Studie zu ermöglichen wurde eine international gebräuchliche Klassifizierung und Nomenklatur zur Unterscheidung von Konsumbereichen verwendet (Tab. 4.2). Drei der hier unterschieden Konsumbereiche verursachen hinsichtlich aller Indikatoren jeweils einen bedeutenden Anteil der Belastungen. Dies sind die Bereiche

Wohnen (Miete, Energie, Wasser und Entsorgung), private Mobilität (Auto, Bahn, Flug, etc.) und Ernährung (Kauf von Nahrungsmitteln). Diese machen bei der Bewertung mit der Methode der ökologischen Knappheit zusammen etwa 60% der Umweltbelastungen in der Konsumperspektive aus. Zu beachten ist dabei, dass die Rangfolge wesentlich von der jeweiligen Abgrenzung solcher Konsumbereiche abhängt. Bei anderen Zuordnungen oder Zusammenfassungen ergäben sich unterschiedliche Rangfolgen.

6. *Welches ist das «Idealverhalten» im Hinblick auf einen nachhaltigen Konsum? In welchen Themenbereichen können von Privatpersonen effektiv Wirkungen erzielt werden? Wo haben Privatpersonen Handlungsspielraum und wo nicht; wie gross ist der Handlungsspielraum? (Siehe Kapitel 6)*

In einer detaillierten Auswertung wurden verschiedenen Optionen hinsichtlich der betrachteten Umweltthemen verglichen. In einer ersten Abschätzung für die drei untersuchten Konsumbereiche gibt es beim Nahrungsmittelleinkauf potenziell die grössten Möglichkeiten zur Reduktion von Umweltbelastungen, Dabei scheint eine Kombination verschiedener Verhaltenshinweise im Sinne des Konzeptes „Vollwerternährung“ sinnvoll. Dieses Konzept beinhaltet vor allem eine Reduktion des Konsums von Fleisch, Fisch und tierischen Produkten sowie Genussmitteln. Diese Massnahmen sind auch aus Gesundheitssicht positiv und könnten in diesem Konsumbereich zu weiteren Einsparungen führen.

Beim Bereich Wohnen (Miete, Energie, Wasser und Entsorgung) stehen die Höhe des Wärmebezugs und die Art der Heizung im Vordergrund. Hier besteht ein grosses Potenzial - z.B. beim Umstellen des Energieträgers auf erneuerbare Energien und die Verbesserung des Gebäudestandards (MINERGIE).

Im Bereich Mobilität ist eine Reduktion der insgesamt verursachten Umweltbelastung von 8 % durch den Umstieg vom Auto auf den öffentlichen Verkehr möglich. Durch einen kompletten Verzicht auf das Auto und den öffentlichen Verkehr ist ein noch grösseres Potenzial von knapp 12 % vorhanden.

Hinsichtlich der Indikatoren Treibhausgasemissionen und Primärenergiebedarf werden Massnahmen in den Konsumbereichen Mobilität und Wohnen tendenziell wichtiger als bei der Ernährung.

In den nächsten Jahren wird es nun darum gehen, zusammen mit der Bevölkerung die tatsächlichen Umweltbelastungen durch verschiedene Massnahmen zu reduzieren.

Auch wenn andere einzelne Konsumbereiche weniger zum Gesamtergebnis beitragen sind sie doch nicht vernachlässigbar. Weitere aus Umweltsicht relevante Bereiche sind z.B. der Gesundheitsbereich, der Wohnungsbau, Freizeitgestaltung und Ausgaben für Hotels und Gastgewerbe. In dieser Untersuchung wurden erste Auswertungen durchgeführt aber die möglichen Reduktionspotenziale noch nicht systematisch berechnet. Für eine weitere Reduktion der gesamten Umweltbelastung sind auch Reduktionen in diesen Konsumbereichen notwendig.

Ausserdem müssen sich nicht nur die Konsumenten entsprechend der umweltpolitischen Ziele verhalten. Es ist auch notwendig, dass die Umweltbelastungen bei der Produktion von Waren und Dienstleistungen deutlich reduziert werden.

## Literatur

- Aebischer et al. 2002 Aebischer B., Catenazzi G., Jakob M., Dones R., Gantner U., Hirschberg S., Frischknecht R., Jungbluth N., Faist M. and Schwarz J. (2002) CO<sub>2</sub>-Reduktionspotential Erdgas: Projektphase 1: Referenzszenario. cepe, ESU-services, PSI und s&p im Auftrag und in Zusammenarbeit mit der Schweizerischen Gasindustrie, Zürich, CH.
- Ahmad & Wyckoff 2003 Ahmad N. and Wyckoff A. (2003) Carbon dioxide emissions embodied in international trade of goods. STI working paper 2003/15. OECD Organisation for Economic Cooperation and Development, Paris.
- Alföldi et al. 1995 Alföldi T., Spiess E., Niggli U. and Besson J.-M. (1995) DOK-Versuch: vergleichende Langzeit-Untersuchungen in den drei Anbausystemen biologisch-dynamisch, organisch-biologisch und konventionell. In: *Schweiz. Landw. Fo.*, 2(Sonderheft DOK), pp. 1-16.
- Bébié et al. 2009 Bébié B., Lenzlinger M., Frischknecht R., Hartmann C. and Hammer S. (2009) Grundlagen für ein Umsetzungskonzept der 2000-Watt-Gesellschaft am Beispiel der Stadt Zürich. Stadt Zürich, Bundesamt für Energie, EnergieSchweiz für Gemeinden, Novatlantis, Zürich, retrieved from: [http://www.2000watt.ch/data/downloads/methodikpapier\\_der\\_2000\\_watt\\_gesellschaft.pdf](http://www.2000watt.ch/data/downloads/methodikpapier_der_2000_watt_gesellschaft.pdf).
- Belz 2001 Belz F. (2001) Erfolgreiche Vermarktung von Niedrigenergiehäusern. In: *tec21*, 2001(7), pp. 14ff.
- BFE 2006 BFE (2006) Schweizerische Gesamtenergiestatistik 2005. Bundesamt für Energie, Bern.
- BFS 2011 BFS (2011) STAT-TAB: Die interaktive Statistikdatenbank - Umweltgesamtrechnung. Bundesamt für Statistik, retrieved from: <http://www.pxweb.bfs.admin.ch>.
- BFS/ARE 2007 BFS/ARE (2007) Mobilität in der Schweiz: Ergebnisse des Mikrozensus 2005 zum Verkehrsverhalten. Bundesamt für Statistik, Bundesamt für Raumentwicklung, Neuchâtel, Bern.
- Biermayr 1998 Biermayr P. (1998) Einflussparameter auf den Energieverbrauch der Haushalte. Technische Universität Wien, Fakultät für Elektrotechnik, Wien.
- Binz et al. 2000 Binz A., Erb M. and Lehmann G. (2000) Ökologische Nachhaltigkeit im Wohnungsbau: Eine Bewertung von Erneuerungsstrategien. Fachhochschule beider Basel, Institut für Energie, Forschungsprogramm "Rationelle Energienutzung in Gebäuden", Muttenz, retrieved from: [http://www.bfe.admin.ch/php/includes/container/enet/flex\\_enet\\_anzeige.php?lang=de&publication=9234&height=400&width=600](http://www.bfe.admin.ch/php/includes/container/enet/flex_enet_anzeige.php?lang=de&publication=9234&height=400&width=600).
- Blum 2011 Blum J. (2011) Potential für Fleischproduktion in der Schweiz bei Verzicht auf Futtermittelimporte. Eine Untersuchung im Auftrag von der Erklärung von Bern (EvB), Auftragnehmer: AgroEcoConsult, Sempach, retrieved from: [http://www.evb.ch/cm\\_data/Potential\\_fuer\\_Fleischproduktion\\_in\\_CH\\_3.pdf](http://www.evb.ch/cm_data/Potential_fuer_Fleischproduktion_in_CH_3.pdf).
- Böhmer & Wicke 1998 Böhmer and Wicke (1998) Energiesparen im Haushalt. Beck Verlag, München.
- Brand et al. 1998 Brand G., Scheidegger A., Schwank O. and Braunschweig A. (1998) Bewertung in Ökobilanzen mit der Methode der ökologischen Knappheit - Ökofaktoren 1997. Schriftenreihe Umwelt 297. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), Bern.

- Brunner et al. 2001 Brunner C., Bush E., Gasser S., Lingenhel S. and Nipkow J. (2001) Energieeffizienz bei Elektrogeräten. 805.xxx d. SAFW, Zürich, retrieved from: [www.energieforschung.ch](http://www.energieforschung.ch).
- Büsser & Jungbluth 2008 Büsser S. and Jungbluth N. (2008) Umweltbelastungen von Ferienszenarien. ESU-services Ltd., Uster, CH.
- Büsser et al. 2011 Büsser S., Stucki M. and Jungbluth N. (2011) Environmental Impacts of Holiday and Leisure Activities. In: *17th SETAC case studies symposium*. ESU-services Ltd., Budapest.
- BWL 2011 BWL (2011) Berechnung theoretisches Produktionspotential Fruchtfolgeflächen. Bundesamt für wirtschaftliche Landesversorgung (BWL), Bern, CH, retrieved from: <http://www.bwl.admin.ch/themen/01006/index.html?lang=de>.
- Carlsson-Kanyama et al. 2003 Carlsson-Kanyama A., Pipping Ekström M. and Shanahan H. (2003) Food and life cycle energy inputs: consequences of diet and ways to increase efficiency. In: *Ecological Economics*(DOI 10.1016/S0921-8009(02)00261-6), pp., retrieved from: [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com).
- Chappuis et al. 2011 Chappuis A., Bochud M., Glatz N., Vuistiner P., Paccaud F. and Burnier M. (2011) Swiss survey on salt intake: main results. Bundesamt für Gesundheit, Abteilung Strahlenschutz, Bern, retrieved from: [http://www.bag.admin.ch/themen/ernaehrung\\_bewegung/05207/05216/12335/index.html?lang=de](http://www.bag.admin.ch/themen/ernaehrung_bewegung/05207/05216/12335/index.html?lang=de).
- CIB 1996 CIB (1996) Proceedings. In *proceedings from: Energy and Mass Flows in the Life Cycle of Buildings*, Vienna, AT.
- Cordella et al. 2009 Cordella M., Tugnoli A. and Santarelli F. (2009) An LCA approach to the Environmental Impact of Overweight and Obesity. University of Bologna.
- Dettli et al. 2006 Dettli R., Baur M., Philippen D., Frischknecht R. and Faist Emmenegger M. (2006) Umweltwirkungen von Energiestandards: Perspektiven für den Gebäudepark Schweiz. econcept/ESU-services, Zürich/Uster.
- Dürrenberger & Hartmann 2000 Dürrenberger G. and Hartmann C. (2000) Der persönliche CO<sub>2</sub>-Rechner. IFH, ETH-Zentrum, Zürich, retrieved from: [www.ecospeed.ch](http://www.ecospeed.ch).
- Eckerle & Masuhr 1996 Eckerle K. and Masuhr K. P. (1996) Energieperspektiven der Szenarien I bis III 1990-2030. Prognos AG im Auftrag des Bundesamtes für Energie (BFE), Basel.
- ecoinvent Centre 2010 ecoinvent Centre (2010) ecoinvent data v2.2, ecoinvent reports No. 1-25. Swiss Centre for Life Cycle Inventories, Duebendorf, Switzerland, retrieved from: [www.ecoinvent.org](http://www.ecoinvent.org).
- ECOPrivate 2011 ECOPrivate (2011) ECOPrivate-Rechner von ECOSPEED AG. Retrieved 13.09.2011 retrieved from: <http://eco5.ecospeed.ch/privat/index.html?us=0&ln=0>.
- EEA 2011 EEA (2011) Resource efficiency in Europe. Technical Report No. 5/2011. European Environmental Agency, Copenhagen, retrieved from: [www.liaise-noe.eu/content/eea-report-no-52011-survey-approaches-resource-efficiency-europe](http://www.liaise-noe.eu/content/eea-report-no-52011-survey-approaches-resource-efficiency-europe).
- Energieleitstelle 1994 Energieleitstelle (1994) Energiepolitische Ansätze zur CO<sub>2</sub> Minderung im Gebäudebereich. Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umweltschutz, Berlin.
- EUROSTAT 2009 EUROSTAT (2009) Economy Wide Material Flow Accounts:Compilation Guidelines for reporting to the 2009 Eurostat questionnaire. European Communities, Luxembourg, retrieved from: <http://europa.eu.int/comm/eurostat/>.

- Faist 2000 Faist M. (2000) Ressourceneffizienz in der Aktivität Ernähren: Akteurbezogene Stoffflussanalyse. Dissertation Nr. 13884. Eidgenössische Technische Hochschule Zürich, Zürich, retrieved from: [e-collection.ethbib.ethz.ch/show?type=diss&nr=13884](http://e-collection.ethbib.ethz.ch/show?type=diss&nr=13884).
- Fazeni 2011 Fazeni K. (2011) Energiebilanzen und Treibhausgasemissionen der österreichischen Landwirtschaft unter Berücksichtigung von Ernährungsgewohnheiten. In *proceedings from: Abschlussveranstaltung Gesunde Ernährung und Nachhaltigkeit*, 21.06.2011, retrieved from: <http://iwr.tuwien.ac.at/wasser/projektseiten/ger/kaminabende.html>.
- Frischknecht & Jungbluth 2000 Frischknecht R. and Jungbluth N. (2000) Graue Treibhausgas-Emissionen des Energie- und des Ernährungssektors der Schweiz: 1990 und 1998. Umwelt-Materialien No. 128. ESU-services, Uster, im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), Bern, CH, retrieved from: [www.umwelt-schweiz.ch](http://www.umwelt-schweiz.ch).
- Frischknecht et al. 2007 Frischknecht R., Althaus H.-J., Dones R., Hischer R., Jungbluth N., Nemecek T., Primas A. and Wernet G. (2007) Renewable Energy Assessment within the Cumulative Energy Demand Concept: Challenges and Solutions. In *proceedings from: SETAC Europe 14th LCA case study symposium: Energy in LCA - LCA of Energy, 3-4 December 2007*, Gothenburg, Sweden.
- Frischknecht et al. 2008 Frischknecht R., Steiner R. and Jungbluth N. (2008) Methode der ökologischen Knappheit - Ökofaktoren 2006. Umwelt-Wissen Nr. 0906. Bundesamt für Umwelt (BAFU), Bern, retrieved from: [www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/01031/index.html?lang=de](http://www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/01031/index.html?lang=de).
- Gallati & Knüsel 2011 Gallati M. and Knüsel P. (2011) Nutzerverhalten beim Wohnen: Analyse, Relevanz und Potenzial von Massnahmen zur Reduktion des Energieverbrauchs (Effizienz und Suffizienz). Arbeitsgemeinschaft Gallati Kommunikation / Faktor Journalisten im Auftrag der Stadt Zürich, Zürich, retrieved from: [http://www.stadt-zuerich.ch/content/dam/stzh/hbd/Deutsch/Hochbau/Weitere%20Dokumente/Nachhaltiges\\_Bauen/3\\_Fachinformationen/01%20Nachhaltigkeit/Bericht%20Nutzerverhalten.pdf](http://www.stadt-zuerich.ch/content/dam/stzh/hbd/Deutsch/Hochbau/Weitere%20Dokumente/Nachhaltiges_Bauen/3_Fachinformationen/01%20Nachhaltigkeit/Bericht%20Nutzerverhalten.pdf).
- Girod & de Haan 2010 Girod B. and de Haan P. (2010) More or better? A model for changes in household greenhouse gas emissions due to higher income. In: *J. Ind. Ecol.*, **14**(1), pp. 31ff.
- Goedkoop & Spriensma 2000 Goedkoop M. and Spriensma R. (2000) The Eco-indicator 99: A damage oriented method for life cycle impact assessment. PRé Consultants, Amersfoort, The Netherlands, retrieved from: [www.pre.nl/ec-indicator99/](http://www.pre.nl/ec-indicator99/).
- Goedkoop et al. 2009 Goedkoop M., Heijungs R., Huijbregts M. A. J., De Schryver A., Struijs J. and van Zelm R. (2009) ReCiPe 2008 - A life cycle impact assessment method which comprises harmonised category indicators at the midpoint and the endpoint level. First edition. Report I: Characterisation, NL, retrieved from: [lca-recipe.net/](http://lca-recipe.net/).
- Grämiger et al. 1980 Grämiger K., Marti K., Nussbaum M. and Vezin C. (1980) Energieverbrauch und Energiekosten beim Nutzen von Wohnbauten. HBF, Inst. f. Hochbauforschung, ETH-Zürich, Zürich.

- Grießhammer et al. 2010 Grießhammer R., Brommer E., Gattermann M., Grether S., Krüger M., Teufel J. and Zimmer W. (2010) CO<sub>2</sub>-Einsparpotenziale für Verbraucher. Öko-Institut, Berlin, retrieved from: <http://www.verbraucherfuersklima.de/cps/rde/xbcr/projektklima/CO2-Einsparpotenziale-Oeko-Institut.pdf>.
- Guinée et al. 2001 Guinée J. B., (final editor), Gorée M., Heijungs R., Huppes G., Kleijn R., de Koning A., van Oers L., Wegener Sleeswijk A., Suh S., Udo de Haes H. A., de Bruijn H., van Duin R., Huijbregts M. A. J., Lindeijer E., Roorda A. A. H. and Weidema B. P. (2001) Life cycle assessment; An operational guide to the ISO standards; Parts 1 and 2. Ministry of Housing, Spatial Planning and Environment (VROM) and Centre of Environmental Science (CML), Den Haag and Leiden, The Netherlands, retrieved from: [www.leidenuniv.nl/cml/ssp/projects/lca2/lca2.html](http://www.leidenuniv.nl/cml/ssp/projects/lca2/lca2.html).
- Gustavsson et al. 2011 Gustavsson J., Cederberg C., Sonesson U., van Otterdijk R. and Meybeck A. (2011) Global food losses and food waste: Extent, causes and prevention. Swedish Institute for Food and Biotechnology (SIK) commissioned by Food And Agriculture Organization Of The United Nations, Gothenburg, Sweden, retrieved from: [http://www.fao.org/fileadmin/user\\_upload/ags/publications/GFL\\_web.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/ags/publications/GFL_web.pdf).
- Haas et al. 2001 Haas R., Biermayr P., Baumann B., Schriegl E. and Skopetz H. (2001) Erneuerbare Energieträger und Energieverbrauchsverhalten. 16/2001. BMVIT, TU Wien, Wien.
- Harbi et al. 2007 Harbi S., Tatti E., Kaenzig J. and Loerinck Y. (2007) Most Important Consumption Patterns To Improve The Personal Environmental Balance. Ecoinvent – life cycle systems for WWF Switzerland, Lausanne.
- Hauschild & Potting 2005 Hauschild M. and Potting J. (2005) Background for spatial differentiation in LCA impact assessment: The EDIP03 methodology. Environmental Project No. 996. Institute for Product Development Technical University of Denmark.
- Hertwich & Peters 2009 Hertwich E. and Peters G. (2009) Carbon Footprint of Nations: A Global, Trade-Linked Analysis. In: *Environ. Sci. Technol.*, **43**(16), pp. 6414–6420, retrieved from: <http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/es803496a>.
- Hofer 1996 Hofer P. (1996) Perspektiven des Energieverbrauchs der privaten Haushalte - Zum Gesamtvorhaben "Energieperspektiven" des Bundesamtes für Energiewirtschaft, Bern. Prognos AG, Intep AG Im Auftrag des Bundesamtes für Energiewirtschaft, Basel.
- Hofstetter 1992 Hofstetter P. (1992) Persönliche Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz. Fragebogen und Kommentar zur Bestimmung des privaten Energieverbrauchs und CO<sub>2</sub>-Ausstosses. Aktion Klimaschutz, Zürich, Schweiz, retrieved from: [www.proclim.unibe.ch/facts/pcc/index.html](http://www.proclim.unibe.ch/facts/pcc/index.html).
- Jakob et al. 2002 Jakob M., Jochem E. and Christen K. (2002) Grenzkosten bei forcierten Energie-Effizienzmassnahmen in Wohngebäuden. 805.054 d. CEPE for Bundesamt für Energie, Zürich, retrieved from: [www.energieforschung.ch](http://www.energieforschung.ch).
- Jakob 2007 Jakob M. (2007) Essays in economics of energy efficiency in residential buildings. an empirical analysis. ETH Zürich, retrieved from: <http://e-collection.library.ethz.ch/eserv/eth:29755/eth-29755-02.pdf>.
- Jungbluth et al. 2000 Jungbluth N., Tietje O. and Scholz R. (2000) Food Purchases: Impacts from the Consumers' Point of View Investigated with a Modular LCA. In: *Int J LCA*, **5**(3), pp. 134-142, retrieved from: [www.esu-services.ch/publications/food/](http://www.esu-services.ch/publications/food/).

- Jungbluth 2000 Jungbluth N. (2000) Umweltfolgen des Nahrungsmittelkonsums: Beurteilung von Produktmerkmalen auf Grundlage einer modularen Ökobilanz. Dissertation Nr. 13499. Eidgenössische Technische Hochschule Zürich, Umweltnatur- und Umweltsozialwissenschaften, dissertation.de, Berlin, D, retrieved from: [www.esu-services.ch/address/niels/nahrungsmittelkonsum/](http://www.esu-services.ch/address/niels/nahrungsmittelkonsum/).
- Jungbluth et al. 2003 Jungbluth N., Faist Emmenegger M. and Frischknecht R. (2003) Gesamtpotential für die Reduktion von Umweltbelastungen im Bereich Ernährung und Wohnen. ESU-services im Auftrag des WWF Schweiz, Uster, CH, retrieved from: (unpublished).
- Jungbluth et al. 2007 Jungbluth N., Steiner R. and Frischknecht R. (2007) Graue Treibhausgas-Emissionen der Schweiz: 1990 bis 2004: Erweiterte und aktualisierte Bilanz. UW-0711. ESU-services, Uster, im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU), Bern, CH, retrieved from: [www.umwelt-schweiz.ch/uw-0711-d](http://www.umwelt-schweiz.ch/uw-0711-d), [www.esu-services.ch/projects/graue-emissionen/](http://www.esu-services.ch/projects/graue-emissionen/).
- Jungbluth et al. 2011a Jungbluth N., Büsser S., Frischknecht R., Leuenberger M. and Stucki M. (2011a) Feasibility study for environmental product information based on life cycle approaches. ESU-services GmbH, im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU), Uster, CH, retrieved from: [www.esu-services.ch/publications/methodology/](http://www.esu-services.ch/publications/methodology/).
- Jungbluth et al. 2011b Jungbluth N., Nathani C., Stucki M. and Leuenberger M. (2011b) Environmental impacts of Swiss consumption and production: a combination of input-output analysis with life cycle assessment. Environmental studies no. 1111. ESU-services Ltd. & Rütter+Partner, commissioned by the Swiss Federal Office for the Environment (FOEN), Bern, CH, retrieved from: [www.esu-services.ch/projects/iaa/](http://www.esu-services.ch/projects/iaa/) or [www.umwelt-schweiz.ch](http://www.umwelt-schweiz.ch).
- Jungbluth et al. 2012a Jungbluth N., Itten R. and Stucki M. (2012a) Umweltbelastungen des privaten Konsums und Reduktionspotenziale. ESU-services Ltd. im Auftrag des BAFU (in Vorbereitung), Uster, CH, retrieved from: <http://www.esu-services.ch/projects/lifestyle/>.
- Jungbluth et al. 2012b Jungbluth N., Büsser S., Frischknecht R., Flury K. and Stucki M. (2012b) Feasibility of environmental product information based on life cycle thinking and recommendations for Switzerland. In: *Journal of Cleaner Production*, **28**(June 2012), pp. 187–197, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2011.07.016>, retrieved from: [www.esu-services.ch/publications/methodology/](http://www.esu-services.ch/publications/methodology/).
- Jungbluth et al. 2012c Jungbluth N., Flury K., Büsser S., Stucki M., Schori S., Itten R. and Frischknecht R. (2012c) Life cycle inventory database on demand: EcoSpold LCI database of ESU-services. ESU-services Ltd., Uster, CH, retrieved from: [www.esu-services.ch/data/data-on-demand/](http://www.esu-services.ch/data/data-on-demand/).
- Jungbluth & Itten 2012 Jungbluth N. and Itten R. (2012) Umweltbelastungen des Konsums in der Schweiz und in der Stadt Zürich: Grundlagendaten und Reduktionspotenziale. ESU-services GmbH im Auftrag der Stadt Zürich (unpublished), Zürich.
- Känzig & Jolliet 2006 Känzig J. and Jolliet O. (2006) Umweltbewusster Konsum: Schlüsselentscheide, Akteure und Konsummodelle. Umwelt-Wissen Nr. 0616. Bundesamt für Umwelt (BAFU), Bern, retrieved from: [www.bafu.admin.ch/dokumentation/medieninformation/00962/index.html?lang=de&msg-id=19128](http://www.bafu.admin.ch/dokumentation/medieninformation/00962/index.html?lang=de&msg-id=19128).
- Knoepfel 1995 Knoepfel I. (1995) Grundlagenuntersuchungen zum direkten und indirekten Energieverbrauch der privaten Haushalte: Ansätze zur Quantifizierung und zur sozioökonomischen Differenzierung für die Schweiz. Inst. f. Energietechnik, LES, Eidgenössische Technische Hochschule, Zürich.

- Kollmuss & Crimmins 2009 Kollmuss A. and Crimmins A. M. (2009) Carbon Offsetting & Air Travel, Part 2: Non-CO2 Emissions Calculations. Stockholm Environment Institute, Stockholm, retrieved from: [http://www.co2offsetresearch.org/PDF/SEI\\_Air\\_Travel\\_Emissions\\_Paper2\\_June\\_09.pdf](http://www.co2offsetresearch.org/PDF/SEI_Air_Travel_Emissions_Paper2_June_09.pdf).
- Kolmetz et al. 1995 Kolmetz S., Rouvel L., Bressler G. and Jochem E. (1995) Nachfragevektoren in den Sektoren Haushalt und Kleinverbraucher. KFA, Jülich.
- Kramer 2000 Kramer K. J. (2000) Food matters: On reducing energy use and greenhouse gas emissions from household food consumption. Ph.d. Thesis. Center for Energy and Environmental Studies of the University of Groningen (IVEM RUG), The Netherlands, retrieved from: [www.foodmatters.tmfweb.nl](http://www.foodmatters.tmfweb.nl).
- Kranert et al. 2012 Kranert M., Hafner G., Barabosz J., Schneider F., Lebersorger S., Scherhauser S., Schuller H. and Leverenz D. (2012) Ermittlung der weggeworfenen Lebensmittelmengen und Vorschläge zur Verminderung der Wegwerfrate bei Lebensmitteln in Deutschland. Universität für Bodenkultur Wien, Institut für Abfallwirtschaft, retrieved from: [http://www.bmelv.de/DE/Ernaehrung/ernaehrung\\_node.html](http://www.bmelv.de/DE/Ernaehrung/ernaehrung_node.html).
- Lalive d'Epinay et al. 1999 Lalive d'Epinay A., Quack D., Koch P., Kreissig J., Doka G. and Gugerli H. (1999) Ökologische Bewertung von Gebäuden zwischen Forschung und Praxis. Begleitende Unterlagen zum 11. Diskussionsforum Ökobilanzen vom 1. Nov. 1999, ETH Zürich. In *proceedings from: Ökologische Bewertung von Gebäuden zwischen Forschung und Praxis.*, ETHZ, Laboratorium für Technische Chemie. Gruppe für Sicherheit und Umweltschutz., ETH Zürich, 1.11., retrieved from: [www.texma.org/LCA-Forum/lca-forum.html](http://www.texma.org/LCA-Forum/lca-forum.html).
- Lalive d'Epinay 2000 Lalive d'Epinay A. (2000) Die Umweltverträglichkeit als eine Determinante des architektonischen Entwurfs. Diss. ETH Nr. 13610. Eidgenössische Technische Hochschule Zürich, Zürich.
- Lee et al. 2009 Lee D. S., Fahey D. W., Forster P. M., Newton P. J., Wit R. C. N., Lim L. L., Owen B. and Sausen R. (2009) Aviation and global climate change in the 21st century. In: *J Atmosenv*, in press, pp. 1-18, retrieved from: <http://www.tiaca.org/images/tiaca/PDF/IndustryAffairs/2009%20IPCC%20authors%20update.pdf>.
- Lee et al. 2010 Lee D. S., Pitari G., Grewec V., Gierens K., Penner J. E., Petzold A., Prather M. J., Schumann U., Bais A., Bernsten T., Iachetti D., Lim L. L. and Sausen R. (2010) Transport impacts on atmosphere and climate: Aviation. In: *J Atmosenv*, 2010(44), pp. 4678–4734, 10.1016/j.atmosenv.2009.06.005, retrieved from: [http://ac.els-cdn.com/S1352231009004956/1-s2.0-S1352231009004956-main.pdf?\\_tid=2127a67595d8edf6c516e912c49c4240&acdnat=1333532417\\_ad6f8409ad87089beac3d618cce3f283](http://ac.els-cdn.com/S1352231009004956/1-s2.0-S1352231009004956-main.pdf?_tid=2127a67595d8edf6c516e912c49c4240&acdnat=1333532417_ad6f8409ad87089beac3d618cce3f283).
- Lerch 2012 Lerch S. (2012) Kaffeeland Schweiz: Weltspitze in Konsum, Handel und Technik Schweizer Fernsehen, retrieved from: <http://www.sendungen.sf.tv/eco/Nachrichten/Archiv/2012/03/05/Hintergrund/Kaffeeland-Schweiz-Weltspitze-in-Konsum-Handel-und-Technik>.
- Leuenberger & Jungbluth 2009 Leuenberger M. and Jungbluth N. (2009) Ökoprofil von vegetarischen und fleischhaltigen Grossküchenmahlzeiten. ESU-services GmbH im Auftrag des WWF Schweiz, Uster, CH.
- Leuenberger & Frischknecht 2010a Leuenberger M. and Frischknecht R. (2010a) Life Cycle Assessment of Swiss Electricity Mixes. implemented in ecoinvent data v2.2 (2010). ESU-services, Uster, CH, retrieved from: [www.esu-services.ch/projects/ecoinventdatenbank/ecoinvent-reports/](http://www.esu-services.ch/projects/ecoinventdatenbank/ecoinvent-reports/).

- Leuenberger & Frischknecht 2010b Leuenberger M. and Frischknecht R. (2010b) Life Cycle Assessment of Battery Electric Vehicles and Concept Cars. implemented in ecoinvent data v2.2 (2010). ESU-services, Uster, CH, retrieved from: [www.esu-services.ch/projects/ecoinventdatenbank/ecoinvent-reports/](http://www.esu-services.ch/projects/ecoinventdatenbank/ecoinvent-reports/).
- Mäder et al. 2002 Mäder P., Fliessbach A., Dubois D., Gunst L., Fried P. and Niggli U. (2002) Soil Fertility and Biodiversity in Organic Farming. *In: Science*, **296**(31.5.2002), pp. 1694-97, retrieved from: [www.sciencemag.org](http://www.sciencemag.org).
- Meier 1999 Meier R. (1999) Mit MINERGIE ins 21. Jahrhundert. *In proceedings from: Mit MINERGIE ins 21. Jahrhundert*, Biel.
- Meier 2002 Meier R. (2002) MINERGIE für Gewerbe-, Industrie- und öffentliche Bauten. *In proceedings from: MINERGIE für Gewerbe-, Industrie- und öffentliche Bauten*, Biel.
- Meier & Christen 2012 Meier T. and Christen O. (2012) Factor gender in an environmental assessment of the consumption of animal- and plant-based foods in Germany. *In: Int J LCA*, **17**(5), pp. 550-564, 10.1007/s11367-012-0387-x retrieved from: <http://www.springerlink.com/content/1415530205u58376/>.
- Monier et al. 2010 Monier V., Mudgal S., Escalon V., O'Connor C., Gibon T., Anderson G., Montoux H., Reisinger H., Dolley P., Ogilvie S. and Morton G. (2010) Preparatory study on food waste across EU 27. Contract #: 07.0307/2009/540024/SER/G4. Bio Intelligence Service, Paris, retrieved from: <http://www.eu-smr.eu/foodw/documents.php>.
- Müller-Wenk 1978 Müller-Wenk R. (1978) Die ökologische Buchhaltung: Ein Informations- und Steuerungsinstrument für umweltkonforme Unternehmenspolitik. Campus Verlag Frankfurt.
- Mutzner 1997 Mutzner (1997) Der Schweizerische Haushalt-Stromverbrauch.
- Nathani et al. 2006 Nathani C., Wickart M., Oleschak R. and van Nieuwkoop R. (2006) Estimation of a Swiss Input-Output Table for 2001. Centre for Energy Policy and Economics (CEPE), ETH Zurich, Zurich, retrieved from: [www.input-output.ethz.ch](http://www.input-output.ethz.ch).
- Nathani et al. 2008 Nathani C., van Nieuwkoop R. and Wickart M. (2008) Revision der IOT 2001 und Schätzung einer IOT 2005 für die Schweiz. Rütter & Partner, ecoplan, cepe, Rüslikon / Bern / Zürich, retrieved from: [www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/04/22/publ.Document.117273.pdf](http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/04/22/publ.Document.117273.pdf).
- Nemecek et al. 2005 Nemecek T., Huguenin-Elie O., Dubois D. and Gaillard G. (2005) Ökobilanzierung von Anbausystemen im Schweizerischen Acker- und Futterbau. FAL 58. Eidg. Forschungsanstalt für Agraökologie und Landbau (FAL), Zürich, retrieved from: [www.sar.admin.ch](http://www.sar.admin.ch).
- Peters et al. 2011 Peters G. P., Aamaas B., Lund M. T., Solli C. and Fuglestvedt J. S. (2011) Alternative "Global Warming" Metrics in Life Cycle Assessment: A Case Study with Existing Transportation Data. *In: Environ. Sci. Technol.*, **2011**(45), pp. 8633-8641, dx.doi.org/10.1021/es200627s, retrieved from: <http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/es200627s>.
- Quack 1998 Quack D. (1998) Life Cycle Assessment of Buildings. *In proceedings from: 6th SETAC-Europe LCA Case Studies Symposium*, SETAC, Brussels, 2.12.
- Quack 2001 Quack D. (2001) Einfluss von Energiestandard und konstruktiven Faktoren auf die Umweltauswirkungen von Wohngebäuden - eine Ökobilanz: Demonstrationsprojekt: Niedrigenergiehäuser Heidenheim. Werkstattreihe Nr. 126. Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen, Öko-Insitut e.V. Verlag, Freiburg, D, retrieved from: [www.oeko.de](http://www.oeko.de).

- RAVEL 1994 RAVEL (1994) Kompetent antworten auf Energiefragen. Bundesamt für Konjunkturfragen.
- Rockström et al. 2009 Rockström J., Steffen W., Noone K., Persson Å., Chapin F. S., Lambin E. F., Lenton T. M., Scheffer M., Folke C., Schellnhuber H. J., Nykvist B., Wit C. A. d., Hughes T., Leeuw S. v. d., Rodhe H., Sörlin S., Snyder P. K., Costanza R., Svedin U., Falkenmark M., Karlberg L., Corell R. W., Fabry V. J., Hansen J., Walker B., Liverman D., Richardson K., Crutzen P. and Foley J. A. (2009) A safe operating space for humanity. *In: Nature*, **462**(24. September 2009), pp. 472-475.
- Rossier & Gaillard 2004 Rossier D. and Gaillard G. (2004) Ökobilanzierung des Landwirtschaftsbetriebes. FAL 53. Eidg. Forschungsanstalt für Agraökologie und Landbau (FAL), Zürich, retrieved from: [www.sar.admin.ch/fal/docu/fcbilanz/extenso.pdf](http://www.sar.admin.ch/fal/docu/fcbilanz/extenso.pdf).
- Schweizerischer Bauernverband 2007 Schweizerischer Bauernverband (2007) Statistische Erhebungen und Schätzungen - über Landwirtschaft und Ernährung 2006. Abt. Statistik, Brugg, CH, retrieved from: [www.bauernverband.ch](http://www.bauernverband.ch).
- Seemüller 2001 Seemüller M. (2001) Ökologische bzw. konventionell-integrierte Landbewirtschaftung: Einfluss auf die Ernährungssicherung in Deutschland in Abhängigkeit vom Konsumanteil tierischer Lebensmittel. *In: Zeitschrift für Ernährungsökologie*, **2**(2), pp. 94-96, retrieved from: [www.scientificjournals.com/erno/welcome.htm](http://www.scientificjournals.com/erno/welcome.htm).
- Sesartic & Stucki 2007 Sesartic A. and Stucki M. (2007) How Climate Efficient Is Tourism in Switzerland? An Assessment of Tourism's Carbon Dioxide Emissions in Relation to Its Added Value. ETH, Zürich.
- SIA 2001 SIA (2001) Thermische Energie im Hochbau, SIA 380/1. SIA, Zürich.
- SIA 2011 SIA (2011) Merkblatt SIA 2040, SIA-Effizienzpfad Energie: technisches Dokument mit Definitionen und Berechnungsmethoden sowie Zielwerten und orientierenden Richtwerten für die drei Gebäudekategorien Wohnen, Büro, Schulen. SIA, Zürich.
- Solomon et al. 2007 Solomon S., Qin D., Manning M., Alley R. B., Berntsen T., Bindoff N. L., Chen Z., Chidthaisong A., Gregory J. M., Hegerl G. C., Heimann M., Hewitson B., Hoskins B. J., Joos F., Jouzel J., Kattsov V., Lohmann U., Matsuno T., Molina M., Nicholls N., Overpeck J., Raga G., Ramaswamy V., Ren J., Rusticucci M., Somerville R., Stocker T. F., Whetton P., Wood R. A. and Wratt D. (2007) Technical Summary. *In: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)*, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Spielmann et al. 2007 Spielmann M., Roberto Dones, Bauer C. and Tuchschnid M. (2007) Life Cycle Inventories of Transport Services. ecoinvent report No. 14, v2.0. Swiss Centre for Life Cycle Inventories, Dübendorf, CH, retrieved from: [www.ecoinvent.org](http://www.ecoinvent.org).
- Stucki et al. 2012 Stucki M., Schori S., Itten R. and Jungbluth N. (2012) Aus Umweltsicht prioritäre Produkte in der Schweiz. ESU-services GmbH, Uster, im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU), Uster, CH.
- Stulz 2010 Stulz R. (2010) Leichter Leben: Auf dem Weg zu einer nachhaltigen Energiezukunft — am Beispiel der 2000-Watt-Gesellschaft. novatlantis – Nachhaltigkeit im ETH-Bereich, mit Unterstützung Bundesamt für Energie BFE und SIA, Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, retrieved from: <http://www.2000watt.ch/data/downloads/LeichterLeben.pdf>.

- Sturm et al. 2006 Sturm A., Egli N., Frischknecht R. and Steiner R. (2006) Energieperspektive 2050 der Umweltorganisationen. Studie Ellipson AG und ESU-services GmbH im Auftrag von Greenpeace Schweiz, Schweizerische Energiestiftung, Verkehrs-Club der Schweiz und WWF Schweiz.
- Taylor 2000 Taylor C. (2000) Ökologische Bewertung von Ernährungsweisen anhand ausgewählter Indikatoren. Inauguraldissertation. Justus-Liebig-Universität Gießen, retrieved from: [bibd.uni-giessen.de/ghm/2000/uni/d000074.htm](http://bibd.uni-giessen.de/ghm/2000/uni/d000074.htm).
- UGZ 2011 UGZ (2011) Unterwegs zur 2000-Watt-Gesellschaft: Wie Zürich zu einem nachhaltigen Umgang mit Energie kommt. Umwelt- und Gesundheitsschutz Zürich (UGZ), Stadt Zürich, Zürich, retrieved from: [www.stadt-zuerich.ch/2000watt](http://www.stadt-zuerich.ch/2000watt).
- Uitdenbogerd et al. 1998 Uitdenbogerd D. E., Brouwer N. M. and Groot-Marcus J. P. (1998) Domestic energy saving potentials for food and textiles - An empirical study. 2. Wageningen Agricultural University, Wageningen.
- VDI 1992 VDI (1992) Energiehaushalten und CO2-Minderung: Einsparpotentiale im Haushalt, Vol. VDI-Bericht 944 (Ed. VDI (Verein Deutscher Ingenieure)). VDI-Verlag GmbH, Würzburg.
- von Koerber et al. 1999 von Koerber K., Männle T., Leitzmann C., Eisinger M., Watzl B. and Weiss G. (1999) Vollwert-Ernährung: Konzeption einer zeitgemässen Ernährungsweise. 9 Edition. Haug, ISBN 3-7760-1734-1, Heidelberg.
- von Stokar et al. 2006 von Stokar T., Myriam Steinemann, Rüegg B. and Schmill J. (2006) Der ökologische Fussabdruck der Schweiz: Ein Beitrag zur Nachhaltigkeitsdiskussion. Bundesamt für Statistik, Neuchâtel, retrieved from: [www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/21/22/lexi.Document.86629.pdf](http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/21/22/lexi.Document.86629.pdf).
- Würtenberger 2003 Würtenberger L. (2003) Import and Export of Agricultural Land Use. Diplomarbeit Nr. 1/03. Eidgenössische Technische Hochschule, Zürich.
- Yamano & Ahmad 2006 Yamano N. and Ahmad N. (2006) The OECD Input-Output Database: 2006 Edition. OECD Organisation for Economic Cooperation and Development, Paris, retrieved from: [www.oecd.org/document/3/0,3343,en\\_2649\\_34445\\_38071427\\_1\\_1\\_1\\_1,00.html](http://www.oecd.org/document/3/0,3343,en_2649_34445_38071427_1_1_1_1,00.html).

## Indexverzeichnis

Andere Güter und Dienstleistungen .....	24, 92	Indikator	
Aussenhandel .....	113	Umweltbelastung .....	6
Basismaterial .....	xi	Klimawandel .....	10
Bekleidung .....	24, 90	Kommunikation .....	24, 92
Berechnungsansätze		Kompensation .....	93
Grundlagendaten .....	15	Konsumbereiche .....	23
berufliche Tätigkeit .....	24, 93	Konsumperspektive .....	5
Bewertungsmethode		Materialflusskonto .....	115
Einfluss .....	75	Methode der ökologischen Knappheit .....	7
Bildung .....	24, 92	Möbel und HH-Geräte .....	24
Carbon Footprint .....	10	Möbel und HH-Geräte und andere Güter .....	91
CO <sub>2</sub> -Fussabdruck .....	10	Mobilität .....	24
Dienstleistungen .....	46	Nahrungsenergie .....	69
domestic material consumption .....	115	Nahrungsmittel .....	24
domestic material input .....	115	Primärenergie .....	11
Endnachfrage .....	5	Primärenergiebedarf .....	11
Exporte .....	5	Gesamtbilanz .....	16
inländische .....	5	Privatkonsum .....	5
Verbleibende öffentliche .....	24	Produktionsperspektive .....	5
Energieressourcen .....	11	Produktionssektor .....	110
Ernährung .....	24	Reduktionspotenzial .....	xi, 51
Export .....	24	Ressource .....	6
Ferien .....	93	Rohstoff .....	xi
Finanzdienstleistung .....	93	Spende .....	93
Forschungsfrage		Treibhauseffekt .....	10
Antwort 1 .....	5	Treibhausgasemission .....	10
Antwort 2 .....	11	Umweltbelastung .....	iii, 7, 12
Antwort 3 .....	20	Umweltbelastungspunkte .....	7
Antwort 4 .....	20, 21	Urlaub .....	93
Antwort 5 .....	23	Vollwerternährung .....	83
Antwort 5 .....	28	Watt .....	11
Antwort 6 .....	83	Wirkungskategorie	
Überblick .....	2	Methode der ökologischen Knappheit .....	9
Freizeit, Unterhaltung .....	24, 92	Wohnen .....	24
Gastgewerbe .....	24, 92	Bau, Möbel, Geräte .....	44
Gesamtpotential .....	xi	Miete, Energie, Wasser und Entsorgung .....	24, 30
Gesamtpotenzial .....	52	Wohnungsbau .....	24, 91
Maximal .....	84		
Gesundheit .....	24, 48, 91		

# Annexe 1: Life Cycle Inventory Analysis

## Average consumption of food items

Tab. A. 1 Unit process raw data of Swiss average food consumption

product	Name	Location	Infrastructure	Unit	average consumption of food items, per person	Uncertainty	Standard Deviation	GeneralComment
	Location InfrastructureProcess Unit				CH 0 a		%	
	average consumption of food items, per person	CH	0	a	1			
vegetables	vegetables mean, at farm	CH	0	kg	92.30	1	1.24	(3,1,1,1,3,3); fresh and conserves
	white mushrooms, at farm	CH	0	kg	2.75	1	1.24	(3,1,1,1,3,3); 2.5 - 3 kg/year, <a href="http://www.tagesanzeiger.ch/wirtschaft/unternehmen-und-konjunktur/Wenn-Pilze-schimmeln/story18023857">http://www.tagesanzeiger.ch/wirtschaft/unternehmen-und-konjunktur/Wenn-Pilze-schimmeln/story18023857</a>
cereals	bread, at bakery	CH	0	kg	73.20	1	1.24	(3,1,1,1,3,3); different types of flours used in bread
	pasta, dried, durum wheat, without eggs, at plant	RER	0	kg	11.30	1	1.24	(3,1,1,1,3,3); durum wheat
	white rice, from USA, at regional storage	CH	0	kg	4.90	1	1.24	(3,1,1,1,3,3); SBV statistics 2007
	barley grains IP, at farm	CH	0	kg	1.00	1	1.24	(3,1,1,1,3,3); SBV statistics 2007
	grain maize IP, at farm	CH	0	kg	2.10	1	1.24	(3,1,1,1,3,3); SBV statistics 2007
	oat grains, IP, at farm	CH	0	kg	0.80	1	1.24	(3,1,1,1,3,3); SBV statistics 2007
	potatoes IP, at farm	CH	0	kg	42.40	1	1.24	(3,1,1,1,3,3); SBV statistics 2007
	potato starch, at plant	DE	0	kg	0.40	1	1.24	(3,1,1,1,3,3); SBV statistics 2007
sugar	sugar, from sugar beet, at sugar refinery	CH	0	kg	46.30	1	1.24	(3,1,1,1,3,3); sugar, sirup, honig
fruits	apple ÖLN, at farm	CH	0	kg	29.00	1	1.24	(3,1,1,1,3,3); apple, fruits in general (fresh and conserves)
	pear ÖLN, at farm	CH	0	kg	3.30	1	1.24	(3,1,1,1,3,3); SBV statistics 2007
	table grapes ÖLN, Chasselas, at farm	CH	0	kg	4.30	1	1.24	(3,1,1,1,3,3); SBV statistics 2007
	cherries ÖLN, at farm	CH	0	kg	0.90	1	1.24	(3,1,1,1,3,3); SBV statistics 2007
	strawberries, greenhouse, at farm	CH	0	kg	6.40	1	1.24	(3,1,1,1,3,3); SBV statistics 2007
	damson plum ÖLN, at farm	CH	0	kg	6.70	1	1.24	(3,1,1,1,3,3); damson plum, apricot, peach
	bananas, at farm	CR	0	kg	9.10	1	1.24	(3,1,1,1,3,3); banana
	oranges, at farm	BR	0	kg	13.20	1	1.24	(3,1,1,1,3,3); oranges, mandarines
	grapefruit, at farm	US	0	kg	3.20	1	1.24	(3,1,1,1,3,3); oranges, mandarines, lemons, grapefruit
meat	poultry meat, IP, at slaughterhouse	CH	0	kg	9.60	1	1.24	(3,1,1,1,3,3); SBV statistics 2007
	veal, IP, at slaughterhouse	CH	0	kg	2.80	1	1.24	(3,1,1,1,3,3); SBV statistics 2007
	lamb meat, IP, at slaughterhouse	CH	0	kg	1.40	1	1.24	(3,1,1,1,3,3); SBV statistics 2007
	beef, IP, at slaughterhouse	CH	0	kg	10.90	1	1.24	(3,1,1,1,3,3); beef and horse
	pork, IP, at slaughterhouse	CH	0	kg	24.10	1	1.24	(3,1,1,1,3,3); SBV statistics 2007
	meat mixed, IP, at slaughterhouse	CH	0	kg	3.20	1	1.24	(3,1,1,1,3,3); rabbit, venison and organs
	SITC-03, fish, crustaceans, molluscs and aquatic invertebrates, and preparations thereof, import	CH	0	kg	8.40	1	1.24	(3,1,1,1,3,3); fresh, frozen and conserve
animal products	eggs, at farm	CH	0	kg	10.80	1	1.24	(3,1,1,1,3,3); SBV statistics 2007
	cheese, at dairy	CH	0	kg	20.80	1	1.24	(3,1,1,1,3,3); different types
	whole milk, at dairy	CH	0	kg	109.70	1	1.24	(3,1,1,1,3,3); conventional and condense milk and other milk products
	milk powder, IP, at plant	CH	0	kg	4.10	1	1.24	(3,1,1,1,3,3); different types
	cream, at dairy	CH	0	kg	8.40	1	1.24	(3,1,1,1,3,3); SBV statistics 2007
fats & others	rape oil, at oil mill	RER	0	kg	15.70	1	1.24	(3,1,1,1,3,3); SBV statistics 2007
	olive oil, at oil mill	CY	0	kg	1.60	1	1.24	(3,1,1,1,3,3); SBV statistics 2007
	butter, at dairy	CH	0	kg	6.10	1	1.24	(3,1,1,1,3,3); SBV statistics 2007
	peas, IP, at farm	CH	0	kg	1.70	1	1.24	(3,1,1,1,3,3); Hülsenfrüchte
	pear ÖLN, at farm	CH	0	kg	4.00	1	1.24	(3,1,1,1,3,3); nuts
	cocoa powder, made from beans of Ghana, at plant	RER	0	kg	3.90	1	1.24	(3,1,1,1,3,3); cacao
beverages	beer, at brewery	CH	0	kg	56.70	1	1.24	(3,1,1,1,3,3); SBV statistics 2007
	red wine, pinot noir ÖLN, in bottle, at plant	CH	0	kg	39.90	1	1.24	(3,1,1,1,3,3); different types
	ethanol, 95% in H2O, from potatoes, at distillery	CH	0	kg	0.69	1	1.24	(3,1,1,1,3,3); SBV statistics 2007 Brantwein, estimation 30% alcohol
	orange juice, at supermarket	CH	0	kg	5.80	1	1.24	(3,1,1,1,3,3); SBV statistics 2007
	apple juice, packed, at plant	CH	0	kg	5.80	1	1.24	(3,1,1,1,3,3); SBV statistics 2007
	ground coffee, in PET/Alu/PE-bag, at household	RER	0	kg	9.60	1	1.24	(3,1,1,1,3,3); coffee
	black tea, Darjeeling, conventional, at regional storage	DE	0	kg	0.30	1	1.24	(3,1,1,1,3,3); tea
	mineral water, production mix, at plant	CH	0	kg	113.00	1	1.24	(3,1,1,1,3,3); www.mineralwasser.ch
	iced tea, at household	CH	0	kg	79.00	1	1.24	(3,1,1,1,3,3); <a href="http://www.getraenke.ch/erfrischungsgetraenke/kennzahlen1a.html">http://www.getraenke.ch/erfrischungsgetraenke/kennzahlen1a.html</a>
Transports	origin, European	CH	0	kg	215.86	1	1.24	(3,1,1,1,3,3); Transports rough share estimation with 0.3
	origin, non-European, fresh	CH	0	kg	7.20	1	1.24	(3,1,1,1,3,3); Transports rough share estimation with 0.01
	origin, Switzerland	CH	0	kg	395.75	1	1.24	(3,1,1,1,3,3); Transports rough share estimation with 0.55
	origin, non-European	CH	0	kg	100.74	1	1.24	(3,1,1,1,3,3); Transports rough share estimation with 0.14
Processing	processing and distribution, meat, chilled	CH	0	kg	52.00	1	1.24	(3,1,1,1,3,3); distribution
	processing and distribution, meat, deep-frozen	CH	0	kg	8.40	1	1.24	(3,1,1,1,3,3); distribution
	storage, milk and egg, in cold store	CH	0	kg	149.70	1	1.24	(3,1,1,1,3,3); distribution
	processing and distribution, vegetables, fresh	CH	0	kg	66.08	1	1.24	(3,1,1,1,3,3); distribution estimated share 0.4
	processing and distribution, vegetables, conserved	CH	0	kg	11.97	1	1.24	(3,1,1,1,3,3); distribution estimated share 0.0724366123128343
	processing and distribution, vegetables, chilled	CH	0	kg	49.56	1	1.24	(3,1,1,1,3,3); distribution estimated share 0.3
	processing and distribution, vegetables, deep-frozen	CH	0	kg	37.59	1	1.24	(3,1,1,1,3,3); distribution estimated share 0.227563387687166
	distribution and selling, butter, in supermarket	RER	0	kg	6.10	1	1.24	(3,1,1,1,3,3); distribution
	distribution and selling, tea in tea bag, in supermarket	CH	0	kg	0.30	1	1.24	(3,1,1,1,3,3); distribution
	distribution, food products	CH	0	CHF	1'500.00	1	1.24	(3,1,1,1,3,3); rough assumption price of other products
Packaging	packaging, meat, cardboard	CH	0	kg		1	1.24	(3,1,1,1,3,3); rough assumption packaging
	packaging, meat, metal	CH	0	kg		1	1.24	(3,1,1,1,3,3); rough assumption packaging
	packaging, meat, paper	CH	0	kg		1	1.24	(3,1,1,1,3,3); rough assumption packaging
	packaging, meat, plastic-box	CH	0	kg	52.00	1	1.24	(3,1,1,1,3,3); rough assumption packaging
	packaging, meat, plastic-foil	CH	0	kg		1	1.24	(3,1,1,1,3,3); rough assumption packaging
	packaging, meat, plastic, vacuum	CH	0	kg	8.40	1	1.24	(3,1,1,1,3,3); rough assumption packaging
	packaging, meat, polystyrene	CH	0	kg		1	1.24	(3,1,1,1,3,3); rough assumption packaging
	packaging, vegetables, glass	CH	0	kg	57.39	1	1.24	(3,1,1,1,3,3); rough assumption packaging
	packaging, vegetables, cardboard	CH	0	kg	187.29	1	1.24	(3,1,1,1,3,3); rough assumption packaging
	packaging, vegetables, metal	CH	0	kg	11.97	1	1.24	(3,1,1,1,3,3); rough assumption packaging
	packaging, vegetables, paper	CH	0	kg	144.00	1	1.24	(3,1,1,1,3,3); rough assumption packaging
	packaging, vegetables, plastic-box	CH	0	kg	49.56	1	1.24	(3,1,1,1,3,3); rough assumption packaging
	packaging, vegetables, plastic-foil	CH	0	kg	66.08	1	1.24	(3,1,1,1,3,3); rough assumption packaging
	packaging, tea, tea bags and cardboard	DE	0	kg	0.30	1	1.24	(3,1,1,1,3,3); rough assumption packaging

## Anhang

Tab. A. 2 Unit process raw data of Swiss average food consumption, Scenario organic products

Name	Location	Infrastructure	Process	Unit	average consumption of organic food items, per person	Uncertainty Type	Standard Deviations 5%	General Comment	
									CH
product	Location				CH	0	a		
vegetables	average consumption of organic food items, per person				CH	0	kg	1	
vegetables	vegetables mean, organic, at farm				CH	0	kg	92.30	
mushrooms	white mushrooms, at farm				CH	0	kg	2.75	
cereals	bread, organic, at bakery				CH	0	kg	73.20	
	pasta, organic, dried, durum wheat, without eggs, at plant				RER	0	kg	11.30	
	white rice organic, at regional storage				CH	0	kg	4.90	
	barley grains organic, at farm				CH	0	kg	1.00	
	grain maize organic, at farm				CH	0	kg	2.10	
	oat grains, organic, at farm				CH	0	kg	0.80	
	potatoes organic, at farm				CH	0	kg	42.40	
	potato starch organic, at plant				DE	0	kg	0.40	
sugar	sugar, from sugar beet organic, at sugar refinery				CH	0	kg	46.30	
fruits	apple organic, at farm				CH	0	kg	29.00	
	pear organic, at farm				CH	0	kg	3.30	
	table grapes organic, Chasselas, at farm				CH	0	kg	4.30	
	cherries organic, at farm				CH	0	kg	0.90	
	strawberries organic, at farm				CH	0	kg	6.40	
	damson plum organic, at farm				CH	0	kg	6.70	
	bananas organic, at farm				EC	0	kg	9.10	
	oranges organic, at farm				BR	0	kg	13.20	
	grapefruit organic, at farm				US	0	kg	3.20	
	meat	poultry meat, organic, at slaughterhouse				CH	0	kg	9.60
	veal, organic, at slaughterhouse				CH	0	kg	2.80	
	lamb meat, organic, at slaughterhouse				CH	0	kg	1.40	
	beef, organic, at slaughterhouse				CH	0	kg	10.90	
	pork, organic, at slaughterhouse				CH	0	kg	24.10	
	meat mixed, organic, at slaughterhouse				CH	0	kg	3.20	
	SITC-03, fish, crustaceans, molluscs and aquatic invertebrates, and preparations thereof, import				CH	0	kg	8.40	
animal products	eggs, free-range, organic, at farm				CH	0	kg	10.80	
	cheese, organic, at dairy				CH	0	kg	20.80	
	whole milk, organic, at dairy				CH	0	kg	109.70	
	milk powder, organic, at plant				CH	0	kg	4.10	
	cream, organic, at dairy				CH	0	kg	8.40	
fats & others	rape oil, organic, at oil mill				RER	0	kg	15.70	
	olive oil, organic, at oil mill				GR	0	kg	1.60	
	butter, organic, at dairy				CH	0	kg	6.10	
	peas, organic, at farm				CH	0	kg	1.70	
	pear organic, at farm				CH	0	kg	4.00	
	cocoa powder, made from beans of Ghana, at plant				RER	0	kg	3.90	
beverages	beer organic, at brewery				CH	0	kg	56.70	
	red wine, pinot noir organic, in bottle, at plant				CH	0	kg	39.90	
	ethanol, 95% in H2O, from potatoes organic, at distillery				CH	0	kg	0.69	
	orange juice organic, at supermarket				CH	0	kg	5.80	
	apple juice, organic, packed, at plant				CH	0	kg	5.80	
	ground organic coffee, in PET/Alu/PE-bag, at household				RER	0	kg	9.60	
	black tea, Darjeeling, organic, at regional storage				DE	0	kg	0.30	
	mineral water, production mix, at plant				CH	0	kg	113.00	
	iced tea organic, at household				CH	0	kg	79.00	
Transports	origin, European				CH	0	kg	287.82	
	origin, non-European, fresh				CH	0	kg	-	
	origin, Switzerland				CH	0	kg	287.82	
	origin, non-European				CH	0	kg	143.91	
Processing	processing and distribution, meat, chilled				CH	0	kg	52.00	
	processing and distribution, meat, deep-frozen				CH	0	kg	8.40	
	storage, milk and egg, in cold store				CH	0	kg	149.70	
	processing and distribution, vegetables, fresh				CH	0	kg	66.08	
	processing and distribution, vegetables, conserved				CH	0	kg	11.97	
	processing and distribution, vegetables, chilled				CH	0	kg	49.56	
	processing and distribution, vegetables, deep-frozen				CH	0	kg	37.59	
	distribution and selling, butter, in supermarket				RER	0	kg	6.10	
	distribution and selling, tea in tea bag, in supermarket				CH	0	kg	0.30	
	distribution, food products				CH	0	CHF	1'500.00	
	Packaging	packaging, meat, cardboard				CH	0	kg	-
		packaging, meat, metal				CH	0	kg	-
	packaging, meat, paper				CH	0	kg	-	
	packaging, meat, plastic-box				CH	0	kg	52.00	
	packaging, meat, plastic-foil				CH	0	kg	-	
	packaging, meat, plastic, vacuum				CH	0	kg	8.40	
	packaging, meat, polystyrene				CH	0	kg	-	
	packaging, vegetables, glass				CH	0	kg	57.39	
	packaging, vegetables, cardboard				CH	0	kg	187.29	
	packaging, vegetables, metal				CH	0	kg	11.97	
	packaging, vegetables, paper				CH	0	kg	144.00	
	packaging, vegetables, plastic-box				CH	0	kg	49.56	
	packaging, vegetables, plastic-foil				CH	0	kg	66.08	
	packaging, tea, tea bags and cardboard				DE	0	kg	0.30	

Energy use and mobility

Tab. A. 3 Unit process raw data for energy and mobility consumption for the Swiss average (BFS/ARE 2007, BFE 2006)

product	Name	Location	InfrastructureProc	Unit	average consumption of energy, per person	average consumption of mobility, per person, consumption statistic	average consumption of mobility, per person, Mikrozensus	average consumption of heat	average consumption housing (energy, water and disposal), per person
	Location				CH	CH	CH	CH	CH
	InfrastructureProcess				0	0	0	0	0
	Unit				a	a	a	MJ	a
	average consumption of energy, per person	CH	0	a	1	0	0	0	0
	average consumption of mobility, per person, consumption statistic	CH	0	a	0	1	0	0	0
	average consumption of mobility, per person, Mikrozensus	CH	0	a	0	0	1	0	0
	average consumption of heat	CH	0	MJ	0	0	0	1	0
technosphere	electricity, consumer mix	CH	0	kWh	2'363	0	0	0	2'363
	light fuel oil, burned in boiler 10kW condensing, non-modulating	CH	0	MJ	17'403	0	0	64.1%	17'403
	natural gas, burned in boiler condensing modulating <100kW	RER	0	MJ	6'407	0	0	23.6%	6'407
	logs, mixed, burned in furnace 30kW	CH	0	MJ	54	0	0	0.2%	54
	district heat, from municipal waste incineration plant	CH	0	MJ	2'484	0	0	9.2%	2'484
	heat, at flat plate collector, multiple dwelling, for hot water	CH	0	MJ	784	0	0	2.9%	784
	transport, aircraft, passenger	RER	0	pkm	0	1'698	2'456	0	0
	transport, aircraft, passenger, Europe	RER	0	pkm	0	0	0	0	0
	transport, aircraft, passenger, intercontinental	RER	0	pkm	0	0	0	0	0
	transport, coach	CH	0	pkm	0	0	506	0	0
	transport, long-distance train, SBB mix	CH	0	pkm	0	1'256	1'295	0	0
	transport, passenger car	CH	0	pkm	0	10'797	9'582	0	0
	transport, metropolitan train, SBB mix	CH	0	pkm	0	1'256	1'295	0	0
	transport, regular bus	CH	0	pkm	0	0	49	0	0
	transport, tram	CH	0	pkm	0	0	718	0	0
	transport, trolleybus	CH	0	pkm	0	0	0	0	0
	transport, passenger car, diesel, fleet average	CH	0	pkm	0	0	0	0	0
	transport, scooter	CH	0	pkm	0	0	246	0	0
	tap water, at user	CH	0	kg	0	0	0	0	59'130
	treatment, sewage, to wastewater treatment, class 1	CH	0	m3	0	0	0	0	97
	disposal, municipal solid waste, 22.9% water, to municipal incineration	CH	0	kg	0	0	0	0	350

Tab. A. 4 Metainformation to the unit process raw data for energy and mobility consumption, the water consumption and wastewater and municipal waste production for the Swiss average

Name	average consumption of mobility, per person, Mikrozensus	average consumption of energy, per person	average consumption of mobility, per person, consumption statistic	average consumption of heat	average consumption of housing (energy, water and disposal), per person
Location	CH	CH	CH	CH	CH
InfrastructureProcess	0	0	0	0	0
Unit	a	a	a	MJ	a
IncludedProcesses	This data set includes the use of different means of transport according to the Verbrauchserhebung of the BFS and calculation by Girod 2010.	This data set includes the consumption of different energy carriers in private households.	This data set includes the use of different means of transport by people in Switzerland older than 6 years.	This data set includes the average consumption of different energy carriers in private households.	This data set includes the consumption for housing (energy, water and disposal) in Switzerland
LocalName	durchschnittlicher Konsum von Mobilität, pro Person, Mikrozensus	durchschnittlicher Konsum von Energie, pro Person	durchschnittlicher Konsum von Mobilität, pro Person, Verbrauchsstatistik	durchschnittlicher Wärmeverbrauch	durchschnittlicher Konsum Wohnen (Energie, Wasser und Entsorgung), pro Person
Synonyms	0	0	0	0	0
GeneralComment	The datasets relates to the consumption of one Swiss person in the year 2005	The datasets relates to the consumption of one Swiss person in the year 2005	The datasets relates to the consumption of one Swiss person in the year 2005	The datasets relates to the consumption of one person in the city of Zurich in the year 2005	The datasets relates to the consumption of one person in Switzerland in the year 2010
InfrastructureIncluded	1	1	1	1	1
Category	private consumption	private consumption	private consumption	private consumption	private consumption
SubCategory	transport	energy	transport	energy	energy
LocalCategory	Privater Konsum	Privater Konsum	Privater Konsum	Privater Konsum	Privater Konsum
LocalSubCategory	Transport	Energie	Transport	Energie	Energie
Formula					
StatisticalClassification					
CASNumber					
StartDate	2005	2005	2005	2005	2005
EndDate	2005	2005	2005	2005	2005
DataValidForEntirePeriod	1	1	1	1	1
OtherPeriodText					
Text	Data from Swiss statistics	Data from Swiss statistics	Data from Swiss statistics	Data from statistics of the city of Zurich	Data from the annual reports and statistics
Text	Average	Average	Average	Average	Average
Percent	100	100	100	100	100
ProductionVolume	1.20E+11	2.66E+11	1.12E+11	0.00E+00	0.00E+00
SamplingProcedure	National statistics	National statistics	National statistics	statistics	statistics
Extrapolations	none	none	Data have been corrected for the business trips, which are excluded in the calculation.	none	none

## **Annexe 2: Umweltbelastungen der Schweizer Volkswirtschaft**

Um Schlüsselfaktoren für eine effektive Reduktion der Umweltbelastungen zu identifizieren werden in diesem Bericht die Umweltbelastungen des privaten Konsums und entsprechende Reduktionspotenziale untersucht. Dabei wird eine Konsumperspektive eingenommen. Falls jedoch andere Perspektiven auf die Schweizer Wirtschaft eingenommen werden, resultieren andere Ergebnisse. Darum werden für die Relevanz-Analyse in Ergänzung zu den Auswertungen des Konsums nachfolgend zusätzliche Auswertungen der Schweizer Wirtschaft ausgeführt. Hierzu werden verschiedene nationale Statistiken mit Ökobilanzdaten verknüpft und ausgewertet, um zu beurteilen welches aus Umweltsicht die wichtigsten Wirtschaftssektoren, Produkte und Materialien sind. Die Daten basieren auf der Studie von Jungbluth et al. (2011b). Die Auswertung erfolgt mit der Methode der ökologischen Knappheit 2006 (Frischknecht et al. 2008).

In einem separaten Bericht werden aus Umweltsicht prioritäre Produktgruppen in der Schweiz identifiziert (Stucki et al. 2012).

### **Produktionssektoren**

Abbildung A. 1 stellt die Gesamtumweltbelastungen der Schweizerischen Produktionssektoren inklusive deren Vorkette pro Person dar. Dieser Ansatz berücksichtigt auch importierte Güter in der Vorkette der Produktionssektoren und Güter welche aus der Schweiz exportiert werden. Umweltbelastungen während der Nutzungsphase der produzierten Güter sind nicht berücksichtigt. Einzelne Sektoren können nicht aufaddiert werden, da dadurch Umweltbelastungen mehrfach gezählt würden. Die Aufteilung der Produktionssektoren erfolgt gemäss der NOGA 2008 (Nomenclature Générale des Activités économiques) Klassifizierung.

Aus dieser Auswertung lassen sich folgende prioritäre Sektoren für die Reduktion der Umweltbelastungen identifizieren:

- G15b16, Nahrungsmittel
- G01b05, Primärsektor
- G24, Chemie
- G40b41, Energie- und Wasserversorgung
- G45, Baugewerbe

Die wichtigsten Umweltauswirkungen der meisten Sektoren sind toxische Emissionen in die Luft (v.a. Feinstaub) und der Klimawandel. Beim Energiesektor dominieren die radioaktiven Abfälle und beim Bergbau der Abbau von Kiesressourcen. In der Landwirtschaft bzw. für die Lebensmittelverarbeitung sind zusätzlich Überdüngung, Schwermetallemissionen in den Boden und Pflanzenschutzmittel von Bedeutung.

## Anhang

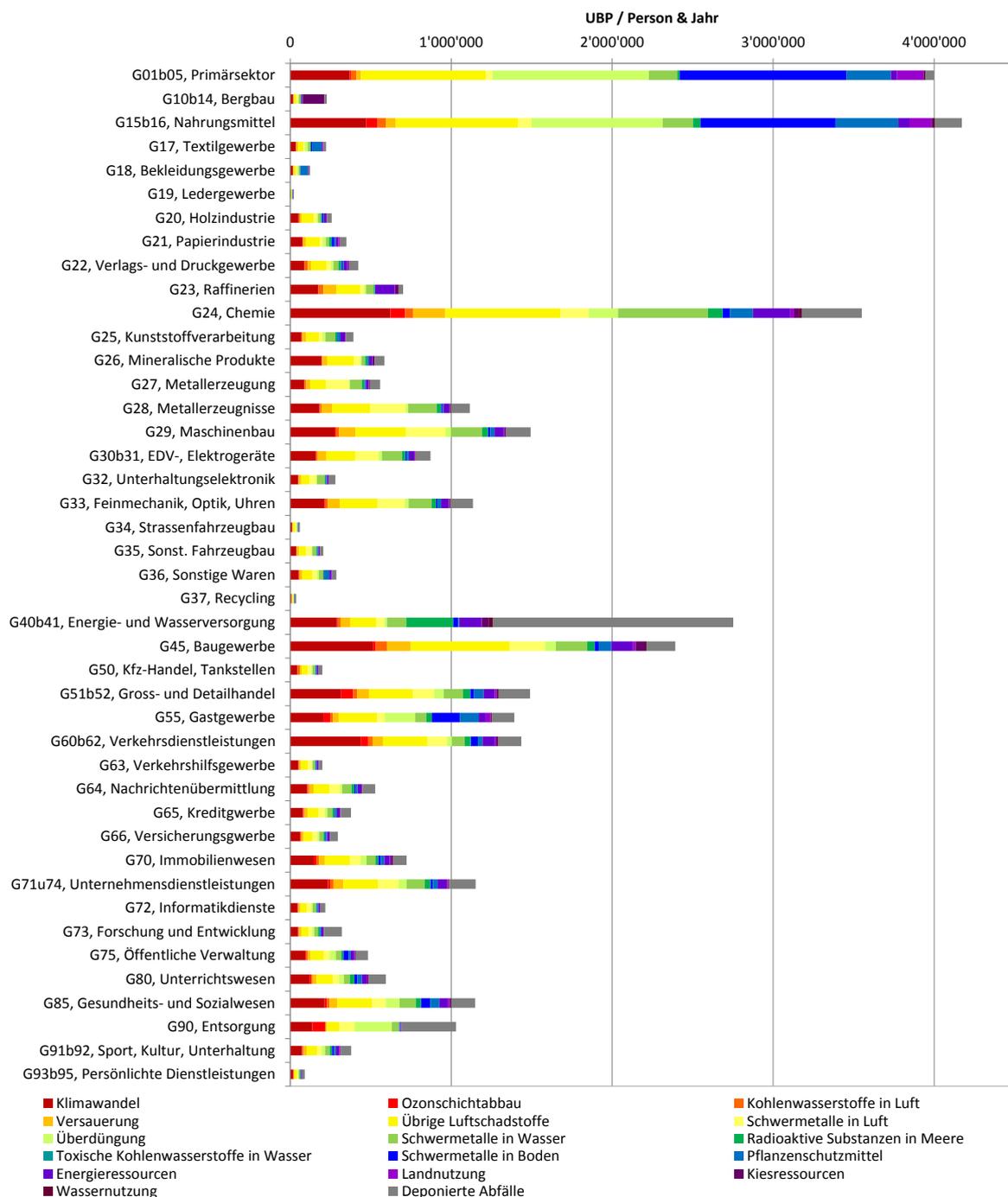


Abbildung A. 1 Gesamtumweltbelastungen der Schweizerischen Produktionssektoren pro Person im Jahr 2005. Auswertung gemäss der Methode der ökologischen Knappheit 2006 mit 17 Umweltkategorien (absolute Werte). Einzelne Sektoren können nicht aufaddiert werden, da dadurch Umweltbelastungen mehrfach gezählt würden (Bsp. die Landwirtschaft ist sowohl in G01b05 wie auch in G15b16 enthalten).

## Anhang

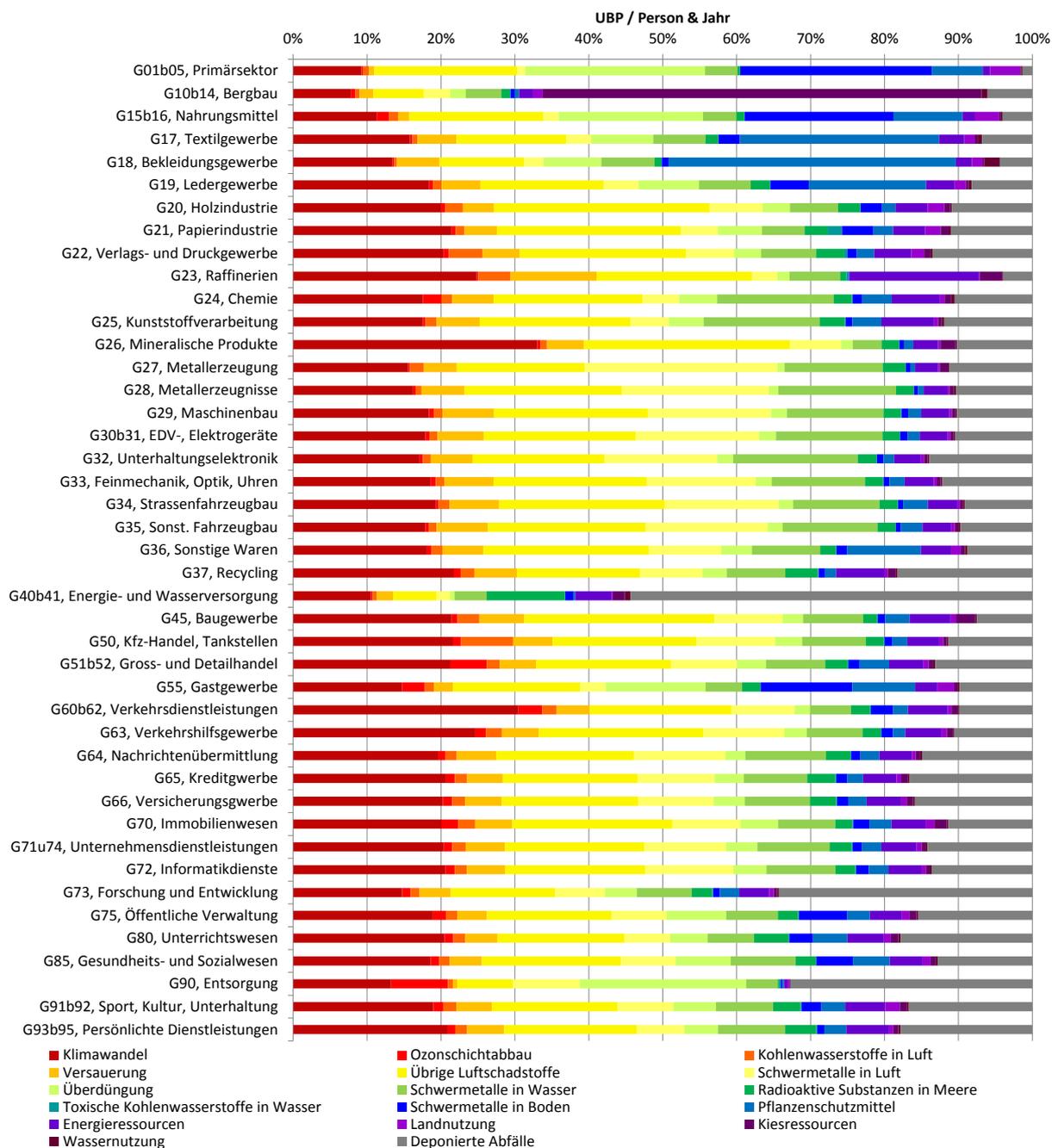


Abbildung A. 2 Gesamtumweltbelastungen der Schweizerischen Produktionssektoren pro Person im Jahr 2005. Auswertung gemäss der Methode der ökologischen Knappheit 2006 mit 17 Umweltkategorien (relative Werte).

### Aussenhandelsstatistik

Abbildung A. 3 zeigt die Umweltbelastungen der schweizerischen Importe und Exporte im Jahr 2005 (Jungbluth et al. 2011b). Mit diesem Ansatz ist die Herstellung der Produkte inklusive ihrer Vorkette berücksichtigt, nicht jedoch die Nutzungsphase und die Entsorgung der Produkte nach Lebensende. Produkte welche in der Schweiz produziert und konsumiert werden, erscheinen nicht in der Aussenhandelsstatistik. Die Aufteilung der Produktgruppen erfolgt gemäss der SITC-Klassifizierung (Standard International Trade Classification).

Aus dieser Auswertung lassen sich folgende prioritäre Produktgruppen für die Reduktion der Umweltbelastungen identifizieren:

1. Priorität:

- Elektrizität
- Nichteisenmetalle
- Raffinerieprodukte
- Eisen & Stahl

2. Priorität:

- Anorganische Chemikalien
- Kaffee, Tee & Schokolade
- Bekleidung
- Möbel
- Metallwaren
- Garn & Gewebe
- Organische Chemikalien
- Elektrische Geräte

3. Priorität:

- Andere Produktgruppen

Jungbluth et al. (2012a) zeigen in ihrer Studie, dass die **Ernährung** ein wichtiger Konsumbereich ist und insbesondere der Verzehr von **Fleisch und tierischen Produkten** hohe Umweltauswirkungen hat. Dieser Effekt ist in Abbildung A. 3 nicht deutlich ersichtlich, was dadurch erklärt werden kann, dass ein wichtiger Teil dieser Produkte innerhalb der Schweiz produziert und konsumiert wird und darum nicht Gegenstand der Aussenhandelsstatistik ist. Ausserdem verteilen sich relevante Importe auf verschiedene Kategorien wie lebende Tiere, Fleisch, Futtermittel und Getreide. Die Produktgruppe SITC-09 Kaffee, Tee & Schokolade wird bei den Importen von **Kaffee und Kakaobutter** dominiert und bei den Exporten von Tee, Schokolade und verarbeitetem Kaffee. Wichtigstes Schweizer Kaffeexportprodukt sind die Kaffeekapseln von Nestlé (Lerch 2012).

# Anhang

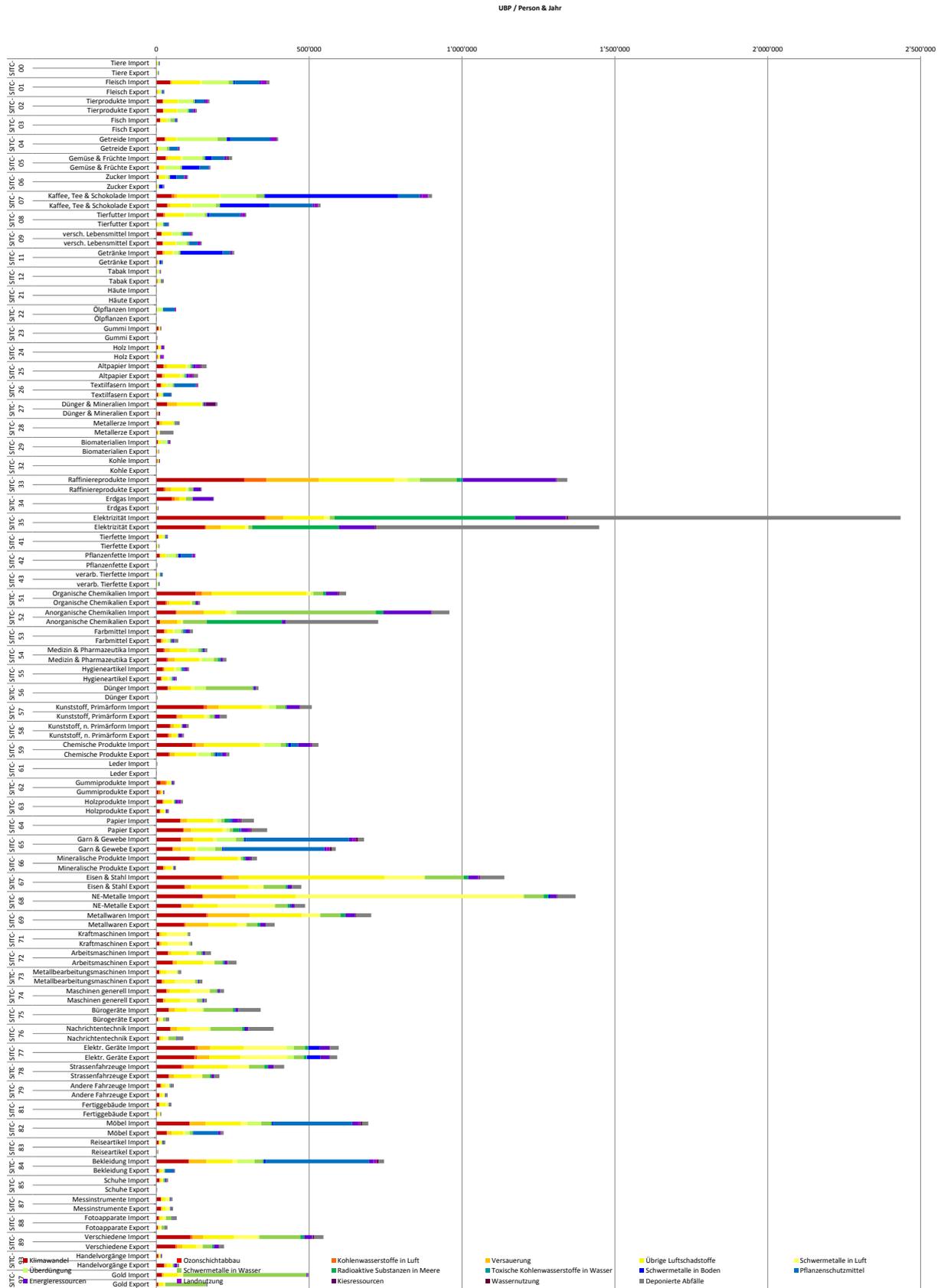


Abbildung A. 3 Gesamtumweltbelastungen der Schweizerischen Importe und Exporte pro Person im Jahr 2005. Auswertung gemäss der Methode der ökologischen Knappheit 2006 mit 17 Umweltkategorien (absolute Werte).

### **Inländischer Materialkonsum und Materialinput**

Die Berechnungen zum inländischen Materialkonsum (domestic material consumption DMC) und Materialinput (domestic material input DMI) basieren auf Materialflusskonten des Bundesamts für Statistik BFS (2011). Der inländische Materialkonsum ist definiert als die Summe der inländischen Gewinnung und der Importe in die Schweiz abzüglich der Exporte. Der inländische Materialinput ist definiert als die Summe der inländischen Gewinnung und der Importe (ohne Abzug der Exporte). Somit enthält der DMI auch exportierte Umweltbelastungen, welche nicht dem Konsum in der Schweiz angerechnet werden können. Umweltbelastungen aus der Nutzungsphase der Produkte sind nicht berücksichtigt. Alle Flüsse sind nach Materialtyp aufgeschlüsselt gemäss der Nomenklatur von EUROSTAT (2009).

Die Grundlagedaten für die Auswertungen des DMC und DMI sind in Tab. A. 5 dargestellt. Die Resultate werden in Abbildung A. 4 und Abbildung A. 5 präsentiert.

Die Resultate sind mit relativ hohen Unsicherheiten behaftet, da das BFS die Produktgruppen in der Aussenhandelsstatistik basierend auf der jeweiligen Materialzusammensetzung den DMC-Materialgruppen zugordnet.

Bei Fleisch und tierischen Produkten wird die Gewinnung in der Schweiz mit dem DMC nicht erfasst, da Fleisch als weiterverarbeitetes Produkt betrachtet wird. Diese Betrachtungsweise resultiert in einem negativen inländischen Konsum von Milch und einem sehr tiefen Konsum von Fleisch. Anstelle der Fleischproduktion wird nur die Produktion der für die Tierproduktion benötigten Futterprodukte in der Systematik des DMC erfasst. Die (negativen) Resultate für Edelmetalle, Milch & Milcherzeugnisse, Treibstoffe etc. und das tiefe Resultat für Fleisch zeigen, dass der DMC für diese Materialien kein geeignetes Instrument zur Erfassung Umweltbelastungen ist.

Die Summe der auf diese Weise erfassten Umweltbelastungen liegt nur bei etwa 8 Mio. Umweltbelastungspunkten. Dies sind deutlich weniger als die etwa 20 Mio. UBP, die durch den Konsum der Schweizer verursacht werden (Jungbluth et al. 2011b). Ein Grund dafür ist die Vernachlässigung vieler direkter Emissionen aus der Nutzung von Energieträgern (Bsp. Treibstoffverbrennung) oder zum Beispiel aus der Tierhaltung.

Aus der Auswertung basierend auf dem DMC würden sich folgende prioritäre Materialgruppen hinsichtlich der verursachten Umweltbelastungen identifizieren lassen:

- Getreide
- Erdöl, Erdgaskondensate und Flüssigerdgas
- Produkte vorwiegend aus Metallen
- Eisen und Stahl
- Futterpflanzen (darunter auf Weiden anfallende Biomasse) als Vorprodukt der Tierhaltung

Im Vergleich zum DMC, ergibt die Auswertung des DMI ähnliche Resultate. Beim DMI haben die Produkte aus Metallen, Eisen und Stahl, Kupfer und Produkte aus Biomasse einen höheren Anteil an den Umweltbelastungen als beim DMC, da die Exporte nicht abgezogen werden. Bei Produkten aus Metallen kann davon ausgegangen werden, dass ein grosser Teil in der Schweiz weiterverarbeitet und anschliessend wieder exportiert wird.

# Anhang

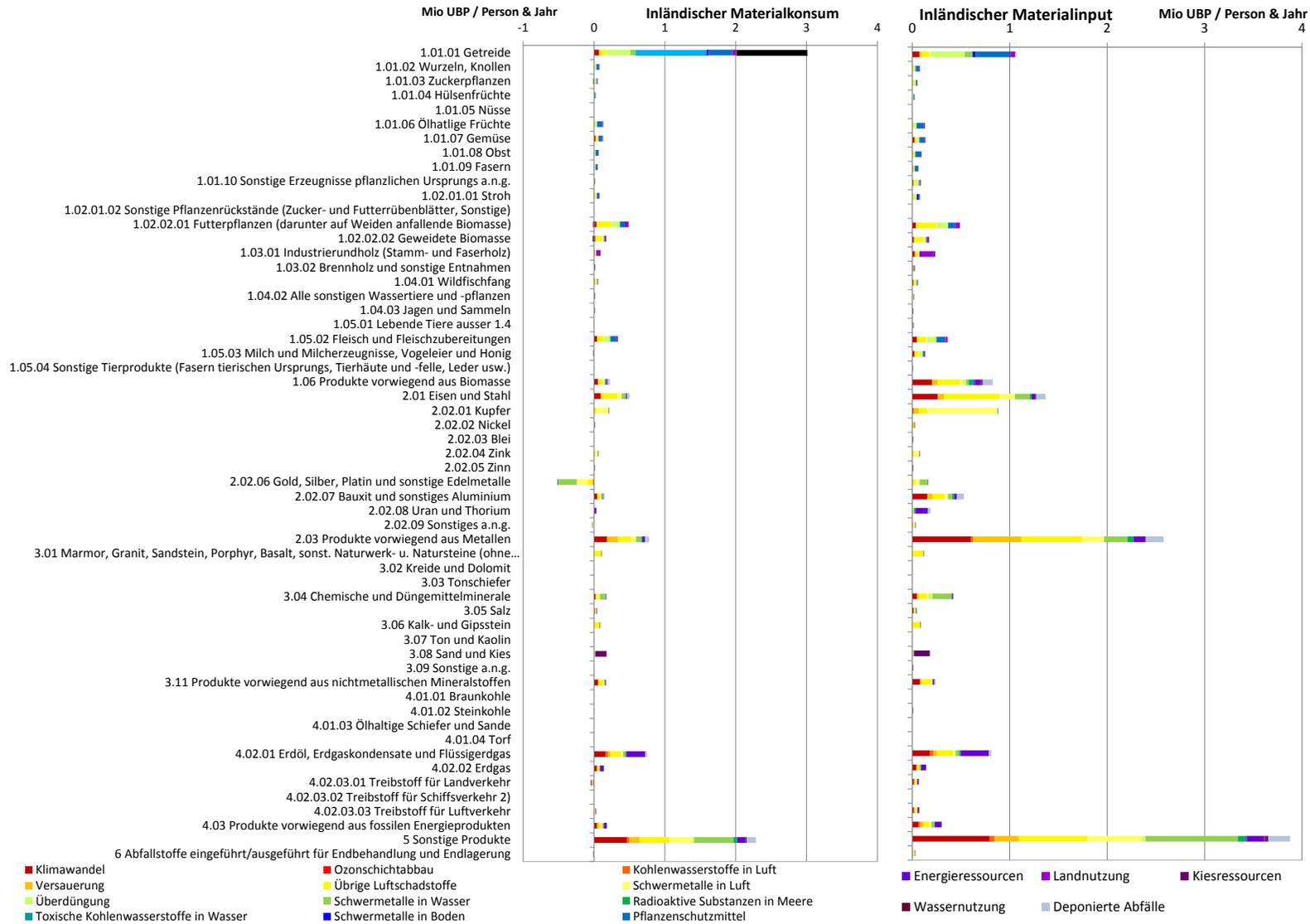


Abbildung A. 4 Gesamtumweltbelastungen des inländischen Materialkonsums respektive Materialinputs pro Person im Jahr 2005. Auswertung gemäss der Methode der ökologischen Knappheit 2006 mit 17 Umweltkategorien (absolute Werte).

# Anhang



Abbildung A. 5 Gesamtumweltbelastungen des inländischen Materialkonsums pro Person im Jahr 2005. Auswertung gemäss der Methode der ökologischen Knappheit 2006 mit 17 Umweltkategorien (relative Werte)

## Anhang

Tab. A. 5 Daten der Materialflusskonten für die Berechnung des inländischen Materialkonsums (DMC) und Materialinputs (DMI) im Jahr 2005 gemäss Bundesamt für Statistik BFS (2011).

Materialflusskonten - Direkte Inputflüsse und wie sich diese zusammensetzen	DMC	DMI	Inländische Gewinnung	Importe	Exporte
	Tausend Tonnen pro Jahr				
<b>Total</b>	<b>90049.59</b>	<b>106376.766</b>	<b>58079.245</b>	<b>48297.521</b>	<b>16327.176</b>
1 Biomasse	17416.391	23377.87	15273.8	8104.071	5961.479
1.01 Erzeugnisse pflanzlichen Ursprungs (ausser Futterpflanzen)	5411.451	6077.313	3871.796	2205.516	665.861
1.01.01 Getreide	1613.132	1690.622	1056.5	634.122	77.49
1.01.02 Wurzeln, Knollen	505.559	506.431	485	21.431	0.872
1.01.03 Zuckerpflanzen	1716.279	1720.183	1409.357	310.826	3.904
1.01.04 Hülsenfrüchte	36.453	36.716	19.614	17.102	0.263
1.01.05 Nüsse	35.878	36.581	1.284	35.297	0.704
1.01.06 Ölhaltige Früchte	156.731	157.575	78.457	79.118	0.844
1.01.07 Gemüse	629.213	684.788	373.194	311.594	55.575
1.01.08 Obst	668.575	976.512	438.345	538.167	307.937
1.01.09 Fasern	15.326	18.235	2.218	16.017	2.909
1.01.10 Sonstige Erzeugnisse pflanzlichen Ursprungs a.n.g.	34.305	249.669	7.827	241.842	215.365
1.02 Pflanzenrückstände (verwendet), Futterpflanzen und geweidete Biomasse	8539.6	8543.957	8262.328	281.629	4.357
1.02.01 Pflanzenrückstände (verwendet)	899.455	900.053	673.162	226.89	0.598
1.02.01.01 Stroh	828.214	828.811	601.921	226.89	0.598
1.02.01.02 Sonstige Pflanzenrückstände (Zucker- und Futterrübenblätter, Sonstige)	71.241	71.241	71.241	*	*
1.02.02 Futterpflanzen und geweidete Biomasse	7640.145	7643.904	7589.166	54.738	3.759
1.02.02.01 Futterpflanzen (darunter auf Weiden anfallende Biomasse)	5004.842	5008.601	4953.863	54.738	3.759
1.02.02.02 Geweidete Biomasse	2635.303	2635.303	2635.303	*	*
1.03 Holz	2351.206	4807.57	3132.292	1675.278	2456.364
1.03.01 Industrierundholz (Stamm- und Faserholz)	1596.793	4010.312	2361.07	1649.243	2413.519
1.03.02 Brennholz und sonstige Entnahmen	754.412	797.257	771.222	26.035	42.845
1.04 Wildfischfang, Wasserpflanzen und -tiere, Jagen und Sammeln	64.634	64.851	7.383	57.468	0.216
1.04.01 Wildfischfang	46.732	46.918	1.476	45.443	0.187
1.04.02 Alle sonstigen Wassertiere und -pflanzen	11.995	12.025	*	12.025	0.03
1.04.03 Jagen und Sammeln	5.907	5.907	5.907	*	*
1.05 Lebende Tiere ausser 1.4 und Tierprodukte	68.345	270.508	*	270.508	202.164
1.05.01 Lebende Tiere ausser 1.4	1.236	4.395	*	4.395	3.159
1.05.02 Fleisch und Fleischzubereitungen	96.385	104.183	*	104.183	7.798
1.05.03 Milch und Milchzeugnisse, Vogeleier und Honig	-9.375	120.956	*	120.956	130.331
1.05.04 Sonstige Tierprodukte (Fasern tierischen Ursprungs, Tierhäute und -felle, Leder usw)	-19.901	40.975	*	40.975	60.876
1.06 Produkte vorwiegend aus Biomasse	981.155	3613.672	*	3613.672	2632.516
2 Metalle	1832.232	5544.411	*	5544.411	3712.179
2.01 Eisen und Stahl	1006.502	2733.091	*	2733.091	1726.589
2.02 Nicht-Eisen Metalle	166.338	622.316	*	622.316	455.978
2.02.01 Kupfer	31.229	129.572	*	129.572	98.344
2.02.02 Nickel	0.918	3.08	*	3.08	2.162
2.02.03 Blei	1.263	9.043	*	9.043	7.781
2.02.04 Zink	19.184	23.41	*	23.41	4.227
2.02.05 Zinn	0.872	1.086	*	1.086	0.214
2.02.06 Gold, Silber, Platin und sonstige Edelmetalle	-2.644	0.814	*	0.814	3.458
2.02.07 Bauxit und sonstiges Aluminium	124.634	444.373	*	444.373	319.739
2.02.08 Uran und Thorium	0.011	0.056	*	0.056	0.045
2.02.09 Sonstiges a.n.g.	-9.127	10.88	*	10.88	20.008
2.03 Produkte vorwiegend aus Metallen	659.391	2189.004	*	2189.004	1529.612
3 Nichtmetallische Mineralien	52176.778	53384.352	42805.445	10578.907	1207.574
3.01 Marmor, Granit, Sandstein, Porphy, Basalt, sonst. Naturwerk- u. Natursteine (ohne Ton)	624.597	699.468	150	549.468	74.871
3.02 Kreide und Dolomit	183.276	183.597	151.3	32.297	0.321
3.03 Tonstein	2.285	2.302	*	2.302	0.018
3.04 Chemische und Düngemittelminerale	138.51	336.581	*	336.581	198.07
3.05 Salz	578.653	609.114	561	48.114	30.461
3.06 Kalk- und Gipsstein	8383.082	8384.383	8199.927	184.456	1.301
3.07 Ton und Kaolin	2015.725	2033.944	1539.638	494.306	18.22
3.08 Sand und Kies	38611.555	38915.192	32203.58	6711.612	303.637
3.09 Sonstige a.n.g.	227.509	309.973	*	309.973	82.464
3.11 Produkte vorwiegend aus nichtmetallischen Mineralstoffen	1411.586	1909.798	*	1909.798	498.212
4 Fossile Energiematerialien/-träger	16251.32	19624.113	*	19624.113	3372.793
4.01 Kohle und sonstige feste Energiematerialien/-träger	262.846	263.266	*	263.266	0.421
4.01.01 Braunkohle	39.51	39.553	*	39.553	0.043
4.01.02 Steinkohle	100.648	100.705	*	100.705	0.057
4.01.03 Ölhaltige Schiefer und Sande	0.193	0.193	*	0.193	*
4.01.04 Torf	122.495	122.816	*	122.816	0.321
4.02 Flüssige und gasförmige Energiematerialien/-träger	14323.584	16594.903	*	16594.903	2271.319
4.02.01 Erdöl, Erdgaskondensate und Flüssigerdgas	11864.241	12867.878	*	12867.878	1003.637
4.02.02 Erdgas	2537.069	2591.251	*	2591.251	54.182
4.02.03 Getankte Treibstoffe 1)	-77.726	1135.774	*	1135.774	1213.5
4.02.03.01 Treibstoff für Landverkehr	-330.83	480.474	*	480.474	811.304
4.02.03.02 Treibstoff für Schiffsverkehr 2)	-0.8	7.572	*	7.572	8.372
4.02.03.03 Treibstoff für Luftverkehr	253.904	647.728	*	647.728	393.824
4.03 Produkte vorwiegend aus fossilen Energieprodukten	1664.891	2765.943	*	2765.943	1101.053
5 Sonstige Produkte	2473.679	4197.523	*	4197.523	1723.844
6 Abfallstoffe eingeführt/ausgeführt für Endbehandlung und Endlagerung	-100.81	248.497	*	248.497	349.307

### **Anteile der Umweltbelastungen im In- und Ausland**

In Abbildung A. 6 ist die Aufteilung der Umweltbelastung in den 17 Wirkungskategorien hinsichtlich der Entstehung in der Schweiz bzw. durch Importe von Gütern und Dienstleistungen dargestellt. Die Gesamtbelastung beinhaltet den inländischen Endkonsum, also die Grösse für die die meisten Auswertungen bisher gemacht wurden und die Exporte der Schweiz. Technisch ist es nicht möglich bei den Exporten und dem inländischen Konsum zu unterscheiden zu welchem Anteil die Belastungen im In- bzw. Ausland anfallen. Die oben genannte Aufteilung gibt aber einen ersten Hinweis darauf wo der Anteil über bzw. unterdurchschnittlich ist. So erkennt man z.B. dass praktisch alle Energieressourcen importiert werden.

Auf der anderen Seite ist der Ozonabbau fast ausschliesslich auf Emissionen in der Schweiz zurückzuführen. Diese Emissionen stammen vor allem aus Isolationsmaterialien, Kühlgeräten, Sprays und Feuerlöscheinrichtungen. In den Ökobilanzdaten der ecoinvent Datenbank wurden solche Emissionen mit Ausnahme der Öl- und Gasförderung nicht verbucht. Es ist also davon auszugehen, dass sie für die Importe deutlich unterschätzt wurden da z.B. die Kühlung und Feuerlöscheinrichtungen bei Gebäuden und Prozessen praktisch nicht berücksichtigt wurden. Gleiches gilt für hormonaktive Substanzen. Diese sind bisher für importierte Güter in den Ökobilanzen nicht erfasst.

## Anhang

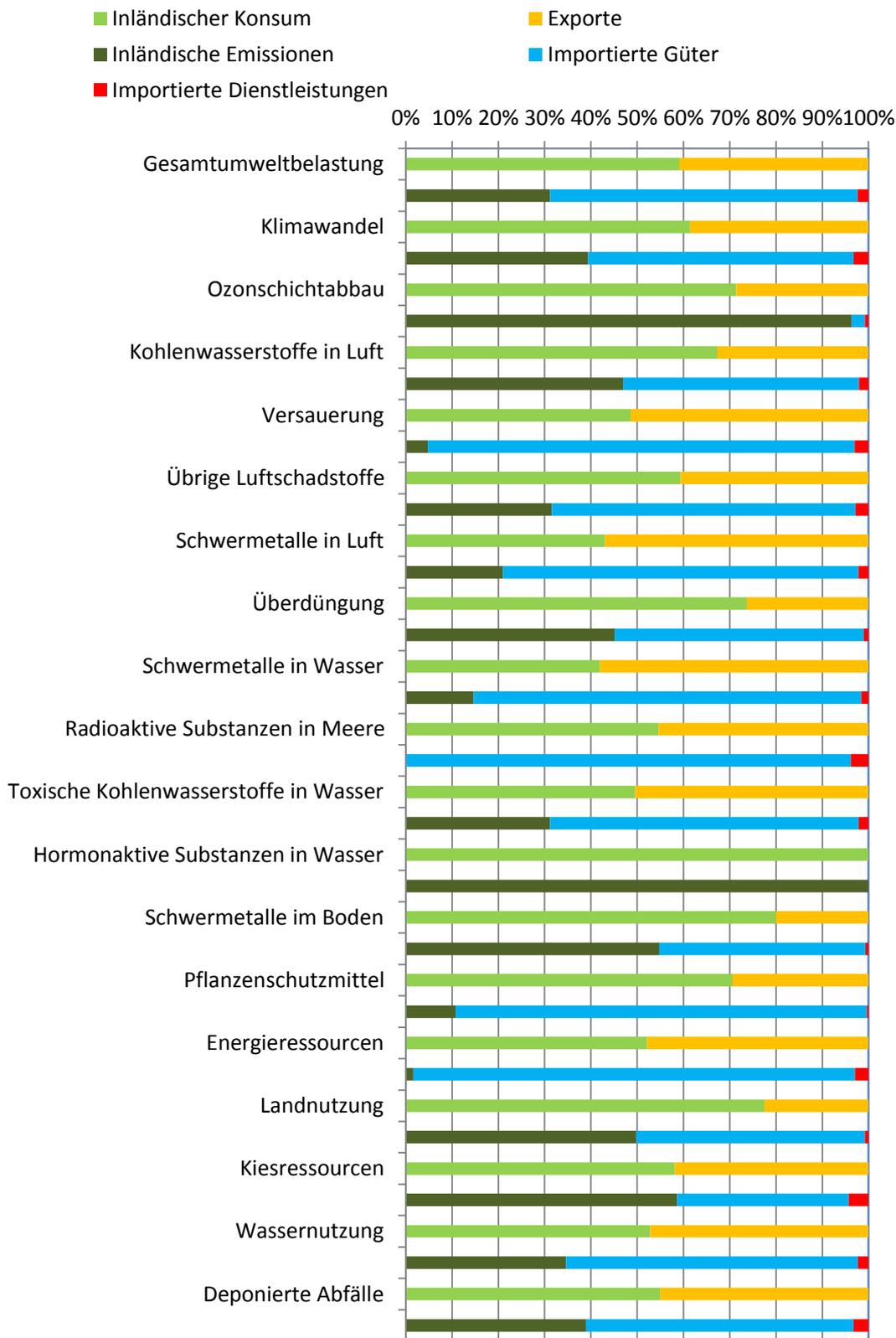


Abbildung A. 6 Gesamtumweltbelastungen des inländischen Endkonsums und der Schweizer Exporte pro Person im Jahr 2005. Anteil inländischer Umweltbelastungen und Umweltbelastungen durch importierte Güter und Dienstleistungen. Auswertung gemäss der Methode der ökologischen Knappheit 2006 mit 17 Umweltkategorien.