



Themenbereich Haushalte

Umweltbelastungen des Konsums in der Schweiz und in der Stadt Zürich

Grundlagendaten und Reduktionspotenziale

Forschungsprojekt FP-1.1
Bericht, Juni 2012

08

2011

2012

2013

2014

2015

2016

2017

2018

2019

2020

Auftraggeber

Energieforschung Stadt Zürich
Ein ewz-Beitrag zur 2000-Watt-Gesellschaft

Auftragnehmer

ESU-services GmbH, Margrit Rainer-Strasse 11c, CH-8050 Zürich
www.esu-services.ch, jungbluth@esu-services.ch, 044 940 61 32

Autoren

Dr. Niels Jungbluth
René Itten

Begleitgruppe

Hans Abplanalp, ewz
Bruno Bébié, Energiebeauftragter der Stadt Zürich
Dr. Romeo Deplazes, ewz
Rahel Gessler, UGZ
Dr. Lukas Küng, ewz
Ruedi Ott, TAZ
Toni W. Püntener, UGZ
Franz Sprecher, AHB
Thomas Ziltener, GUD

Zitierung

Jungbluth N. & Itten R. 2012: Umweltbelastungen des Konsums in der Schweiz und in der Stadt Zürich: Grundlagendaten und Reduktionspotenziale. Energieforschung Stadt Zürich. Bericht Nr. 8, Forschungsprojekt FP-1.1, 111 S.

Für den Inhalt sind alleine die Autorinnen und Autoren verantwortlich. 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 Folgeschäden oder welche Schäden auch immer, ausdrücklich ab.

Der Bericht kann unter www.energieforschung-zuerich.ch bezogen werden.

Kontakt

Energieforschung Stadt Zürich
Elektrizitätswerk Stadt Zürich
Geschäftsstelle c/o econcept AG
Gerechtigkeitsgasse 20, 8002 Zürich
info@energieforschung-zuerich.ch 044 286 75 75

Titelbild

Luca Zanier, Zürich

Energieforschung Stadt Zürich

Ein ewz-Beitrag zur 2000-Watt-Gesellschaft

Energieforschung Stadt Zürich ist ein auf zehn Jahre angelegtes Programm und leistet einen Beitrag zur 2000-Watt-Gesellschaft. Dabei konzentriert sich Energieforschung Stadt Zürich auf Themenbereiche an der Nahtstelle von sozialwissenschaftlicher Forschung und der Anwendung von neuen oder bestehenden Effizienztechnologien, welche im städtischen Kontext besonders interessant sind.

Im Auftrag von ewz betreiben private Forschungs- und Beratungsunternehmen sowie Institute von Universität und ETH Zürich anwendungsorientierte Forschung für mehr Energieeffizienz und erneuerbare Energien. Die Forschungsergebnisse und -erkenntnisse sind grundsätzlich öffentlich verfügbar und stehen allen interessierten Kreisen zur Verfügung, damit Energieforschung Stadt Zürich eine möglichst grosse Wirkung entfaltet – auch ausserhalb der Stadt Zürich. Geforscht wird zurzeit in zwei Themenbereichen.

Themenbereich Haushalte

Der Themenbereich Haushalte setzt bei den Einwohnerinnen und Einwohnern der Stadt Zürich an, die zuhause, am Arbeitsplatz und unterwegs Energie konsumieren und als Entscheidungsträgerinnen und Entscheidungsträger in vielerlei Hinsicht eine zentrale Rolle bei der Umsetzung der 2000-Watt-Gesellschaft einnehmen. Dabei werden insbesondere sozialwissenschaftliche Aspekte untersucht, die einen bewussten Umgang mit Energie fördern oder verhindern. In Feldversuchen mit Stadtzürcher Haushalten wird untersucht, welche Hemmnisse in der Stadt Zürich im Alltag relevant sind und welche Massnahmen zu deren Überwindung dienen.

Themenbereich Gebäude

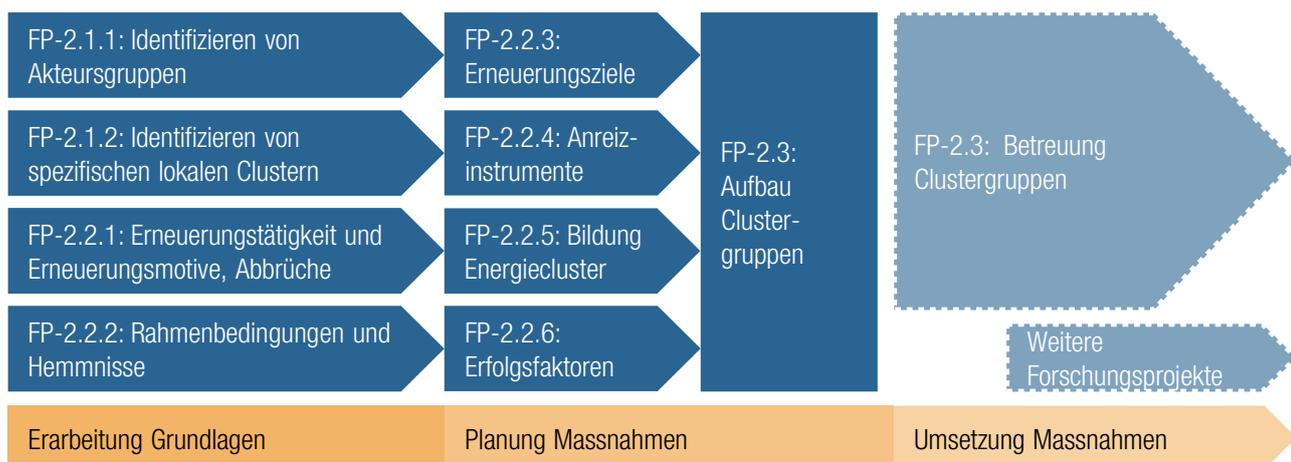
Der Themenbereich Gebäude setzt bei der Gebäudeinfrastruktur an, welche zurzeit für rund 70 Prozent des Endenergieverbrauchs der Stadt Zürich verantwortlich ist. In wissenschaftlich konzipierten und begleiteten Umsetzungsprojekten sollen zusammen mit den Eigentümerinnen und Eigentümern sowie weiteren Entscheidungsträgerinnen und Entscheidungsträgern Sanierungsstrategien für Gebäude entwickelt und umgesetzt werden, um damit massgebend zur Sanierung und Erneuerung der Gebäudesubstanz in der Stadt Zürich beizutragen. Im Vordergrund stehen die Steigerung der Energieeffizienz im Wärmebereich und die Minimierung des Elektrizitätsbedarfs.

Übersicht und Einordnung der Forschungsprojekte

Übersicht der Forschungsprojekte (FP) im Themenbereich Haushalte für die Jahre 2011/2012.



Übersicht der Forschungsprojekte (FP) im Themenbereich Gebäude für die Jahre 2011/2012.



Inhalt

| | |
|---|-------------|
| ZUSAMMENFASSUNG | V |
| Fragestellungen und Methodik | v |
| Systemgrenzen..... | v |
| Indikatoren für Umweltbelastungen | vi |
| Grundlagendaten Schweiz bzw. Zürich und Aufteilung auf Konsumbereiche | vii |
| Reduktionspotenziale | ix |
| Messgrößen für weitere Untersuchungen..... | xi |
| VERDANKUNG | XII |
| ABKÜRZUNGEN | XIII |
| 1 EINLEITUNG | 1 |
| 1.1 Ausgangslage..... | 1 |
| 1.2 Ziele und Forschungsfragen..... | 1 |
| 1.3 Methodik und Vorgehen | 3 |
| 2 ZIELDEFINITION | 5 |
| 2.1 Systemgrenzen | 5 |
| 2.2 Indikatoren für Umweltbelastungen..... | 8 |
| 2.2.1 Primärenergiebedarf | 9 |
| 2.2.2 Treibhausgasemissionen bzw. CO ₂ -Fussabdruck..... | 10 |
| 2.2.3 Umweltbelastungspunkte gemäss Methode der ökologischen Knappheit 2006 | 11 |
| 2.2.4 Zusammenfassung..... | 13 |
| 3 SACHBILANZGRUNDLAGEN | 14 |
| 4 SCHWEIZER GESAMTBILANZ | 15 |
| 4.1 Gesamtergebnisse | 15 |
| 4.1.1 Methode der ökologischen Knappheit..... | 15 |
| 4.1.2 Primärenergiebedarf | 16 |
| 4.1.3 Treibhausgasemissionen | 17 |
| 4.1.4 Zusammenfassung..... | 18 |
| 4.2 Gegenüberstellung verschiedener Studien | 18 |
| 4.3 Aufteilung der Schweizer Gesamtbilanz auf Konsumbereiche | 21 |
| 5 DETAILBILANZ FÜR EINZELNE KONSUMBEREICHE IN ZÜRICH UND IN DER SCHWEIZ | 27 |
| 5.1 Wohnen (Miete, Energie, Wasser und Entsorgung) | 27 |
| 5.1.1 Datengrundlagen..... | 28 |
| 5.1.2 Umweltbelastung, Treibhausgasemissionen und Primärenergiebedarf | 31 |
| 5.1.3 Zusammenfassung..... | 33 |
| 5.2 Mobilität | 34 |
| 5.2.1 Datengrundlagen..... | 34 |
| 5.2.2 Umweltbelastung, Treibhausgasemissionen und Primärenergiebedarf | 36 |
| 5.2.3 Zusammenfassung..... | 37 |
| 5.3 Art der Umweltbelastungen bei Mobilität und Wohnen | 38 |
| 5.4 Nahrungsmittel bzw. Ernährung | 39 |
| 5.4.1 Ökobilanzen von Nahrungsmitteleinkäufen | 40 |
| 5.4.2 Anteil von Produktgruppen..... | 41 |
| 5.4.3 Situation in Zürich | 42 |

| | |
|---|-----------|
| 5.5 Zusammenfassung..... | 42 |
| 6 REDUKTIONSPOTENZIALE FÜR UMWELTBELASTUNG, TREIBHAUSGASEMISSIONEN UND PRIMÄRENERGIEBEDARF | 45 |
| 6.1 Methodik..... | 45 |
| 6.1.1 Vorgehen..... | 45 |
| 6.1.2 Unsicherheiten..... | 46 |
| 6.1.3 Reduktionsziele..... | 47 |
| 6.2 Grundlagendaten..... | 47 |
| 6.3 Reduktionspotenziale Wohnen (Miete, Energie, Wasser und Entsorgung)..... | 48 |
| 6.3.1 Grundlagen..... | 48 |
| 6.3.2 Gebäudeisolierung (Minergie-P Standard)..... | 52 |
| 6.3.3 Erneuerbare Energie für Heizung und Warmwasser (Wärmepumpe)..... | 55 |
| 6.3.4 Strombezug (Ökostrom)..... | 56 |
| 6.3.5 Sparsame Haushaltsgeräte..... | 57 |
| 6.3.6 Energiesparendes Verhalten..... | 58 |
| 6.3.7 Weiteres..... | 60 |
| 6.3.8 Zusammenfassung..... | 60 |
| 6.4 Reduktionspotenziale Mobilität..... | 61 |
| 6.4.1 Öffentlicher Verkehr..... | 61 |
| 6.4.2 Verzicht auf Flugreisen..... | 62 |
| 6.4.3 Sparsame Autos..... | 62 |
| 6.4.4 Mobil mit eigener Kraft..... | 63 |
| 6.4.5 Elektroauto..... | 64 |
| 6.4.6 Weiteres..... | 64 |
| 6.4.7 Zusammenfassung..... | 65 |
| 6.5 Reduktionspotenziale Nahrungsmittel bzw. Ernährung..... | 65 |
| 6.5.1 Regionale Ernährung..... | 65 |
| 6.5.2 Saisonale Ernährung..... | 66 |
| 6.5.3 Vegetarische Ernährung..... | 67 |
| 6.5.4 Bewusster Genuss..... | 69 |
| 6.5.5 Bioprodukte..... | 70 |
| 6.5.6 Weniger Verderb..... | 74 |
| 6.5.7 Reduktion des Nahrungsmittelkonsums (Normalgewicht)..... | 76 |
| 6.5.8 Verzicht aufs Rauchen..... | 77 |
| 6.5.9 Zusammenfassung (Umwelt- und gesundheitsbewussten Ernährung)..... | 77 |
| 6.6 Abschätzung zum Gesamtpotenzial..... | 79 |
| 6.6.1 Überblick..... | 79 |
| 6.6.2 Methode der ökologischen Knappheit..... | 84 |
| 6.6.3 Treibhausgasemissionen..... | 85 |
| 6.6.4 Primärenergiebedarf..... | 86 |
| 6.7 Messgrößen für die Datenerhebung in Haushalten..... | 86 |
| 6.8 Reduktionspotenziale in anderen Konsumbereichen..... | 87 |
| 6.8.1 Bekleidung..... | 87 |
| 6.8.2 Wohnungsbau..... | 88 |
| 6.8.3 Möbel, Haushaltsgeräte und andere Güter..... | 88 |
| 6.8.4 Gesundheit..... | 88 |
| 6.8.5 Kommunikation..... | 89 |
| 6.8.6 Freizeit, Unterhaltung..... | 89 |
| 6.8.7 Bildung..... | 89 |
| 6.8.8 Gastgewerbe und Hotels..... | 89 |
| 6.8.9 Andere Güter und Dienstleistungen..... | 90 |
| 6.8.10 Ferien..... | 90 |
| 6.8.11 Ökologische Geldanlagen, Spenden und Kompensationsausgaben..... | 90 |

| | |
|---|------------|
| 7 DISKUSSION | 91 |
| INDEXVERZEICHNIS | 94 |
| LITERATUR | 95 |
| ANNEXE | 104 |
| Life Cycle Inventory Analysis..... | 104 |
| Average consumption of food items | 104 |
| Energy use and mobility in the City of Zurich | 105 |

Abstract

The City of Zurich aims for a considerable reduction of greenhouse gas emissions and primary energy demand following the targets of the 2000 Watt society. Households and private persons play a key role for achieving these targets. Within this study present levels of environmental impacts caused in Switzerland have been evaluated (8250 Watt, 12.8 tonnes of greenhouse gas emissions, 20 million eco-points). About half of environmental impacts are caused in the three consumption areas of mobility, housing (energy demands) and nutrition. People in the City of Zurich drive fewer kilometres by car and use more environmentally friendly electricity and heating mixes. Thus, environmental impacts caused by them are slightly lower compared to the average Swiss households. 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, seasonal products, 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

Die Stadt Zürich hat in der Gemeindeverordnung Reduktionsziele bezüglich Primärenergiebedarf und Treibhausgasemissionen im Sinne der 2000-Watt-Gesellschaft verankert. Dem Verhalten von Haushalten kommt bei der Erreichung dieser Ziele eine wichtige Rolle zu. In dieser Studie werden zunächst die durch Schweizer Haushalte verursachten Umweltbelastungen pro Person berechnet (8250 Watt, 12.8 Tonnen Treibhausgasemissionen bzw. 20 Mio. Umweltbelastungspunkte). Von diesen Belastungen fällt etwa die Hälfte in den drei Konsumbereichen Mobilität, Wohnen (insbesondere Energieverbräuche) und Ernährung an. Da die Stadtzürcher Haushalte eher weniger Auto fahren sowie eine ökologischeren Strom- und Wärmemix beziehen als die Schweizer, werden für Ihr Verhalten etwas geringere Umweltbelastungen berechnet. Hierauf aufbauend wurden verschiedene Möglichkeiten zur Reduktion der Belastungen verglichen. Dabei könnte die höchsten Einsparpotenziale bei den Gesamtbelastungen durch eine umwelt- und gesundheitsbewusste Ernährung (weniger Fleisch und Genussmittel, saisonale Produkte und keine eingeflogenen Produkte) 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 Analyse-raster kann in zukünftigen wissenschaftlichen Arbeiten verwendet werden um die Umweltauswirkungen von Verhaltensmassnahmen und Änderungen zu messen.

Résumé

La ville de Zurich a prévu des réductions considérables des émissions de gaz à effet serre et la consommation d'énergie primaire, selon les objectifs de la société à 2000 Watt. Le comportement des ménages et des personnes privées jouent un rôle important pour la réalisation des objectifs. Dans la présente étude les impacts environnementaux causés par les ménages ont été évalué (8250 Watt, 12.8 tonnes de gaz à effet de serre, 20 million eco-points). Environ la moitié d'entre eux sont provoqués par les domaines de consommation mobilité, logement (surtout consommation d'énergie) et nutrition. En comparaison avec le Suisse moyen les citoyens de la ville de Zurich conduisent moins de kilomètres en voiture et utilisent des mix électrique et chauffage plus respectueux de l'environnement. Les impacts environnementaux sont donc légèrement inférieurs à ceux d'un ménage Suisse moyen. Dans l'étape suivante les potentiels de réduction pour les impacts environnementaux ont été évalués. Les marges les plus importantes d'amélioration sont constatées pour la consommation de produits alimentaires, suivant des recommandations pour une alimentation saine et écologique (moins de viande, produits saisonniers, moins de produits de luxe et moins de gaspillage). Un comportement énergétiquement conscient aux ménages et dans la circulation, ainsi que l'utilisation des sources énergétiques et moyens de transport écologiques sont particulièrement importants pour la réduction de la demande d'énergie et les émissions de gaz à effet serre. Les outils analytiques développés dans la présente étude peuvent être utilisées pour des tâches de suivi, notamment pour calculer l'impact des campagnes pour changer le comportement et les habitudes de consommation.

Zusammenfassung

Fragestellungen und Methodik

In dieser Studie werden die Grundlagen erarbeitet, die zur Abschätzung der Potenziale für ein 2000 Watt-kompatibles Verhalten und damit der Ausarbeitung möglicher Massnahmen im Themenbereich Haushalte von Energieforschung Stadt Zürich dienen. Dazu werden 7 Hauptfragen als Grundlage für diese Untersuchungen 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 anhand 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. Die Schweizer Zahlen werden für die Konsumbereiche Wohnen (Energie- und Wasserverbrauch im Haushalt) sowie Mobilität - soweit dies aufgrund der aktuellen Datenlage möglich ist - an die Situation in Zürich (5, Kap. 5.1 und 5.2) angepasst. Für den Konsumbereich Ernährung ist eine solche Anpassung mangels entsprechender Daten nicht möglich. 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. Schlussendlich werden auch geeignete Messgrössen (7, Kap. 6.7) für die folgenden Forschungsprojekte vorgeschlagen, anhand derer die durch Haushalte verursachten Umweltbelastungen abgeschätzt werden können.

Systemgrenzen

In Abbildung 1 werden die verwendeten Systemgrenzen für die unterschiedlichen Betrachtungsräume definiert. Zu beachten ist, dass für diese Studie für Energieforschung Stadt Zürich die Konsumperspektive (=im Inland konsumierte Güter) gewählt wird. Dabei werden alle Umweltbelastungen¹ erfasst und ausgewertet, welche durch die Nachfrage der Schweizer Konsumentinnen und 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 verursacht werden.

Im Unterschied zur in dieser Studie angewendeten Konsumperspektive wird mit der 2000-Watt-Methodik die Menge und die Art der in einer bestimmten Region nachgefragten Endenergie bewertet. Dieser Endenergieverbrauch steht im Fokus energiepolitischer Massnahmen, sei es auf Bundes-, Kantons- oder Gemeindeebene. Hierfür werden alle Importe von Energieträgern wie z.B. Benzin und Strom berücksichtigt und direkte² Exporte von Endenergie in Abzug gebracht. Der Energieverbrauch für die Produktion von importierten Gütern und Dienstleistungen wird dabei nicht berücksichtigt. Dieser wird gemäss der 2000-Watt-Methodik als „Graue Energie“ bezeichnet. Der Saldo der in Im- und Exporten enthaltenen Energie soll zukünftig als „Schattenrechnung“ - im Sinne einer Ergänzung zu den Energiestatistiken von Bund, Kantonen und Gemeinden - berücksichtigt werden.³ Durch diese unter-

¹ In diesem Bericht verwenden wir den Begriff „Umweltbelastung“ soweit 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.

² Direkte Exporte von Endenergie sind z.B. Stromexporte, indirekte Exporte von Primärenergie entstehen durch den Export von in der Schweiz produzierten Gütern, bei welchen importierte Energieträger bei der Produktion verwendet worden sind.

³ Für die Stadt Zürich wurde eine solche Berechnung nicht erstellt, da keine kommunale Import- und Exportströme erfassbar sind und damit verlässliche kommunale Daten fehlen.

schiedlichen Systemgrenzen kommen beide Berechnungswege zu unterschiedlichen Ergebnissen.

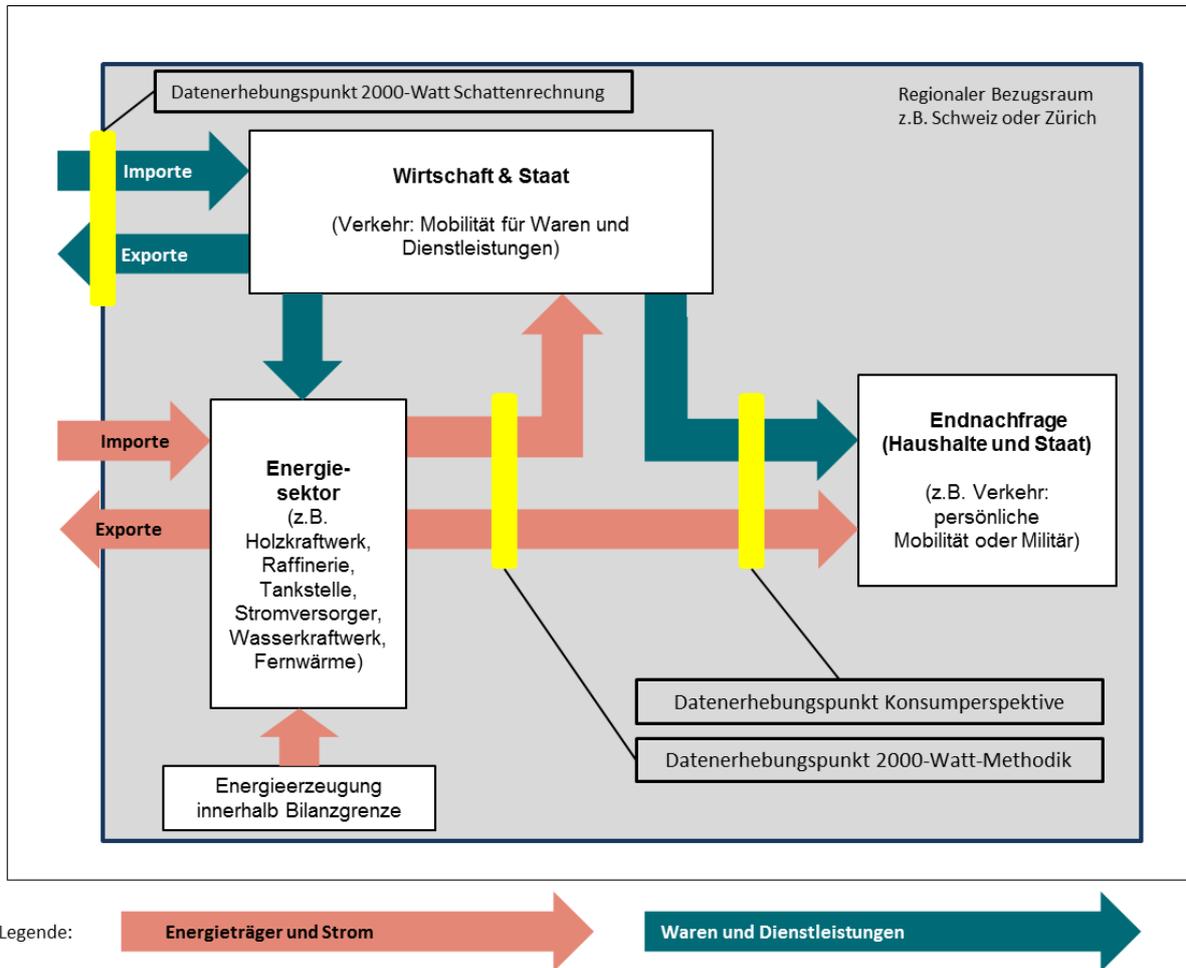


Abbildung 1 Vergleich unterschiedlicher Datenerhebungspunkte für Konsumperspektive und 2000-Watt-Methodik. Erfassungsgrößen für die Berechnung sind als hellgelbe Balken darüber gelegt. In der Konsumperspektive wird die Endnachfrage von Haushalten und Öffentlicher Hand erfasst (Waren- und Energieströme). In der 2000 Watt-Methodik wird die Endenergienachfrage von Wirtschaft, Haushalten und Öffentlicher Hand in einem bestimmten regionalen Bezugsraum (z.B. Schweiz oder Stadt Zürich) betrachtet.

Indikatoren für Umweltbelastungen

Emissionen und Ressourcenverbräuche verursachen unterschiedliche Umweltbelastungen. Tabelle 1 zeigt eine Gegenüberstellung verschiedener Indikatoren für die Bewertung von Umweltbelastungen: Primärenergie, Treibhausgas-Emissionen (CO₂-eq) und Umweltbelastungspunkte (UBP). Primärenergiebedarf und die damit verbundenen Treibhausgasemissionen werden teilweise durch die Endenergienachfrage ausgelöst. Es gibt eine Reihe von Umweltbelastungen wie z.B. Wasser- und Landnutzung oder Pestizideinsatz, welche damit nicht abgebildet werden.

Als Mass für die Gesamtbelastungen können Umweltbelastungspunkte (UBP) entsprechend der Methode der ökologischen Knappheit (MoeK) berechnet werden, die eine Vielzahl verschiedener Emissionen und Ressourcenverbräuchen entsprechend der politischen Zielvorgaben der Schweiz bewerten. Diese Bewertungsmethode wurde als umfassender Ansatz für die Konsumperspektive dieser Studie gewählt.

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. Soweit nur Primärenergiebedarf bzw. Treibhausgasemissionen ausgewertet werden, wird dies im Folgenden nicht als „Umweltbelastung“ bezeichnet.

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

| Indikator: | | Primär- energie- bedarf | CO2- Fussabdruck | Umwelt- belastungs- punkte 2006 |
|-----------------|-----------------------------------|-------------------------------|---------------------|---------------------------------------|
| Umweltbelastung | | | | |
| 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 | ∅ | ∅ | √ |
| Anderes | Hormone | ∅ | ∅ | √ |
| | Unfälle | ∅ | ∅ | ∅ |
| | Abfälle | ∅ | ∅ | √ |
| | Littering | ∅ | ∅ | ∅ |
| | Versalzung | ∅ | ∅ | ∅ |
| Erosion | ∅ | ∅ | ∅ | |

Grundlegenden Daten Schweiz bzw. Zürich und Aufteilung auf Konsumbereiche

Die Gesamtumweltbelastungen durch den Konsum in der Schweiz wurden in einer aktuellen Studie des Bundesamtes für Umwelt 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.

Auf Grundlage der Schweizer Daten wurde in der vorliegenden Studie die Situation für die Stadt Zürich abgeschätzt, soweit dies aufgrund der Datenlage möglich war (Abbildung 2, rechte Säulen). Für die Konsumbereiche Mobilität und Wohnen (Miete, Energie, Wasser und Entsorgung) wurden spezifische Daten für den Konsum der Einwohner der Stadt Zürich erhoben. Im nachfolgend dargestellten Konsumbereich Wohnen wurde der direkte Energiever-

brauch für Raumwärme, Warmwasser, Licht, Klimatisierung usw. erfasst. Ausserdem wurden Wasser, Abwasser und Abfallanfall betrachtet. Beim Konsumbereich Mobilität werden alle relevanten Verkehrsträger inklusive der notwendigen Infrastruktur erfasst. In diesen beiden Konsumbereichen verursachen die Privathaushalte der Stadt Zürich geringere Umweltbelastungen als der Schweizer Durchschnittshaushalt. Für den Konsumbereich Ernährung und die restlichen Konsumbereiche wurde der Konsum in Zürich mangels spezifischer Daten entsprechend dem Schweizer Konsum übernommen.

Die Ergebnisse für den Bereich Wohnen werden vor allem durch den Verbrauch von Energie für Raumwärme und Warmwasser und Strom bestimmt. Die Stadt Zürich weist im Vergleich zum schweizerischen Durchschnitt ein ähnliches Verbrauchsniveau auf, hat aber einen höheren Anteil von Gas- gegenüber von Ölheizungen. Ausserdem ist der durch die Elektrizitätswerke der Stadt Zürich standardmässig vertriebene Strommix aus Umweltsicht deutlich besser als im schweizerischen Durchschnitt. Zu beachten ist, dass in der hier genutzten Abgrenzung der Wohnungsbau getrennt erfasst und aufgrund der geringen Bedeutung nicht im Detail analysiert wird.

Bei der Mobilität wiederum wirken sich der kleinere Bestand und die geringere jährliche Fahrleistung der privaten Autos in Zürich im Vergleich zum schweizerischen Durchschnitt positiv aus. Wegen fehlender Daten konnte nicht überprüft werden, ob es stattdessen mehr Bahn-Fernverkehr und/oder Flugreisen seitens der Stadtzürcher Bevölkerung gibt.

Gemäss der Studie von Jungbluth et al. (2011b) beträgt der Primärenergiebedarf, welcher gemäss der Konsumperspektive errechnet wurde, für die inländische Endnachfrage der Schweiz 8'250 Watt pro Person. Aufgrund der darin berücksichtigten Nachfrage nach importierten Gütern und Dienstleistungen ist dieser Wert aus methodischen Gründen deutlich höher als die 6'400 Watt die mit der 2000-Watt-Methodik basierend auf der Endenergienachfrage der Schweiz berechnet wurden.

Die Treibhausgasemissionen durch den Gesamtkonsum der Schweiz werden zu 12.8 Tonnen CO₂-eq pro Person und Jahr berechnet. Gemäss der 2000-Watt-Methodik ergeben sich 8.5 Tonnen CO₂-eq, die durch die Endenergienachfrage emittiert werden. Darin enthalten sind in der Schweiz produzierte und exportierte Güter und Dienstleistungen und die graue Energie der importierten Energieträger, jedoch nicht die graue Energie der übrigen importierten Güter und Dienstleistungen.

Aus den oben aufgeführten Gründen liegen die berechneten Werte für den Gesamtkonsum der Stadt Zürich mit 7'600 Watt pro Person bzw. 11.9 Tonnen CO₂-eq pro Person im Vergleich zu den Ergebnissen für die Schweiz etwas tiefer. Bei den Umweltbelastungspunkten für den Gesamtkonsum resultiert für die Stadt Zürich ein Wert von 19 Mio. UBP pro Person und Jahr gegenüber von 20 Mio. UBP der Schweiz.

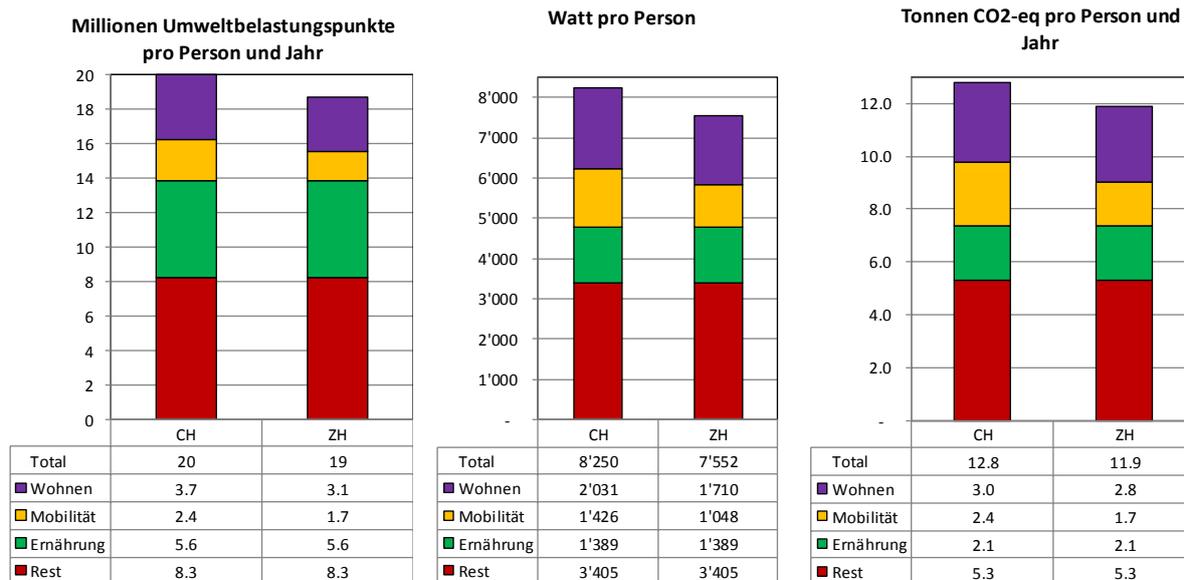


Abbildung 2 Ausgangslage für die im Jahr 2005 durch den Konsum in der Schweiz und in Zürich verursachten Umweltbelastungen. Auswertung der Konsumbereiche Wohnen (Miete, Energie, Wasser und Entsorgung), Private Mobilität und Ernährung mit den Indikatoren Umweltbelastungspunkte, Primärenergiebedarf und Treibhausgasemissionen. Der Rest umfasst alle anderen Konsumbereiche wie z.B. Bekleidung, Gesundheit oder staatlichen Konsum.

Reduktionspotenziale

Das Reduktionspotenzial von einzelnen Massnahmen, resp. Verhaltensänderungen wurde auf der Grundlage der nach Aktivitäten aufgeteilten Umweltbelastungen des Gesamtkonsums ausgewertet (Abbildung 3).

Die Ernährung hat mit 30 % den grössten Anteil an der Gesamtumweltbelastungen. Daraus ergibt sich ein entsprechend grosses Reduktionspotenzial. Durch eine deutliche Reduktion des Konsums von Fleisch und weiteren tierischen Produkten sowie Alkoholika und anderen Genussmitteln könnten bis zu 13% der Umweltbelastungen eingespart werden (Abbildung 3: ‚Ernährung, umwelt- und gesundheitsbewusst‘). Zusätzliche Einsparungen im Gesundheitswesen durch eine gesündere Ernährung wurden dabei noch nicht mit einbezogen. Die Reduktion fällt noch höher aus, wenn zusätzlich weniger Nahrungsmittel verderben würden, mehr Bioprodukte nachgefragt würden und übergewichtige Personen ihr Gewicht reduzieren könnten.

Für die Reduktion der Umweltbelastungen und insbesondere der Treibhausgasemissionen wäre eine Umstellung der Wärmeversorgung von fossilen Energieträgern (Gas und Öl) auf erneuerbare Energie (hier als Erdwärme angenommen) die vielversprechendste Massnahme (-13% bis -17% bezüglich Treibhausgasemission). Eine weitere Möglichkeit ist die Verschärfung der gesetzlichen Anforderungen bei Gebäudesanierungen auf Minergie-Standard. Beide Massnahmen sind wichtig, können jedoch nicht von einem Tag auf den anderen realisiert werden. Auch im Bereich Wohnen (Miete, Energie, Wasser und Entsorgung) kann umweltbewusstes Verhalten zu Energieeinsparungen und damit zu einer relevanten Reduktion der Umweltbelastungen führen.

Massnahmen zur Reduktion des Stromverbrauchs bieten in der Stadt Zürich ein vergleichsweise geringes zusätzliches Potenzial zur Reduktion der Umweltbelastung, da die Stromversorgung in der Stadt Zürich bereits umweltfreundlich ist und dem individuellen Verhalten

damit ein geringerer Stellenwert zukommt als z.B. im Gesamtschweizer Durchschnitt. Es ist zu beachten, dass auf Grund der Vernetzung der Schweizerischen Stromversorgung Massnahmen zur Reduktion des Stromverbrauchs in der Stadt Zürich zu einer Veränderung des Produktionsmixes und damit der Umweltbelastungen auch ausserhalb der Stadt Zürich beitragen können.

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 Extremszenario, das die Richtung einer möglichen Entwicklung aufzeigen kann. Aber auch ein Umstieg vom privaten Auto auf öffentliche Verkehrsmittel könnte zu beträchtlichen Einsparungen 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 Ergebnisse betreffend der Reduktionspotenziale für die Schweiz und Zürich unterscheiden sich vor allem dort, wo der Strommix eine Rolle spielt wie z.B. bei Wärmepumpen und Elektromobilität, d.h. in zwei künftig wohl an Bedeutung zunehmenden Verbrauchsfeldern. Bei diesen beiden Optionen ist das Reduktionspotenzial im Schweizer Durchschnitt deutlich niedriger als in der Stadt Zürich, wenn sich künftig im liberalisierten Strommarkt die Zürcher Stromkonsumenten und -konsumentinnen nicht für einen ökologisch ungünstigeren Strommix entscheiden. Dementsprechend verfügt die flächendeckende Einführung von Ökostrom in der ganzen Schweiz über ein deutlich höheres Reduktionspotenzial als in Zürich, wo dieses bereits realisiert wurde.

Die aufgezeigte Rangfolge der Reduktionspotenziale gilt dabei nur, wenn ausgehend vom Ist-Zustand die Zielverhaltensweise 100% umgesetzt wird. In der Realität wird es aber entscheidend sein, verschiedene Massnahmen sinnvoll miteinander zu kombinieren, um Privatpersonen zu entsprechenden Verhaltensänderungen motivieren zu können. 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.

Bezogen auf die drei wichtigsten Konsumbereiche Wohnen, Mobilität und Ernährung ergeben sich aus dieser Betrachtung theoretische Reduktionspotenziale von über 80%. Bezogen auf den Gesamtkonsum könnte dadurch die Umweltbelastung um knapp 50% reduziert werden. Für eine weitere Reduktion der gesamten Umweltbelastung sind zusätzlich Reduktionen in den anderen Konsumbereichen notwendig. Es reicht nicht aus, wenn sich nur die Konsumenten entsprechend der 2000-Watt-Ziele verhalten. Auch die Umweltbelastung bei der Produktion von Waren und Dienstleistungen muss deutlich reduziert werden.

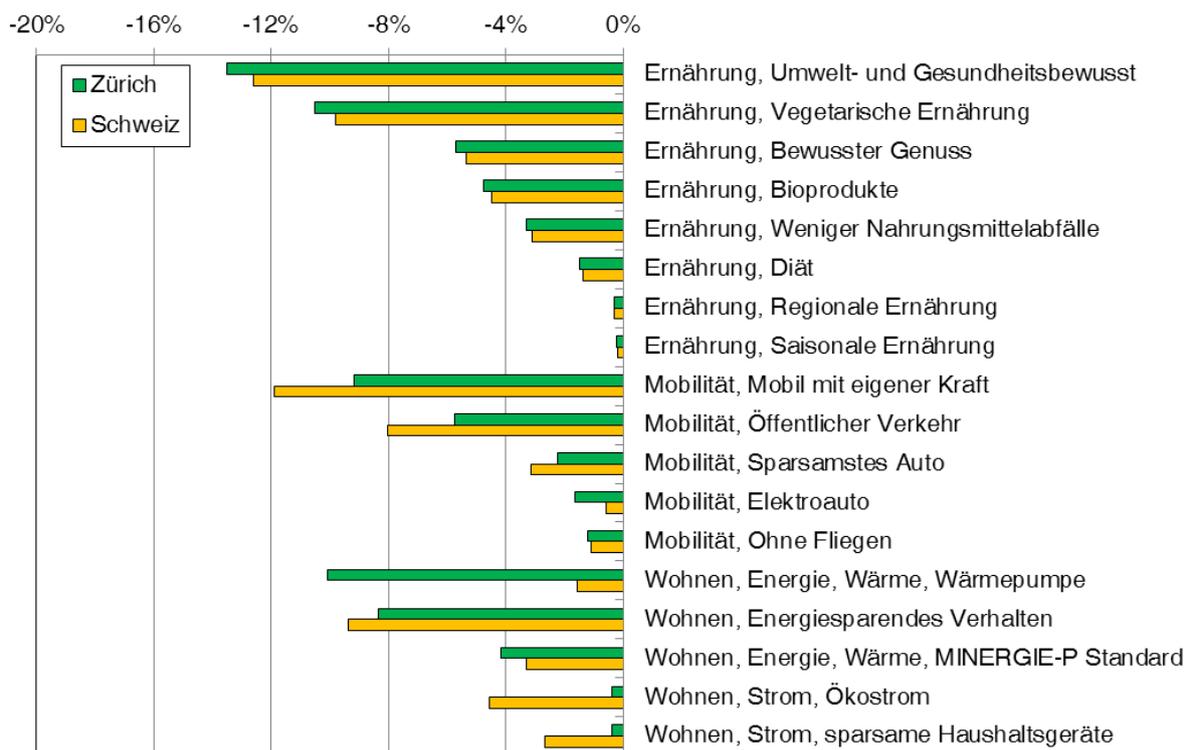


Abbildung 3 Potenzial zur Reduktion der gesamten Umweltbelastungen durch einzelne Verhaltensänderungen. Dargestellt ist die prozentuale Veränderung der gesamten Umweltbelastung gemäss der Methode der ökologischen Knappheit für Zürich und die Schweiz.

Messgrössen für weitere Untersuchungen

Für die einzelnen Massnahmen werden am Schluss der Studie Messgrössen vorgeschlagen, die in sozialwissenschaftlichen Untersuchungen zur quantitativen Bewertung der Wirkung einzelner Massnahmen eingesetzt werden können. Damit ist es möglich, die Auswirkungen individuellen Verhaltens auf die dadurch verursachte Umweltbelastung zu berechnen. Der Aufbau des Systems erlaubt auch Vergleiche zwischen ganz unterschiedlichen Massnahmen z.B. zwischen den Bereichen Ernährung und Mobilität.

Verdankung

Für diesen Bericht haben uns verschiedene Personen aus der Verwaltung der Stadt Zürich mit Zahlenmaterial unterstützt. Wir danken folgenden Personen für ihre Hilfestellung:

- Gerhard Emch, Departement der industriellen Betriebe der Stadt Zürich, ewz
- Felix Schmid, Departement der industriellen Betriebe des Stadt Zürich, Stellvertreter des Energiebeauftragten
- Nadine Ruch und Markus Halder, Schweizerische Bundesbahnen SBB
- Toni W. Püntener, Gesundheits- und Umweltdepartement der Stadt Zürich, Umwelt- und Gesundheitsschutz
- Willi Dietrich und Ruedi Ott, Tiefbau- und Entsorgungsdepartement der Stadt Zürich, Tiefbauamt
- Christoph Leitzinger, Tiefbau- und Entsorgungsdepartement der Stadt Zürich, Entsorgung & Recycling

Vielen Dank auch an unsere Kollegen Rolf Frischknecht, Matthias Stucki und Salome Schori sowie der Begleitgruppe von Energieforschung Stadt Zürich, die erste Entwürfe dieses Berichtes gelesen 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 ₂ | Kohlendioxid |
| DE | Deutschland |
| EE-IOA | Ökologisch erweiterte Input-Output-Analyse (environmental-extended input-output-analysis) |
| ERZ | Entsorgung und Recycling Zürich |
| EU | Europäische Union |
| ewz | Elektrizitätswerk der Stadt Zürich |
| GWP | Klimaänderungspotenzial |
| GH | Gewächshaus |
| 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 |
| UGZ | Umwelt- und Gesundheitsschutz Zürich |
| VBZ | Verkehrsbetriebe der Stadt Zürich |
| ZH | Zürich |

1 Einleitung

1.1 Ausgangslage

Die Energieforschung der Stadt Zürich ist ein auf 10 Jahre angelegtes Programm für angewandte Energieforschung. Finanziert wird es durch das Elektrizitätswerk der Stadt Zürich (ewz). Durchgeführt wird es durch eine Arbeitsgemeinschaft von privaten Forschungs- und Beratungsunternehmen, Instituten der Universität Zürich und der ETH Zürich.

Die Leitlinien der Energieforschung orientieren sich an den Zielsetzungen der 2000-Watt-Gesellschaft. Dazu konzentriert sie sich auf zwei Themenbereiche an der Nahtstelle von sozialwissenschaftlicher Forschung und der Anwendung von neuen oder bestehenden Effizienztechnologien, die für die Stadt Zürich besonders interessant sind.

Der Themenbereich Haushalte setzt bei den Einwohner/innen der Stadt Zürich an, die zu Hause und am Arbeitsplatz Energie konsumieren und als Entscheidungsträgerinnen und Entscheidungsträger in vielerlei Hinsicht eine zentrale Rolle bei der Umsetzung der 2000-Watt-Gesellschaft einnehmen. Ziel ist es, möglichst viele Menschen zu erreichen und durch Verhaltensänderungen mit entsprechenden ökologischen Wirkungen in Richtung 2000-Watt-Gesellschaft zu bewegen. Die vielfältigen Lebensstile der Einwohnerinnen und Einwohner und die unterschiedlichen Zielpfade zum persönlichen 2000-Watt-Lebensstil werden ins Zentrum der angewandten Forschung gerückt. Dabei wird bei einer Untersuchungsgruppe von rund 5'000 Haushalten untersucht, welche Hemmnisse in der Stadt Zürich im Alltag relevant sind und welche Massnahmen zu deren Überwindung dienen. Dieser Themenbereich bietet auch Raum für Projekte zur Steigerung der Stromeffizienz im Alltag.

Der tägliche Konsum von Gütern, wie Lebensmitteln oder Kleidern, aber auch Aktivitäten wie eine Autofahrt oder ein Flug, verbraucht Ressourcen und verursacht Emissionen. Diese 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. 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 soll ein geeignetes Raster zur Festlegung von Massnahmen mit einem hohen Einsparpotenzial an Umweltbelastungen vorgeschlagen werden.

1.2 Ziele und Forschungsfragen

In diesem Bericht werden Grundlagen der Umweltbelastungen pro Person in Zürich und in der Schweiz für die weitere Arbeit im Rahmen der *Energieforschung Stadt Zürich* 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 im Forschungsbereich „Haushalte“ 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 oder in Zürich 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 in der Stadt Zürich und der theoretischen Wirkungspotenziale durch Massnahmen, welche direkt auf Verhaltensänderungen von Privatpersonen zielen.

Folgende Forschungsfragen werden in diesem Teilprojekt 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. a.) 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). b.) Welche Unterschiede gibt es zwischen den aktuell berechneten Ergebnissen im Vergleich zu den bisher gemäss der 2000-Watt-Methodik ausgewiesenen Werten? Es wird dargestellt, warum es in einer aktuellen Schweizer Gesamtbilanz mit Einbezug des Konsums andere Ergebnisse gibt als in der Energiebilanz gemäss 2000-Watt-Methodik (Siehe Kapitel 4.2).
4. 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)
5. Welches sind die Unterschiede betreffend privatem Endkonsum zwischen dem Schweizer Durchschnitt und der Durchschnitt in der Stadt Zürich? Auf der Grundlage der Schweizerischen Gesamtbilanz (vgl. 3. Fragestellung) werden für wichtige Kenngrössen des privaten Konsums (insbesondere Verbrauch verschiedener Energieträger, Mobilitätsverhalten) Daten für die Schweiz und die Stadt Zürich verglichen, um damit die Berechnungen für den Schweizer Durchschnitt für ausgewählte Konsumbereiche an die Situation in Zürich anzupassen. (Siehe Kapitel 5.1 bis 5.5)
6. Welches ist das «Idealverhalten» im Hinblick auf die 2000-Watt-Gesellschaft? 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)
7. Für welche wichtigen Kenngrössen können Daten direkt bei Privatpersonen erhoben werden und wie müssen diese erhoben werden (gemessene Daten vs. Selbsteinschätzungen) damit diese zur Erfolgskontrolle von Massnahmen dienen können? (Siehe Kapitel 6.7)

Im Index auf Seite 94 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.

Die hier vorgestellte Gesamtbilanz entspricht von der Grundidee her der von Bébié et al. (2009:5) vorgeschlagenen Ergänzung einer Primärenergiebilanz für den Endenergiebedarf um die dort als „Graue Energie“ bezeichneten zusätzlichen Belastungen aus dem Handel mit Gütern und Dienstleistungen („Schattenrechnung bzw. Schattenbilanz“). In unserer Studie wird allerdings ein etwas anderer Berechnungsansatz gewählt (der eine Aufteilung in Konsumbereiche ermöglicht) und somit sind Aussagen zur Schattenbilanz nur eingeschränkt möglich. Dort wo dies möglich ist wird auf mögliche Übereinstimmungen oder Unterschiede hingewiesen.

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 zu der verwendeten Datengrundlage 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. Dabei werden auch die Grundlagen zur Berechnung der Zielwerte für die 2000-Watt-Gesellschaft erläutert und mit den heutigen Umweltbelastungen 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 diese Zahlen soweit als möglich an die Zürcher Verhältnisse angepasst. Dafür werden zunächst statistische Daten zum privaten Konsum (z.B. Strom und Wärmeverbrauch, Angaben zu den mit verschiedenen Verkehrsmitteln zurückgelegten Strecken) in der Stadt Zürich und in der Schweiz gesammelt. Diese statistischen Angaben zu den beiden Konsumbereichen Wohnen (Miete, Energie, Wasser und Entsorgung) sowie Mobilität wurden mit Ökobilanzdaten verknüpft um die Abweichung hinsichtlich der untersuchten Umweltindikatoren zwischen der Situation in Zürich und dem Schweizer Durchschnitt abzuschätzen. Der Anteil des jeweiligen Konsumbereiches in der Schweizer Gesamtbilanz wurde mit dieser prozentualen Abweichung zwischen Zürich und der Schweiz neu berechnet. Somit ist es möglich eine zur Schweizer Bilanz konsistente Aufteilung für Zürich abzuschätzen. Ausserdem 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 Teilbe-

1. Einleitung

reich hiervon) durch ein Verhaltensänderung reduzieren würden. Ausgehend von diesem Prozentsatz und dem Anteil des Konsumbereichs an der Gesamtbilanz wird ein Reduktionspotential bestimmt, dass die mögliche prozentuale Reduktion im Verhältnis zur Gesamtbelastung ausdrückt.

In Kapitel 7 werden die Hauptergebnisse des Forschungsprojektes dann nochmals zusammengefasst.

In diesem Bericht werden einige spezielle Begriffe und Definitionen verwendet. Das Indexverzeichnis am Schluss des Berichtes (Seite 94) erlaubt ein rasches Auffinden der Textstellen in denen diese Begriffe erläutert werden.

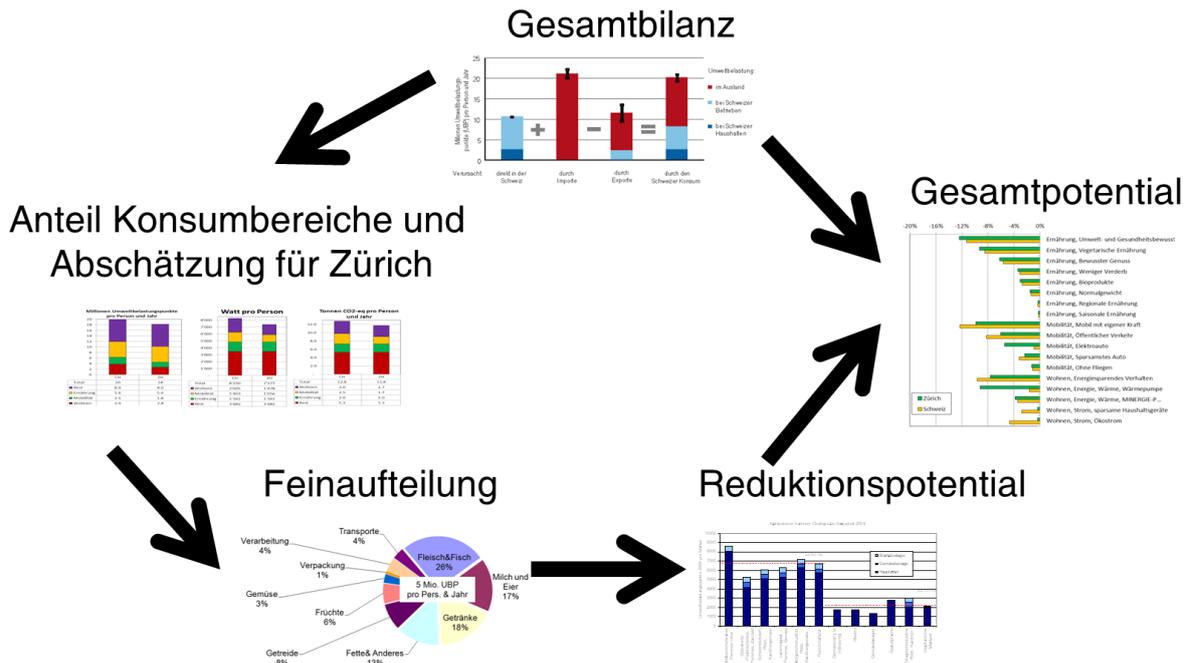


Fig. 1.1 Übersicht zum Vorgehen in dieser Studie und Verknüpfung der verschiedenen Teilanalysen

2 Zieldefinition

2.1 Systemgrenzen

Hier gehen wir zunächst der Frage nach „Welche Produktionsschritte und Emissionsquellen müssen in einer Gesamtumweltbilanz 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, bzw. Fig. 2.2). In der **Produktionsperspektive** sind die im Inland entstehenden Umweltbelastungen der Schweiz entscheidend (in Fig. 2.1 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.

In den Berechnungen für die 2000-Watt-Gesellschaft (vgl. Fig. 2.1, unten bzw. Fig. 2.2) wird nur die **Endenergienachfrage** in der Schweiz oder in einem anderen geographischen Bezugsraum (z.B. Stadt Zürich) als Ausgangsgrösse verwendet. Als Endenergie wird der gesamte Verbrauch von Energieträgern und Strom erfasst, unabhängig davon ob die Endenergie für die privaten Haushalte, Verkehr oder in der Wirtschaft eingesetzt wird.

Mit **Primärenergiefaktoren**, welche die gesamte Herstellung des Energieträgers auf Grundlage von Ökobilanzen berücksichtigen (Frischknecht et al. 2011; Frischknecht & Itten 2011), wird aus dieser Nachfrage nach Endenergie der Primärenergiebedarf als Indikator für Umweltbelastungen berechnet (siehe Kapitel 2.2.1 für die Definition dieses Indikators). Auch für die Berechnung der Treibhausgasemissionen (siehe Kapitel 2.2.2) in dieser Systematik werden nur die Emissionen aus der Bereitstellung und Verbrennung der in der Schweiz verbrauchten Energieträger (z.B. Heizöl oder Erdgas) berücksichtigt. Es wird nicht weiter verfolgt, aufgrund welcher Nachfrage (privat, öffentlich oder durch Exporte) diese Energieträger eingesetzt werden. Die verbrauchten Energieträger zur Produktion von Gütern für den Export werden somit auch in der Gesamtbilanz der 2000-Watt-Systematik erfasst. Ferner fehlen Emissionen aus nicht-energetischen Quellen für Treibhausgase wie z.B. Methan- und Lachgasemissionen aus der Landwirtschaft, da auf regionaler Ebene Statistiken bisher nicht überall zur Verfügung stehen. Durch die Erfassung von Energienachfrage in der Wirtschaft die wiederum für Produkte im Energiesektor ausgelöst wird, kommt es bei diesem Berechnungsweg zu Doppelzählungen.

2. Zieldefinition

In der Methodik zur 2000-Watt-Gesellschaft wird zusätzlich vorgeschlagen, die „Graue Energie“ gemäss Saldo der Im- und Exporte von Waren und Dienstleistungen im Sinne einer Schattenrechnung zu berücksichtigen (Bébié et al. 2009:5). Mangels Datengrundlagen auf regionaler Ebene konnte dies bisher nur für die nationale Ebene gemacht werden. Es sind somit für regionale Konzepte plausible Abschätzungen notwendig, wenn trotzdem auf regionaler Ebene Konsumhandlungen von Privatpersonen im Detail untersucht werden sollen. Die notwendigen Vereinfachungen und die damit verbundenen Datenunsicherheiten werden im Kapitel 5 für diese Studie diskutiert.

Mit dem Berechnungsansatz der Konsumperspektive werden auch Emissionen und Ressourcenverbräuche aus der Herstellung von importierten und exportierten Gütern erfasst. Es ist dank der Verwendung der IOA ausserdem möglich die errechneten Gesamtbelastungen auf die Endnachfrage von Privaten, öffentlicher Hand und für Exporte aufzuteilen. Im Weiteren können damit die Anteile von Teilbereichen des privaten Konsums unterschieden werden.

Ein Nachteil der Auswertung aller Umweltbelastungen in der Konsumperspektive mit Analyse einzelner Konsumbereiche ist auch die bisher mangelnde Datenverfügbarkeit in einer für das Controlling der Energiepolitik notwendigen Periodizität. Bisher wurden diese Daten nicht jährlich aktualisiert. Überlegungen für eine jährliche Aufdatierung sind Seitens des BAFU im Gange (Nathani & Jungbluth 2012).

Eine Untersuchung der regionalen Endenergienachfrage macht vor allem für die nationale, kantonale und kommunale Energiepolitik Sinn. Dort stehen entsprechende Daten für eine Region oder ein Bauprojekt zur Verfügung (Bébié et al. 2009). Statistisch gesehen kann aber nicht zwischen Energieverbräuchen für den regionalen Konsum oder den Export unterschieden werden⁴. Ferner eignet sich dieser Ansatz insbesondere dort, wo direkte Endenergieverbräuche relativ genau erfasst bzw. beeinflusst werden können und/oder wo ein regelmässiges Monitoring wichtig ist. Somit kann die Endenergienachfrage, als wichtiger Auslöser von Umweltbelastungen, gezielt analysiert und energiepolitische Massnahmen in einem geographisch abgegrenzten Gebiet diskutiert werden.

Im ECOPrivate-Rechner wird die Konsumperspektive verfolgt (ECOPrivate 2011). Die Datengrundlage ist allerdings etwas älter und der Berechnungsweg etwas anders als in der aktuellen Studie. In Tab. 4.1 werden die Ergebnisse verschiedener Studien aus verschiedenen Perspektiven vertieft diskutiert und gegenübergestellt.

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 dieses Forschungsprojektes. 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 – im Rahmen der oben erwähnten Einschränkungen der regionalen Datenverfügbarkeit - einerseits möglich alle im In- und Ausland anfallenden Umweltbelastungen zu erfassen. Ausserdem ist es möglich diese Umweltbelastungen detailliert einzelnen Konsumbereichen der inländischen Endnachfrage zuzuordnen. Wo möglich wird auf die unterschiedlichen Ergebnisse im Vergleich zur Systematik der 2000-Watt-Gesellschaft hingewiesen.

⁴ So wird z.B. mit dem ewz-Effizienzbonus oder den Grossverbrauchervereinbarungen des Kantons Zürich nachweislich der Energieverbrauch von grossen Unternehmen in der Stadt Zürich beeinflusst, obwohl dieses Unternehmenssegment hohe kommunale Exportquoten aufweisen dürfte.

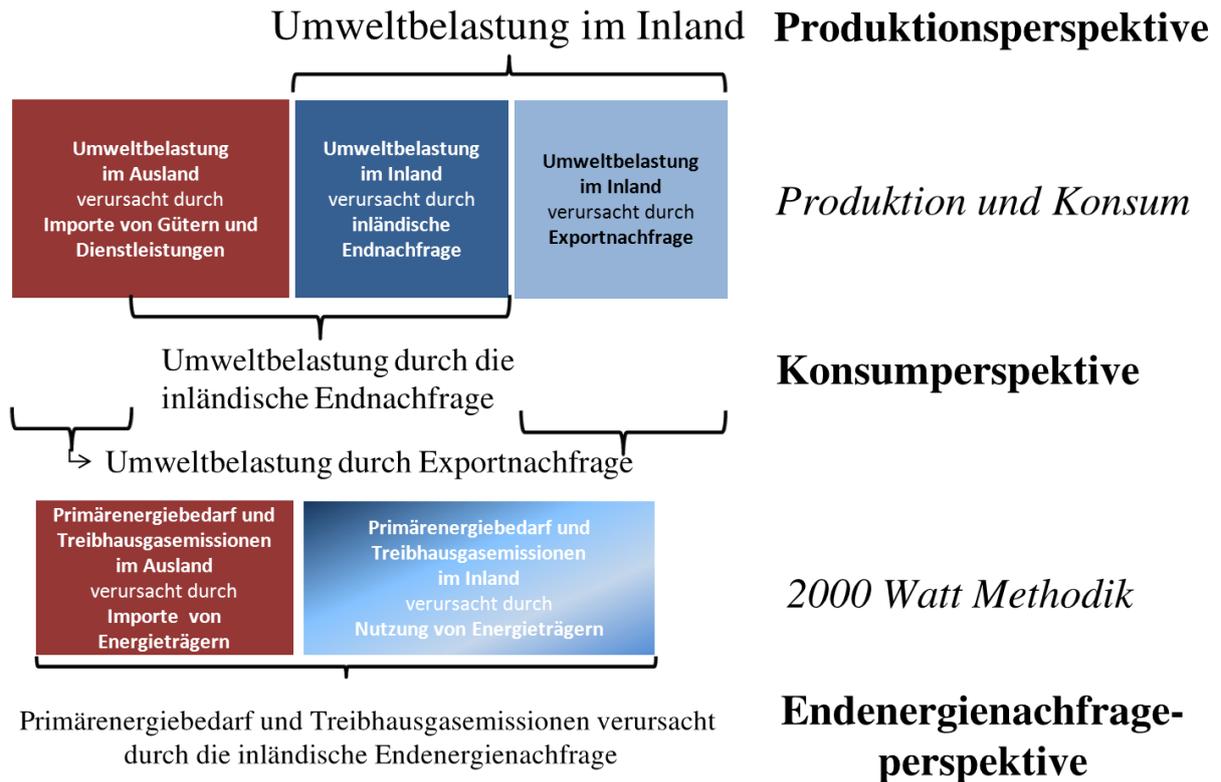


Fig. 2.1 Produktions- und Konsumperspektive bei der Erfassung der gesamten Umweltbelastung aus der inländischen Endnachfrage eines Landes im Vergleich zur Perspektive der Endenergienachfrage gemäss 2000-Watt-Methodik (Bébié et al. 2009; Jungbluth et al. 2011b)

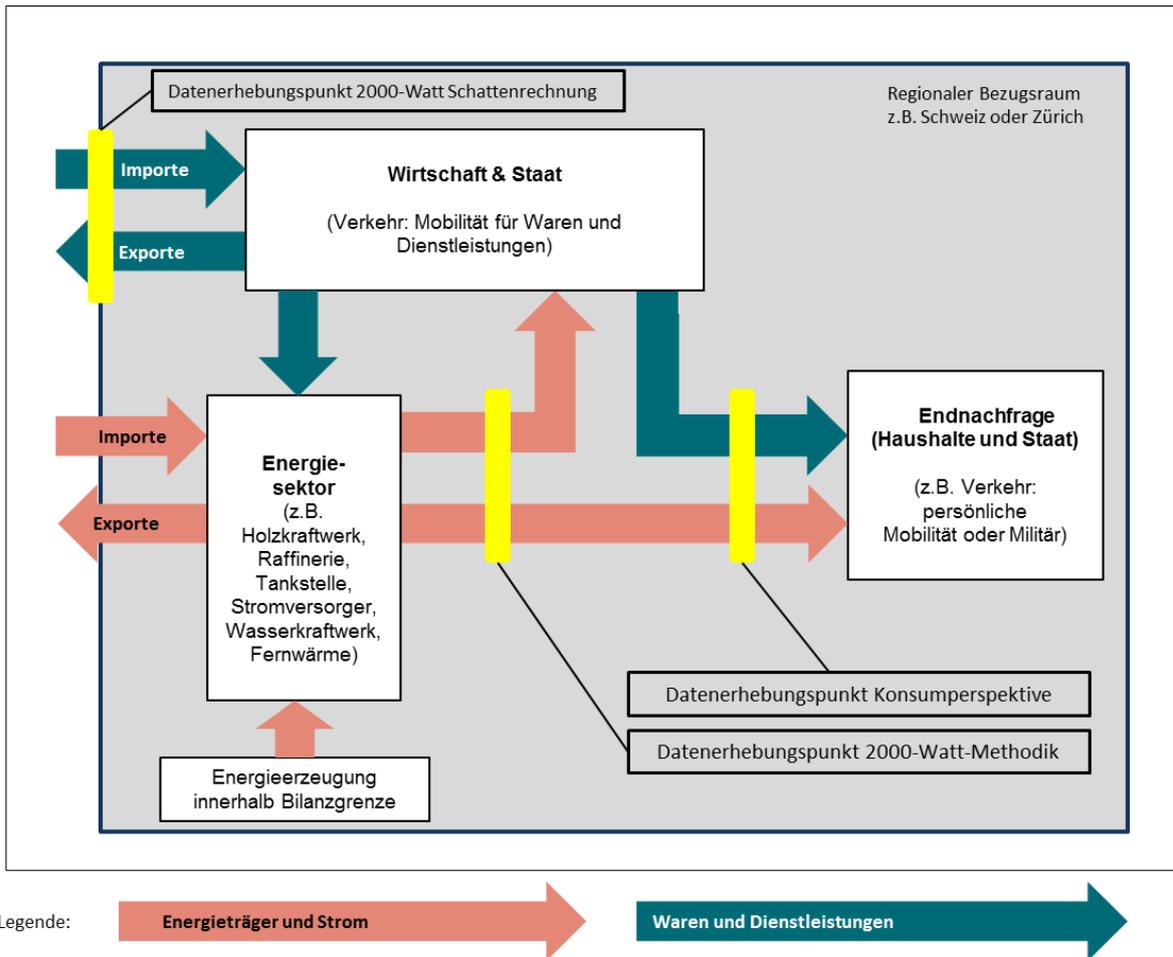


Fig. 2.2 Vergleich unterschiedlicher Datenerhebungspunkte bei der Konsumperspektive und der 2000-Watt-Methodik. Erfassungsgrößen für die Berechnung sind als hellgelbe Balken darüber gelegt. In der Konsumperspektive wird die Endnachfrage von Haushalten und Öffentlicher Hand erfasst (Waren- und Energieströme). In der 2000 Watt-Methodik wird die Endenergienachfrage von Wirtschaft, Haushalten und Öffentlicher Hand in einem bestimmten regionalen Bezugsraum (z.B. Schweiz oder Stadt Zürich) betrachtet.

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 Charakterisierung⁵ und Gewichtung⁶ unterscheiden. Hier gehen wir der Forschungsfrage 2 nach „Welche Indikatoren für Umweltbelastungen sollten ausgewiesen werden und wie werden diese berechnet?“

Tab. 2.1 zeigt eine Gegenüberstellung verschiedener Indikatoren für die Bewertung von Umweltbelastungen. Methoden wie der Primärenergiebedarf, Water Footprint oder CO₂-Fussabdruck betrachten jeweils nur einen ausgewählten Umweltbereich. Vollaggregierende

⁵ Zuordnung einzelner Schadstoffemissionen zu einem bestimmten Umweltproblem und Umrechnung in eine Standardeinheit. Z.B. Zusammenfassung der Treibhausgase CO₂, Methan und Lachgas zum Indikator Kohlendioxidäquivalente.

⁶ Zusammenfassung verschiedener Umweltprobleme zu einem Indikator. Diese beruht in der Regel auch auf Werthaltungen und nicht nur auf naturwissenschaftlichen Erkenntnissen.

2. Zieldefinition

Methoden wie z.B. die Methode der ökologischen Knappheit (Umweltbelastungspunkte) fassen hingegen eine Vielzahl unterschiedlicher Umweltbelastungen zu einem Punktwert zusammen (siehe Jungbluth et al. 2011a; Jungbluth et al. 2011b für weitere Erläuterungen).

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

| Indikator: | Eine Belastung | | | | Verschiedene Belastungen | | | | |
|------------|-------------------------------------|--------------|-----------------|------------------------------|--------------------------|-------------------------------|--------------|------------------|-------------|
| | Primär-energie-bedarf | Öko-Rucksack | Water Footprint | CO ₂ -Fussabdruck | Ökologischer Fussabdruck | Umwelt-belastungs-punkte 2006 | Impact 2002+ | Eco-indicator 99 | ReCiPe 2009 |
| Ressourcen | Energie, nicht erneuerbar | √ | √ | ∅ | ∅ | ∅ | √ | √ | √ |
| | Energie, erneuerbar | √ | √ | ∅ | ∅ | ∅ | √ | ∅ | ∅ |
| | Erze und Mineralien | ∅ | √ | ∅ | ∅ | ∅ | √ | √ | √ |
| | Wasser | ∅ | √ | √ | ∅ | ∅ | √ | √ | √ |
| | Biomasse | ∅ | √ | ∅ | ∅ | ∅ | ∅ | ∅ | ∅ |
| | Landnutzung | ∅ | ∅ | ∅ | ∅ | √ | √ | √ | √ |
| | Landumwandlung | ∅ | ∅ | ∅ | ∅ | ∅ | ∅ | ∅ | √ |
| Emissionen | Nur CO ₂ | ∅ | ∅ | ∅ | ∅ | √ | ∅ | ∅ | ∅ |
| | Treibhausgase inkl. CO ₂ | ∅ | ∅ | ∅ | √ | ∅ | √ | √ | √ |
| | Ozonabbau | ∅ | ∅ | ∅ | ∅ | ∅ | √ | √ | √ |
| | Gesundheitsschäden | ∅ | ∅ | ∅ | ∅ | ∅ | √ | √ | √ |
| | Staub | ∅ | ∅ | ∅ | ∅ | ∅ | √ | √ | √ |
| | Sommersmog | ∅ | ∅ | ∅ | ∅ | ∅ | √ | ∅ | √ |
| | Giftigkeit für Tiere und Pflanzen | ∅ | ∅ | ∅ | ∅ | ∅ | √ | √ | √ |
| | Versauerung | ∅ | ∅ | ∅ | ∅ | ∅ | √ | √ | √ |
| | Überdüngung | ∅ | ∅ | ∅ | ∅ | ∅ | √ | √ | √ |
| | Geruch | ∅ | ∅ | ∅ | ∅ | ∅ | ∅ | ∅ | ∅ |
| | Lärm | ∅ | ∅ | ∅ | ∅ | ∅ | ∅ | ∅ | ∅ |
| | Radioaktivität | ∅ | ∅ | ∅ | ∅ | ∅ | √ | √ | √ |
| | Hormone | ∅ | ∅ | ∅ | ∅ | ∅ | √ | ∅ | ∅ |
| Anderes | Unfälle | ∅ | ∅ | ∅ | ∅ | ∅ | ∅ | ∅ | ∅ |
| | Abfälle | ∅ | ∅ | ∅ | ∅ | ∅ | √ | ∅ | ∅ |
| | Littering | ∅ | ∅ | ∅ | ∅ | ∅ | ∅ | ∅ | ∅ |
| | Versalzung | ∅ | ∅ | ∅ | ∅ | ∅ | ∅ | ∅ | ∅ |
| | Erosion | ∅ | ∅ | ∅ | ∅ | ∅ | ∅ | ∅ | ∅ |

Im Vorfeld dieser Studie wurde beschlossen, sich auf drei Indikatoren zu stützen. Der Primärenergiebedarf und die Treibhausgasemissionen sind die Schlüsselindikatoren, welche für die Reduktionsziele im Rahmen der 2000-Watt-Gesellschaft aufgestellt wurden (Bébié et al. 2009). Zusätzlich werden in dieser Studie auch die gesamten Umweltbelastungen mit der Schweizer Methode der ökologischen Knappheit bewertet (Frischknecht et al. 2008). Die verwendeten Indikatoren werden in den folgenden Abschnitten näher dargestellt.

2.2.1 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. 2.2 aufgeführten physikalischen Eigenschaften verwendet⁷.

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 Energieinhalts

⁷ 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.

2. Zieldefinition

des aus den Waren entstehenden Abfalls bei der daraus produzierten Endenergie nicht berücksichtigt.

Tab. 2.2 Prinzip für die Bestimmung des Primärenergiebedarfs verschiedener Energieressourcen (Frischknecht et al. 2007a)

| Nicht erneuerbare Primärenergie: | |
|---|---|
| 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 |
| Erneuerbare Primärenergie: | |
| 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 |
| Abfälle: | |
| <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> |

Die Primärenergiefaktoren können auf Grund des Primärenergiebedarfs (vgl. Tab. 2.2) gemäss den Ökobilanzdaten der ecoinvent Datenbank bestimmt werden (Frischknecht et al. 2007b). Der Primärenergiefaktor, der im Rahmen der Berechnungen für die 2000-Watt-Gesellschaft verwendet wird, ist dabei das Verhältnis der Primärenergie, die erforderlich ist, um dem Abnehmer eine bestimmte Endenergiemenge (z.B. Heizöl) zu liefern, zu dieser Endenergiemenge. Er berücksichtigt die Energie, die erforderlich ist, um die Energie zu gewinnen, umzuwandeln, zu raffinieren, zu transportieren und zu verteilen, sowie alle Vorgänge, die erforderlich sind, um die Energie dem Gebäude, das sie verbraucht, bis zum Bilanzperimeter zuzuführen. Dieser Faktor umfasst nicht die Umwandlungsverluste im Innern des Gebäudes, aber die graue Energie der Wärmeerzeugungsanlage (Herstellung Heizkessel, Wärmepumpe etc.).

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. Dies resultiert in einer mittleren Primärenergiedauerleistung pro Person.

2.2.2 Treibhausgasemissionen bzw. CO₂-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 „CO₂-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 CO₂ bestimmt. Somit können atmosphärische Emissionen in äquivalente Emissionsmengen CO₂ 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 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. 2.3 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.

2. Zieldefinition

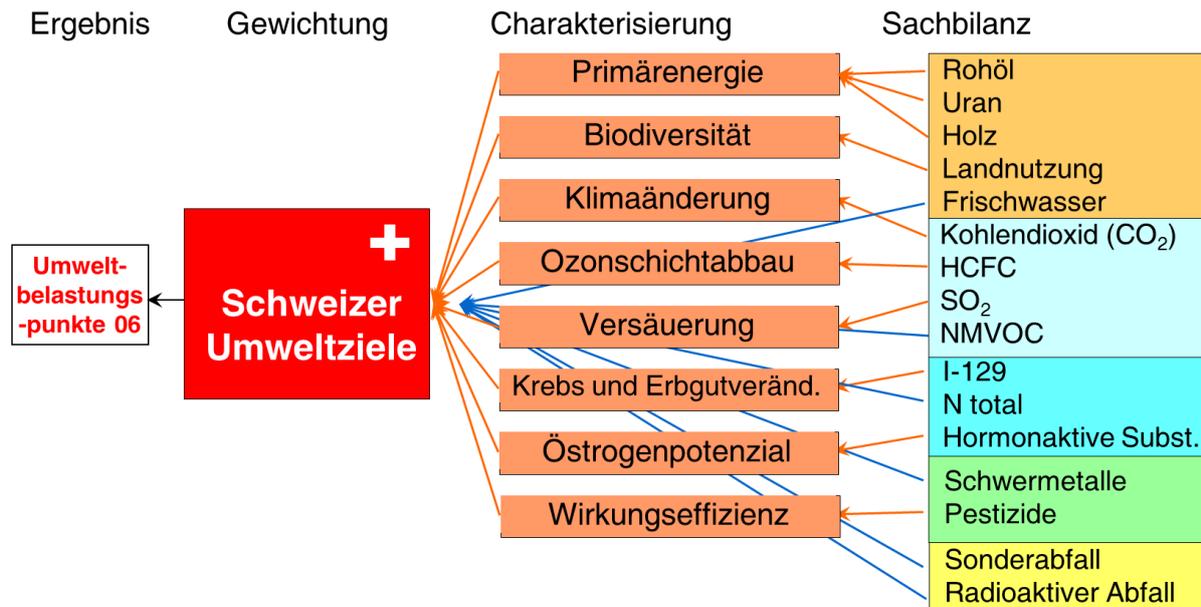


Fig. 2.3 Schematische Darstellung der Methode der ökologischen Knappheit 2006.

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_n** = **Normierungsfluss**: Aktueller jährlicher Fluss, bezogen auf die Schweiz
 - F** = **Aktueller Fluss**: Aktueller jährlicher Fluss, bezogen auf das Referenzgebiet
 - F_k** = **Kritischer Fluss**: Kritischer jährlicher Fluss, bezogen auf das Referenzgebiet
 - c** = **Konstante** (10¹²/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 CO₂-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.

2. Zieldefinition

Das Verhältnis aktueller zu kritischem Fluss wird als Quadrat berücksichtigt. Dies hat den Effekt, dass starke Überschreitungen vom Zielwert (kritischer Fluss) überproportional und starke Unterschreitungen unterproportional gewichtet werden, also eine zusätzliche Emission stärker gewichtet wird 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.

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 Umweltbelastungspunkte 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 um eine Konsistenz mit den bisherigen Arbeiten 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 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. 2012b).

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 Ressourcennutzungen 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, müssen 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 da sich der Berechnungsweg hierfür deutlich unterscheidet. Die zweite Berechnungsmethode (Aussenhandelsstatistik & LCA) führt zu einem rund 25 Prozent tieferen Ergebnis als die erste Berechnungsmethode (EE-IOA – environmental extended input-output-analysis), wenn auch insgesamt die Wichtigkeit der Umweltbelastungen von Importen und Exporten ausser Frage steht. In der Studie von Jungbluth et al. (2011b) werden die Hintergründe dieser Abweichungen diskutiert.

In der 2000-Watt-Systematik wird der gesamte Endenergieverbrauch einer Region in die Betrachtung einbezogen. Damit wird berücksichtigt welchen Einfluss z.B. politische Massnahmen auf die durch den Endenergieverbrauch verursachten Umweltbelastungen insgesamt haben können. Eine solche Sichtweise auf den politischen Einflussbereich ist auch für die Gesamtumweltbelastung möglich. Um die gesamte Umweltbelastung die durch die Schweizer Volkswirtschaft beeinflusst wird zu erfassen, dürfen Exporte nicht in Abzug gebracht werden. Wenn die gesamte Endnachfrage in der Schweiz als auch durch Exporte betrachtet wird, beträgt die Umweltbelastung ungefähr 33 Mio. UBP pro Person und Jahr (entspricht der Säule „durch Exporte“ plus Säule „durch CH Endnachfrage“ in Fig. 4.1).

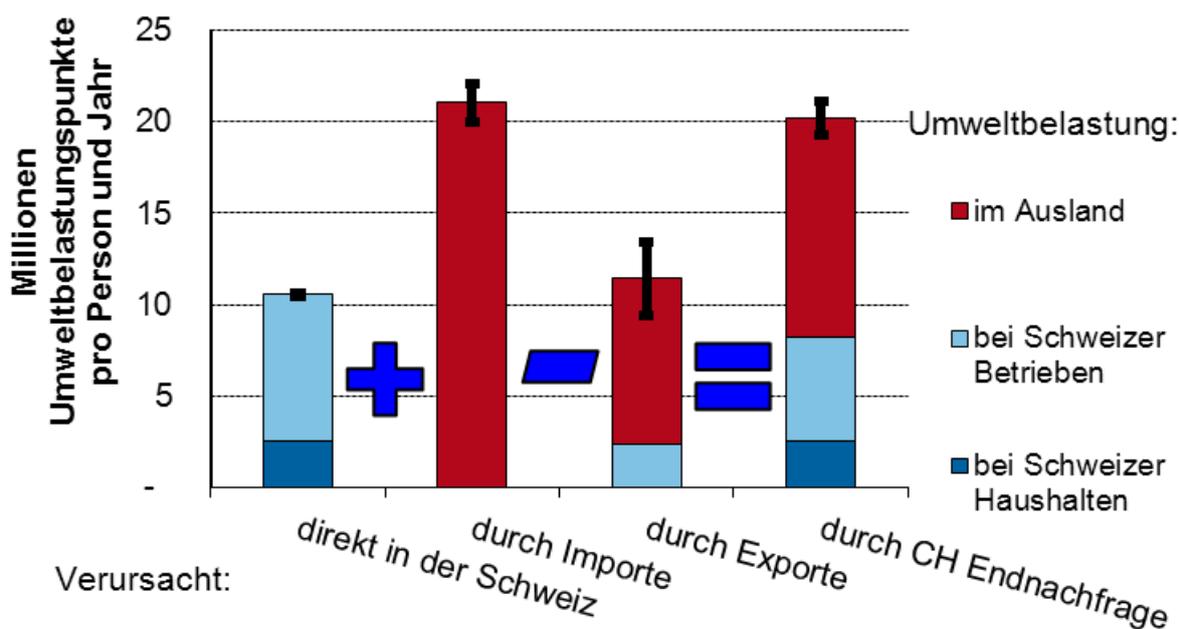


Fig. 4.1 Überblick über die Umweltbelastungen der Schweizer Volkswirtschaft gemäss der Methode der ökologischen Knappheit (Jungbluth et al. 2011b)

4.1.2 Primärenergiebedarf

Fig. 4.2 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 Importe 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 Waren und Dienstleistungen entspricht 8250 Watt. Die Summe von in der Schweiz geernteter Primärenergie und Importen von Energie (ca. 6250 Watt) ergibt einen Wert, der vergleichbar ist mit der Primärenergieberechnung mit der 2000-Watt-Methodik auf der Basis der Endenergie. (6300 Watt, Bébié et al. 2009).

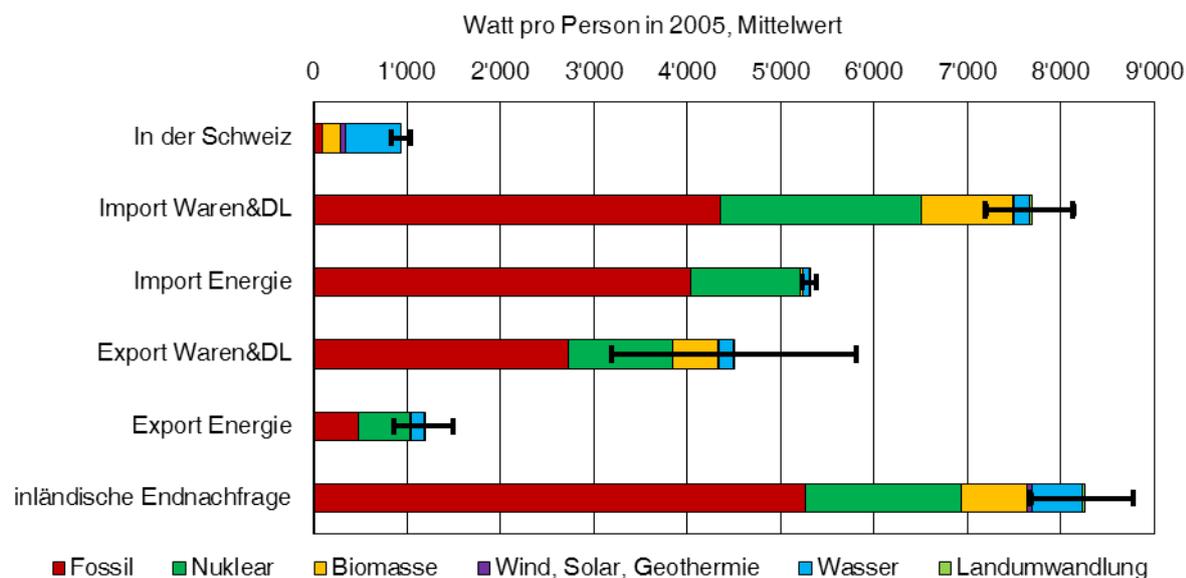


Fig. 4.2 Bilanz für den Primärenergiebedarf (Mittelwert der Daten aus zwei Berechnungsansätzen gemäss Jungbluth et al. 2011b)

4.1.3 Treibhausgasemissionen

Fig. 4.3 zeigt einen Überblick zur Gesamtbilanz der Treibhausgasemissionen. Direkt in der Schweiz werden knapp 8 Tonnen CO₂-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 CO₂-eq pro Person und Jahr (Jungbluth et al. 2011b).

Etwa 7.5 Tonnen CO₂-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 CO₂-eq pro Person und Jahr. Diese Berechnungsweise berücksichtigt wiederum die Gesamtmenge an Treibhausgasemissionen, die durch politische Massnahmen in der Schweiz beeinflussbar ist. Gemäss den Berechnungen zur 2000-Watt-Gesellschaft werden von diesen 20 Tonnen etwa 8.6 Tonnen durch die Endenergienachfrage ausgelöst.

Etwa 2.2 Tonnen CO₂-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 CO₂-eq weiter verwendet werden.

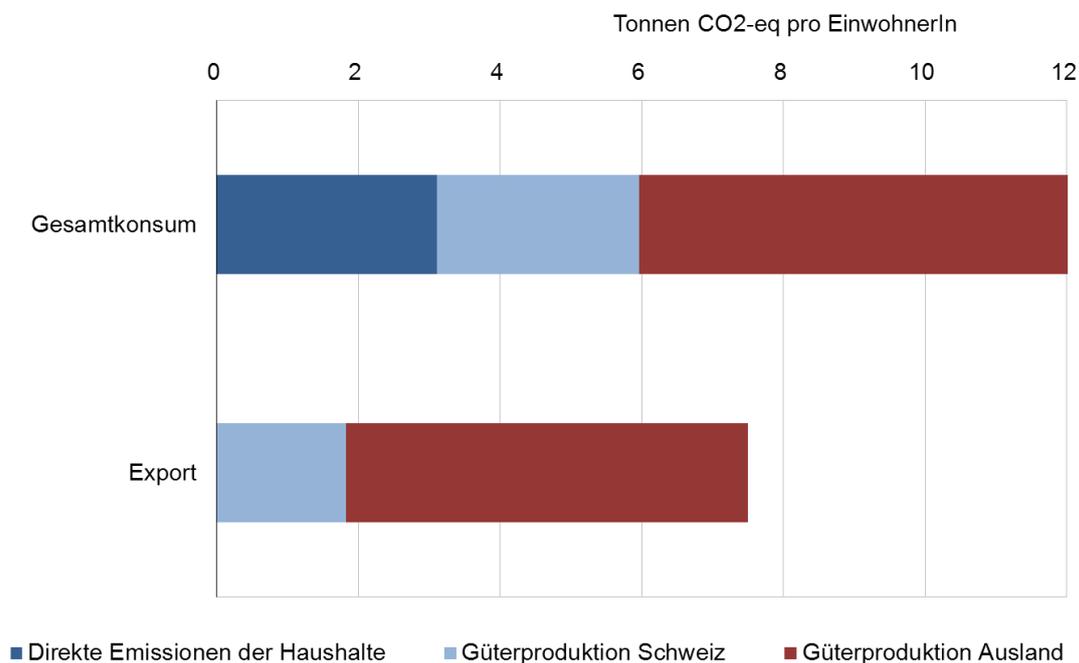


Fig. 4.3 Bilanz für die Emission von Treibhausgasen gemäss Berechnungsansatz mit IOA (Jungbluth et al. 2011b:Fig. 20)

4.1.4 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

Im Folgenden werden die Ergebnisse zu den Hauptkenngrössen aus verschiedenen Studien gegenüber gestellt (zweiter Teil von Forschungsfrage 3 „*Welche Unterschiede gibt es zwischen den aktuell berechneten Ergebnissen im Vergleich zu den bisher gemäss der 2000-Watt-Methodik ausgewiesenen Werten?*“). In diesen Studien kamen ganz unterschiedliche Ansätze und Datenquellen aus den Bereichen Input-Output-Analyse, Ökobilanz und ökologischer Fussabdruck zur Anwendung. Dieser Vergleich dient insbesondere 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 CO₂-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 CO₂-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 CO₂-eq pro Person und Jahr angenommen. Gemäss den Berechnungen zur 2000-Watt-Gesellschaft ergeben sich 8.5 Tonnen CO₂-eq, die durch die Endenergienachfrage 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 (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).

Für die Stadt Zürich werden hier mit 7'600 Watt bzw. 11.9 Tonnen CO₂-eq etwas geringere Werte für den Gesamtkonsum berechnet.

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 gesellschaftlichen 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 eher vom Konsumniveau abhängen und Länder mit vergleichsweise niedrigen direkten Pro-Kopf Emissionen wie die Schweiz eher Netto-Importeure von grauen Emissionen sind. Insofern lässt sich vermuten, dass auch der Unterschied zwischen der Zürcher 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. 2.1 sind die Ergebnisse zum Gesamtkonsum auf denen die weiteren Berechnungen in diesem Bericht aufbauen. Als Antwort auf den zweiter Teil von Forschungsfrage 3 „*Welche Unterschiede gibt es zwischen den aktuell berechneten Ergebnissen im Vergleich zu den bisher gemäss der 2000-Watt-Methodik ausgewiesenen Werten?*“ lässt sich somit folgendes zusammenfassen: Die Berücksichtigung der sogenannten „Schattenbilanz“ führt zu einer Erhöhung der auf Grundlage des Endenergiekonsums der Schweiz ermittelten Werte um etwa 1'850 Watt bzw. 4.3 Tonnen CO₂-eq. Dies entspricht etwa 25% bzw. 33% erhöhter

4. Schweizer Gesamtbilanz

Belastung auf Grund der in dieser Studie berücksichtigten Nettonachfrage nach importierten Gütern und Dienstleistungen.

Tab. 4.1 Gesamtergebnis für die Berechnung von Treibhausgasemissionen und Primärenergiebedarf in verschiedenen Studien. Angaben jeweils pro EinwohnerIn der Schweiz und pro Jahr

| Tonnen CO ₂ -eq | Tonnen CO ₂ | Primärenergiebedarf (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 ⁸ |
| 5.4 | | 4900 | Endenergienachfrage in Zürich, Strommix Schweiz für 2010 ⁸ |
| 12.8 | 10.6 | 8250 | Gesamtkonsum, Mittelwert der beiden folgenden Berechnungsansätze (Jungbluth et al. 2011b) für 2005 |
| 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 |
| 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 |
| 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) 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 |

⁸ <http://www.nachhaltigkeitsmonitoring.ch/energie>, Zugriff am 17.6.2012

4. Schweizer Gesamtbilanz

| Tonnen CO ₂ -eq | Tonnen CO ₂ | Primär-energiebedarf (Watt) | Berechnungsmethode, Systemgrenzen und Perspektive Quelle und Referenzjahr |
|----------------------------|------------------------|-----------------------------|---|
| - | 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 ₂ - 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 Konsumbereiche⁹ 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 4 „*Welche Themenbereiche des privaten Endkonsums werden wie abgegrenzt?*“.

Die Abgrenzung und Klassifizierung von Konsumbereichen in dieser Studie (Tab. 4.2) erfolgt gemäss des international anerkannten Systems COICOP¹⁰ (Classification of Individual Consumption According to Purpose) siehe (Jungbluth et al. 2011b:Tab. 26). Die Abgrenzung in Tab. 4.2 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

⁹ Zur Abgrenzung und Klassifizierung von Konsumbereichen in dieser Studie gemäss COICOP (Classification of Individual Consumption According to Purpose) siehe (Jungbluth et al. 2011b:Tab. 26) bzw. <http://unstats.un.org/unsd/cr/registry/regcst.asp?Cl=5&Lq=1> oder in Deutsch

http://ec.europa.eu/eurostat/ramon/nomenclatures/index.cfm?TargetUrl=LST_NOM_DTL&StrNom=COICOP_99&StrLanguageCode=D&IntPcKey=21787782&StrLayoutCode=HIERARCHIC&IntCurrentPage=1.

¹⁰ <http://unstats.un.org/unsd/cr/registry/regcst.asp?Cl=5&Lq=1> oder in Deutsch http://ec.europa.eu/eurostat/ramon/nomenclatures/index.cfm?TargetUrl=LST_NOM_DTL&StrNom=COICOP_99&StrLanguageCode=D&IntPcKey=21787782&StrLayoutCode=HIERARCHIC&IntCurrentPage=1.

4. Schweizer Gesamtbilanz

Lösung die allen Problemen 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 Unterscheidung von Bereichen der inländischen Endnachfrage in dieser Studie (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 |

4. Schweizer Gesamtbilanz

Die durch den Schweizer Konsum verursachten Umweltbelastungen werden in Fig. 4.4 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 Grafik zeigt auch den Anteil der direkten Umweltbelastungen bei den Haushalten (z.B. CO₂ aus einer Ölheizung), den Anteil von in der Schweiz verursachten Umweltbelastungen (z.B. Pestizideinsatz in der Landwirtschaft) als auch den Anteil von im Ausland entstehenden Umweltbelastungen (z.B. Methanemission bei der Erdgasförderung).

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 Konsumbereichs 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 erwartet 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 diese detaillierter zu betrachten.

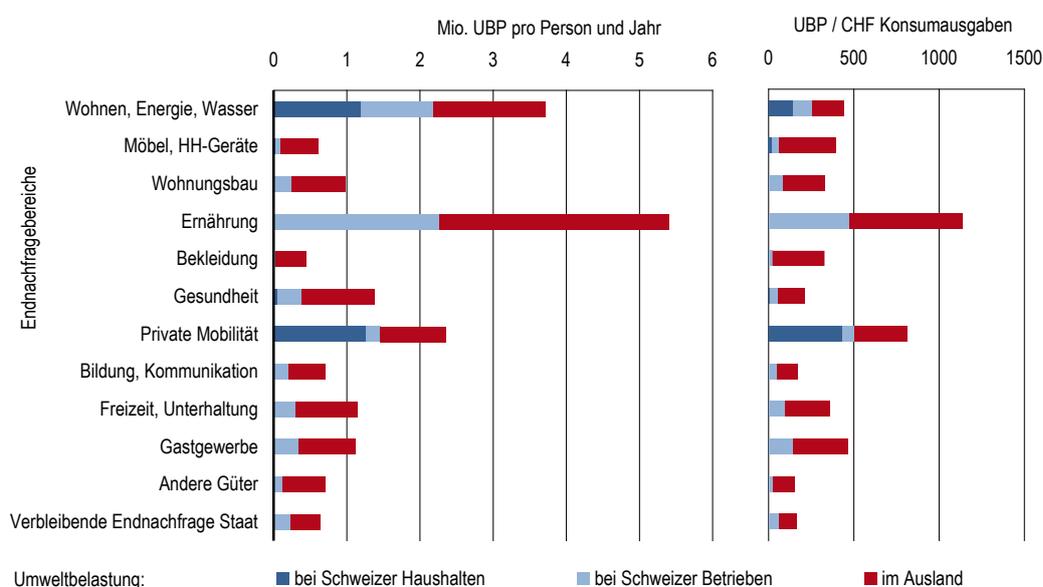


Fig. 4.4 Umweltbelastung der verschiedenen Konsumbereiche (links, UBP pro Person im Jahr 2005) und Umweltintensität der verschiedenen Konsumbereiche (rechts, UBP pro CHF im Jahr 2005) in der Schweiz, (Jungbluth et al. 2011b)

Zum Vergleich wurden Auswertungen zur Umweltbelastung mit verschiedenen Indikatoren durchgeführt (Fig. 4.5). Zur Anwendung kamen die Methode der ökologischen Knappheit (Umweltbelastungspunkte (UBP) 2006), der Primärenergiebedarf (nicht-erneuerbare und erneuerbare Energiressourcen) 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 zugerechnet.

Bemerkenswert ist, dass der Primärenergieverbrauch für den Wohnungsbau und Einrichtungsgegenstände fast ebenso wichtig erscheint wie für den Bereich Wohnen. 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.

4. Schweizer Gesamtbilanz

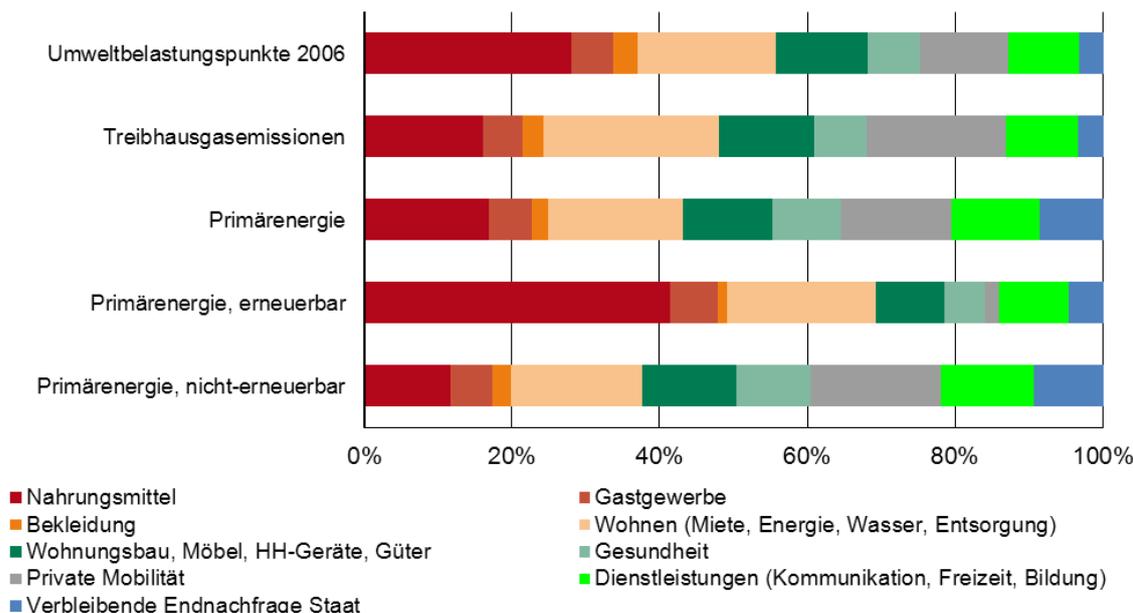


Fig. 4.5 Beitrag verschiedener Endkonsumbereiche zur Bewertung von Emissionen und Ressourcenverbräuchen mit unterschiedlichen Indikatoren (Jungbluth et al. 2011b). Einige Konsumbereiche wurden zur besseren Übersichtlichkeit zusammenaddiert. Dies betrifft den Wohnungsbau mit Ausrüstungsgegenständen und anderen Güter, ausserdem werden unter Dienstleistungen verschiedenen Konsumbereiche summiert.

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 | Treibhausgasemissionen | Umweltbelastungspunkte 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 4 „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 Rangfolge wesentlich von der jeweiligen Abgrenzung solcher Konsumbereiche abhängt. Um eine konsistente weitere Analyse zu ermöglichen wurde hier auf eine international gebräuchliche

4. Schweizer Gesamtbilanz

Klassifizierung und Nomenklatur abgestellt (Tab. 4.2). Bei anderen Zuordnungen oder Zusammenfassungen ergäben sich unterschiedliche Rangfolgen.

5 Detailbilanz für einzelne Konsumbereiche in Zürich und in der Schweiz

In diesem Kapitel wird abgeschätzt, welche Unterschiede es zwischen der Schweizer Gesamtbilanz für Privatpersonen und der Bilanz für die Einwohner der Stadt Zürich gibt. Auf Grundlage der Schweizerischen Gesamtbilanz aus dem vorhergehenden Kapitel werden für wichtige Kenngrößen des privaten Konsums Daten für die Stadt Zürich erhoben und damit die Berechnungen für den Schweizer Durchschnitt angepasst. Aufgrund der Datenlage ist dies nur für den Verbrauch verschiedener Energieträger im Konsumbereich Wohnen und für das Mobilitätsverhalten (Konsumbereich Mobilität) möglich. 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. Für die Anpassung auf Zürcher Verhältnisse werden soweit möglich die aktuellsten Daten verwendet und mit Daten für das entsprechende Jahr für die Schweiz verglichen. Die Verwendung der aktuellsten verfügbaren Zahlen ist notwendig, damit bei der Planung von weiteren Massnahmen im Forschungsprojekt nicht von falschen Voraussetzungen¹¹ ausgegangen wird. Gewisse Inkonsistenzen in der Zahlengrundlage müssen deshalb in Kauf genommen werden.

Im Folgenden werden nun die drei 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):

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

Aufgrund dieser begrifflichen Fassung des Konsumbereichs Wohnen dominieren die direkten Endenergieverbräuche von Wärme und Strom. Deren Erfassung entspricht dabei dem Vorgehen der Erhebungen gemäss der 2000-Watt-Methodik für Haushalte.

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).

¹¹ 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.

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 in der Stadt Zürich und den begrenzten Auswahlmöglichkeiten 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 Unterhalt wird als konstant angenommen und bei der Berechnung von Reduktionspotenzialen nicht weiter berücksichtigt.

5.1.1.2 *Energieverbrauch*

Tab. 5.1 zeigt den durchschnittlichen Endenergieverbrauch der Schweizer Haushalte nach der Gesamtenergiestatistik des Bundesamts für Energie (BFE 2006) und den durchschnittlichen Endenergieverbrauch der Haushalte in der Stadt Zürich. Die Angaben für die Stadt Zürich stammen aus dem ECORegion-Rechner (ECORegion 2011). Die Angaben wurden durch den Stromverbrauch der Haushaltungen in der Stadt Zürich nach dem Geschäftsbericht des ewz 2005 (ewz 2006) und den Energieverbrauch der Fernwärmerzeugung nach Flury & Jungbluth (2011) ergänzt.

Die jährliche Energieproduktion mittels Solarkollektoren in der Stadt Zürich beträgt 4966 MWh¹². Dies entspricht einer Endenergiemenge von 49 MJ pro Einwohner und Jahr. Es handelt sich hierbei um eine Schätzung der Stadt Zürich, da nur die vom Stromsparerfonds der Stadt Zürich geförderten Solarkollektoranlagen statistisch erfasst werden. Nach dieser Schätzung sind 75 % aller Anlagen statistisch erfasst. Aus diesen Angaben resultiert eine totale geschätzte Energieproduktion mittel Solarkollektoren von 6621 MWh pro Jahr, was einer Endenergiemenge von 65 MJ pro Einwohner und Jahr entspricht. Dieser Wert ist deutlich niedriger als der Schweizer Durchschnitt (104 MJ pro Einwohner und Jahr).

Der jährliche Erdgasverbrauch pro Person in der Stadt Zürich ist über 7000 MJ höher als im Schweizer Durchschnitt. Der Verbrauch an Endenergie in Form von Heizöl ist in der Stadt Zürich entsprechend kleiner im Vergleich zum Schweizer Durchschnitt.

Der Stromverbrauch pro Person in den Haushalten der Stadt Zürich ist um 1800 MJ niedriger als im Schweizer Durchschnitt. Dies entspricht einem um 500 kWh kleineren jährlichen Stromverbrauch pro Kopf und Jahr in der Stadt Zürich verglichen mit dem Schweizer Durchschnitt.

Die durch den Konsumbereich Wohnen durchschnittlich verbrauchte Endenergie pro Kopf und Jahr ist für die Stadt Zürich leicht höher als für den Schweizer Durchschnitt. Für die Stadt Zürich entspricht die gesamte Menge an verbrauchter Endenergie 36'577 MJ pro Einwohner und Jahr verglichen mit 35'072 MJ pro Einwohner und Jahr im Schweizer Durchschnitt. Trotz der überwiegend kompakten Bauweise unterscheidet sich der Energieverbrauch im Konsumbereich Wohnen in Zürich nicht wesentlich vom Durchschnittsverbrauch in der Schweiz.

¹² Persönliche Auskunft Gerhard Emch, ewz (30.11.2011)

5. Detailbilanz für einzelne Konsumbereiche in Zürich und in der Schweiz

Tab. 5.1 Endenergieverbrauch pro Einwohner in den privaten Haushalten für den Schweizer Durchschnitt (BFE 2006) und für den Durchschnitt der Haushalte in der Stadt Zürich (ewz 2006, ECORegion 2011)

| | Energieverbrauch CH 2005 (BFE 2006) | Durchschnitt Stadt ZH (ECORegion 2011, ewz 2006) |
|----------------------------|--|---|
| Einheit | MJ/Einw/a | MJ/Einw/a |
| Elektrizität, Mix CH | 8'506 | 0 |
| Elektrizität, Mix Stadt ZH | 0 | 6'685 |
| Heizöl | 17'403 | 12'088 |
| Erdgas | 5'737 | 13'297 |
| Stückholz | 2'538 | 0 |
| Fernwärme | 784 | 4'442 |
| Solarkollektor | 104 | 65 |
| Total pro Einwohner | 35'072 | 36'577 |
| Einwohner | 7'459'128 | 366'809 |

In Tab. 5.2 ist die Zusammensetzung des Schweizer Strommixes nach Leuenberger & Frischknecht (2010b) und die Zusammensetzung der Stromprodukte des ewz (ewz 2010) dargestellt. Der Strommix der Privatkunden des ewz, welcher für die Modellierungen für den Strommix des Stadt Zürich verwendet wurde, unterscheidet sich in der Zusammensetzung deutlich vom Schweizer Strommix. Der Anteil an Wasserkraft ist deutlich höher zu Gunsten eines geringeren Anteils an Kernkraft und Stromimporten. Der Zürcher Strommix für Privathaushalte verringert die Umweltbelastung des Stromkonsums (vgl. Fig. 6.3) deutlich im Vergleich zum Schweizer Durchschnitt.

Der Strommix der Privatkunden des ewz setzt sich aus den Stromprodukten ewz.naturpower (74.1 %), ewz.mixpower (19.7 %), ewz.ökopower (5.9 %) und ewz.solartop (0.4 %) zusammen¹³.

¹³ Persönliche Auskunft Hans Abplanalp, ewz (29.09.2011)

5. Detailbilanz für einzelne Konsumbereiche in Zürich und in der Schweiz

Tab. 5.2 Zusammensetzung Schweizer Strommix (Leuenberger & Frischknecht 2010b), der unterschiedlichen Stromprodukte des ewz (ewz 2010) und des Strommixes der Privatkunden des ewz.

| Anteil % | Strommix CH | ewz naturpower | ewz mixpower | ewz ökopower | ewz solartop | ewz wassertop | ewz kundenmix |
|-------------------------------|---------------|----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Wasserkraftwerke | 31.2% | 93.9% | 20.5% | 92.1% | 0.5% | 99.6% | 79.1% |
| Trinkwasserkraftwerke | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% |
| Photovoltaikanlagen | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 7.5% | 99.1% | 0.0% | 0.8% |
| Windkraftwerke | 0.0% | 3.3% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 2.4% |
| Holzvergaskraftwerke | 0.1% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% |
| Altholzverbrennung | 0.0% | 1.1% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.8% |
| Holzkraftwerke (kein Altholz) | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% |
| Kompogasanlagen | 0.1% | 1.1% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.8% |
| bäuerliche Biogasanlage | 0.1% | 0.6% | 0.4% | 0.4% | 0.4% | 0.4% | 0.5% |
| Kernkraftwerke CH | 31.7% | 0.0% | 69.7% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 13.7% |
| Kernkraftwerke F | 12.7% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% |
| Kehrichtverbrennungsanlagen | 2.1% | 0.0% | 9.4% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 1.8% |
| Erdgas-BHKW | 1.3% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% |
| Diesel BHKW | 0.5% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% |
| Steinkohlekraftwerke | 0.1% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% |
| Braunkohlekraftwerke | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% |
| unbekannte Herkunft | 20.1% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% |
| Total | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% |

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. Ausserdem wird die Ver- und Entsorgung durch städtische Betriebe kontrolliert. Deshalb werden hier zusätzlich grob die Umweltbelastungen für die Privathaushalte der Stadt Zürich abgeschätzt.

Tab. 5.3 zeigt den Trinkwasserverbrauch, den Abwasseranfall und die Abfallproduktion pro Person und Jahr für die Stadt Zürich und die Schweiz. Die Angaben für die Stadt Zürich stammen aus dem Geschäftsbericht der WVZ (WVZ 2011) und dem Geschäftsbericht des ERZ (ERZ 2011). Weil nur Angaben zum gesamten Wasserbrauch in der Stadt Zürich vorhanden waren, wurde 50 % des totalen Verbrauchs an Trinkwasser den privaten Haushalten zugeordnet. Aus dieser Annahme resultierte ein privater Wasserbrauch von 170 Litern pro Tag. Dies entspricht in etwa dem durchschnittlichen privaten Wasserverbrauch in der Schweiz, welcher 162 Liter pro Tag beträgt¹⁴.

Für den Abwasseranfall waren ebenfalls nur Daten für den gesamten Anfall vorhanden. In der Schweiz fallen jährlich 1450 Mio m³ Abwasser an. Dies entspricht einer Menge von 533 Litern pro Einwohner und Tag¹⁵. In der Stadt Zürich fallen jährlich 73.3 Mio m³ Abwasser an (WVZ 2011). Dies entspricht einer Menge von 547 Litern pro Einwohner und Tag. Diese Werte sind höher als die Verbrauchswerte, da auch Regenwasser in den Kläranlagen behandelt werden muss. Wie beim Trinkwasserverbrauch 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 und ein täglicher Abwasseranfall von 274 Litern pro Tag und Person für den Stadtzürcher Durchschnitt.

¹⁴ <http://www.trinkwasser.ch>, Zugriff am 01.09.2011.

¹⁵ <http://www.bafu.admin.ch/gewaesserschutz/01295/index.html>, Zugriff am 01.09.2011

Die jährliche eingesammelte Abfallmenge pro Einwohner der Stadt Zürich nach dem Geschäftsbericht des ERZ (ERZ 2011) beträgt 257 kg. Im Schweizer Durchschnitt fallen 700 kg pro Person und Jahr an¹⁶. Die Werte für den Schweizer Durchschnitt und den Stadtzürcher Durchschnitt sind hier sehr unterschiedlich. Ein Teil der Stadtzürcher Abfälle wird direkt angeliefert und deshalb in den 257 kg, welche eingesammelt werden, nicht erfasst. Beide Zahlen beinhalten auch gewerbliche Abfälle und überschätzen damit die Abfallmenge der Privathaushalte. Für die Berechnungen wird eine Abschätzung des ERZ zum gesamten Abfallvolumen aus den Stadtzürcher Haushalten verwendet¹⁷. Nach den Abschätzungen des ERZ fallen pro Privatperson in der Stadt Zürich 187 kg Abfall pro Jahr an. Diese 187 kg beinhalten sowohl eingesammelte als auch eingelieferte Abfälle. 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)

Tab. 5.3 Trinkwasserverbrauch, Abwasseranfall und Abfallproduktion pro Person und Jahr für Zürich (ERZ 2011; WVZ 2011) und die Schweiz^{14, 15, 16}

| | | Schweiz | Stadt Zürich |
|-------------|----|---------------------|--------------|
| | | pro Person und Jahr | |
| Trinkwasser | m3 | 59 | 62 |
| Abwasser | m3 | 97 | 100 |
| Abfall | kg | 350 | 187 |

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 CO₂-Äquivalenten und den Verbrauch an Primärenergie in Watt pro Person bezogen auf den jährlichen Verbrauch von Energieträgern in privaten Haushalten. Die Werte aus der IOA werden dabei mit den Berechnungen für Zürich und die Schweiz auf Grundlage von Ökobilanzen verglichen.

Bei der Umweltbelastung nach der Methode der ökologischen Knappheit hat der Stromverbrauch den grössten Einfluss auf das Schweizer Resultat. Entsprechend ist die Umweltbelastung pro Einwohner der Stadt Zürich verursacht durch den Energieverbrauch der privaten Haushalte um eine Million Umweltbelastungspunkte niedriger als der Schweizer Durchschnitt. Dies ist vor allem darauf zurückzuführen, dass der Stromverbrauch pro Kopf in der Stadt Zürich geringer ist als der Schweizer Durchschnitt und ein anderer Strommix verwendet wird (vgl. Tab. 5.2).

Nach dem Geschäftsbericht des ewz (ewz 2006) benötigen die Haushaltungen in Zürich im Schnitt etwa 500 kWh weniger Strom pro Person verglichen mit dem Schweizer Durchschnitt (vgl. Tab. 5.1) nach der Gesamtenergiestatistik des Bundesamts für Energie (BFE 2006). Dies hat eine Verringerung der Umweltbelastung zur Folge, auf Grund des hohen Anteils des Stromkonsums an der Umweltbelastung und am Primärenergiebedarf (vgl. Fig. 5.1). Der geringen elektrische Wassererwärmeranteil und der hohe Anteil an Mehrfamilienhäusern werden als Grund hierfür genannt.¹⁸

¹⁶ <http://www.bafu.admin.ch/umwelt/status/03964/index.html>, Zugriff am 01.09.2011

¹⁷ Persönliche Mitteilung Christoph Leitzinger ERZ (13.09.2011)

¹⁸ http://www.stadterich.ch/content/dam/stzh/gud/Deutsch/Umwelt/Energie/Publikationen%20und%20Broschueren/Studie_Foerder_Geraete_Potenziale_07.pdf, Zugriff am 15.06.2012

Zusätzliche Gründe für den geringeren Stromverbrauch in privaten Haushaltungen in der Stadt Zürich könnten das Kochen mit Gas oder häufigeres Ausser-Haus Essen im Vergleich zum Schweizer Durchschnitt sein. Letzteres würde zu einer Erhöhung der Umweltbelastungen im Konsumbereich Gastgewerbe führen.

Neben dem Stromverbrauch hat der Verbrauch von Heizöl und Erdgas einen hohen Anteil an der jährlichen Umweltbelastung pro Kopf. Verglichen mit dem Schweizer Durchschnitt ist der Anteil der durch den Heizölkonsum verursachten Umweltbelastung für den durchschnittlichen Stadtzürcher deutlich geringer. Hingegen ist die durch den Verbrauch von Erdgas verursachte Umweltbelastung deutlich höher. Dies ist darauf zurückzuführen, dass in der Stadt Zürich 1500 MJ mehr Endenergie in Form von Heizöl oder Erdgas verbraucht wird als im Schweizer (vgl. Tab. 5.1, Seite 29). Die Summe der Umweltbelastung verursacht durch den Heizöl- und Erdgaskonsum zeigt deshalb keinen Unterschied zwischen dem Schweizer Durchschnitt und dem Stadtzürcher Durchschnitt.

Der jährliche Energieverbrauch der privaten Haushalte verursacht Treibhausgasemissionen in der Höhe von 2'600 kg CO₂-Äquivalenten pro Kopf im Schweizer Durchschnitt und in der Höhe von 2'350 kg CO₂-Äquivalenten pro Einwohner der Stadt Zürich. Der Hauptanteil der Treibhausgasemissionen wird durch den Verbrauch von den fossilen Energieträgern Heizöl und Erdgas verursacht. Der geringere Stromverbrauch in der Stadt Zürich führt aufgrund des generell niedrigeren Treibhausgasintensität des Schweizer Strommix nur zu einer geringen Reduktion der jährlichen Treibhausgasemissionen. Die Summe der Treibhausgasemissionen verursacht durch die Verbrennung von Heizöl und Erdgas ist sogar leicht höher für die Stadt Zürich als für den Schweizer Durchschnitt.

Der jährliche Primärenergiebedarf für die privaten Haushalte im Schweizer Durchschnitt entspricht einer Leistung von 1870 W. Für die privaten Haushalte in der Stadt Zürich sind es 1400 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, was wiederum dazu führt, dass die Stadt Zürich besser abschneidet als der Schweizer Durchschnitt aufgrund des geringeren Strombedarfs und des geringen Primärenergiefaktors des Stroms aus Wasserkraft verglichen mit dem Strom aus anderen Kraftwerken (Frischknecht & Itten 2011).

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) bzw. in der Stadt Zürich (ECORegion 2011, ewz 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 Zürich und 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).

5. Detailbilanz für einzelne Konsumbereiche in Zürich und in der Schweiz

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 des Primärenergiebedarfs beim Wohnungsbau angepasst. Zusätzlich wäre eine weitere Erhöhung des Primärenergiebedarfs auf Grund der Aufwendungen für Miete und Unterhalt zu erwarten. Dieser kann hier jedoch nicht beziffert werden und wird deshalb nicht ausgewiesen.

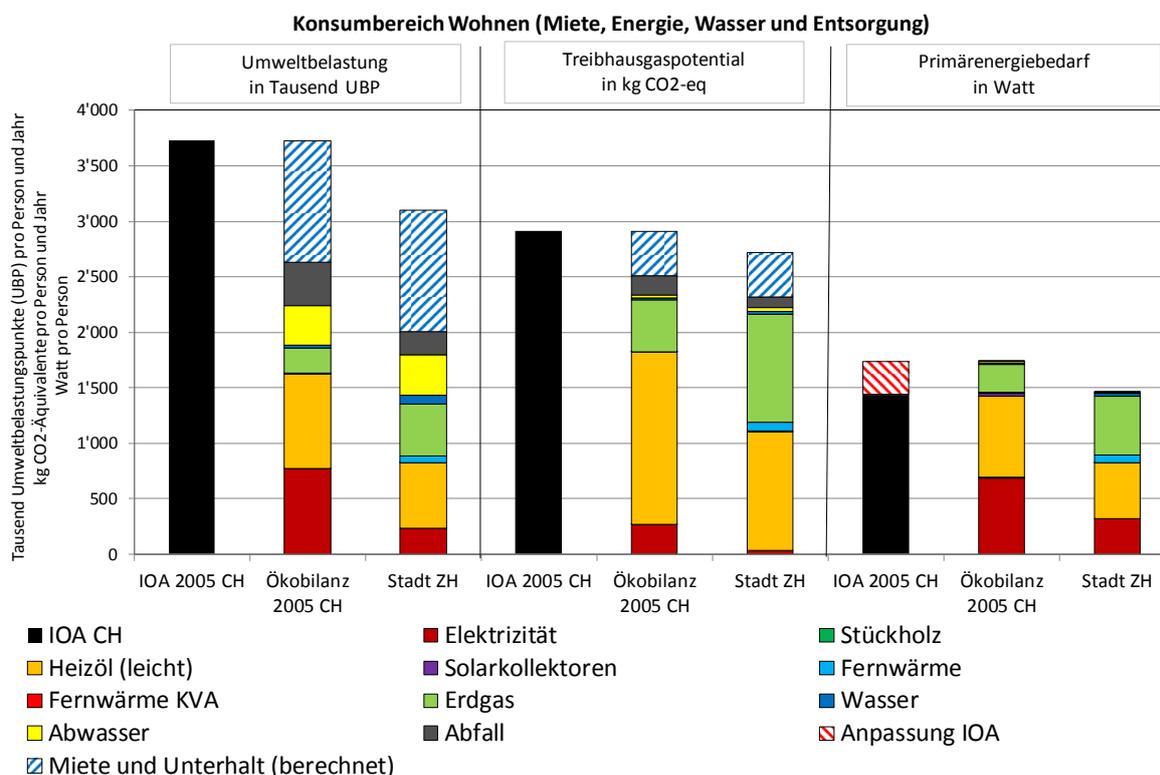


Fig. 5.1 Jährliche Umweltbelastung pro Person in tausend Umweltbelastungspunkten (UBP), jährliche Emission an Treibhausgasen in kg CO₂-Äquivalenten pro Person und Primärenergiebedarf pro Person in Watt verursacht durch den Konsumbereich Wohnen (Miete, Energie, Wasser und Entsorgung) aufgeteilt auf die unterschiedlichen Energieträger und Dienstleistungen

5.1.3 Zusammenfassung

In diesem Kapitel wurden die Emissionen und Ressourcenverbräuche auf Grund der Nachfrage von Privathaushalten nach Miete, Wohnungsunterhalt, Strom, Wärme, Wasser und Entsorgungsdienstleistungen ausgewertet.

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.

Der Stromverbrauch in der Stadt Zürich ist geringer als im Schweizer Durchschnitt. Als Ursachen des geringeren Stromverbrauchs werden der geringere elektrische Warmwasseranteil und der hohe Anteil an Mehrfamilienhäusern, das Kochen mit Erdgas und das häufigere Ausser-Haus Essen vermutet. Dies widerspricht den Erwartungen eines höheren Stromverbrauchs

wegen des höheren Anteils an Ein-Personen Haushalten. Es sind jedoch nur Vermutungen und es ist keine Datengrundlage vorhanden, welche diese Vermutungen belegen würde.

Der für die Berechnungen für Zürich verwendete Strommix der Privatkunden des ewz schneidet besser ab, als der entsprechende Schweizer Strommix aus dem Jahr 2010. Auf Grund des hohen Einflusses des Stromverbrauchs auf das Resultat kommt dem durch das ewz angebotenen Strommix eine grosse Bedeutung zu (vgl. Fig. 6.3).

Die Verwendung von Erdgas zur Wärmeerzeugung ist umweltfreundlicher verglichen mit der Wärmeerzeugung mittels Heizöl. Die Unterschiede in der Gesamtbilanz wären grösser, wenn in der Stadt Zürich im Totalen nicht mehr Endenergie verbraucht würde. Da aber der totale durchschnittliche Endenergieverbrauch pro Kopf und Jahr in der Stadt Zürich 1'240 MJ höher ist, stellt sich der Unterschied durch die Verwendung von umweltfreundlicheren Technologien nicht so klar dar.

Im Falle des Endenergieverbrauchs der privaten Schweizer Haushalte verursacht der Stromverbrauch den grössten Anteil der Umweltbelastungen nach der Methode der ökologischen Knappheit und nach dem Primärenergiebedarf. In Zürich ist der Stromverbrauch deutlich weniger relevant. Im Falle der Treibhausgasemissionen hat die Energiebereitstellung mittels der fossilen Energieträger Erdgas und Erdöl den grössten Einfluss auf das Gesamtergebnis.

In dieser Studie konnte nur die Situation in Zürich erfasst werden. Es könnte z.B. sein, dass Stadtzürcher auch noch über Ferienwohnungen verfügen, deren Energieverbrauch eigentlich zusätzlich erfasst werden müsste. Es ist schwierig abzuschätzen ob somit wirklich alle Einflussfaktoren auf den Energieverbrauch im Bereich Wohnen erfasst werden konnten.

5.2 Mobilität

Im Bereich Mobilität wird die private Mobilität mit Fahrzeugen und öffentlichem Verkehr erfasst. 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.

Die dabei berücksichtigten Mengen von Endenergie (Treibstoffe und Strom) entsprechen theoretisch einer Erhebung gemäss der 2000-Watt-Methodik. Abweichungen können sich aber ergeben, da hier auf Grundlage von Kilometerleistungen gerechnet wird und Treibstoffverbräuche nicht direkt in das Modell eingehen. Zusätzlich wird auch die Infrastruktur für Strassen und Fahrzeuge in der Berechnung berücksichtigt.

5.2.1 Datengrundlagen

Tab. 5.4 zeigt den individuellen Mobilitätskonsum im Schweizer Durchschnitt nach den Erhebungen von Girod & de Haan (2010), nach den Erhebungen des Bundesamtes für Statistik im Zuge des Mikrozensus 2005 „Mobilität in der Schweiz“ (BFS/ARE 2007) und für die Stadt Zürich nach den Angaben aus dem ECORegion-Rechner (ECORegion 2011) und der Publikation Stadt Zürich – Mobilität in Zahlen (Burger et al. 2010).

Die Angaben aus dem Auszug des ECORegion-Rechners wurden mit Daten aus dem Mikrozensus Mobilität des BfS ergänzt. Weil keine Angaben zu den mit dem Flugzeug und dem Reisebus zurückgelegten Distanzen für die Einwohner der Stadt Zürich vorhanden waren, wurden die Angaben aus dem Mikrozensus Mobilität (BFS/ARE 2007) übernommen.

Die Angaben aus dem ECORegion-Rechner und der Publikationen Stadt Zürich – Mobilität in Zahlen sind nicht direkt mit den Angaben aus dem Mikrozensus vergleichbar. Der ECORegi-

on-Rechner und Mobilität in Zahlen folgen dem Territorialprinzip (d.h. es werden nur die auf dem Gebiet der Stadt Zürich gefahrenen Kilometer berücksichtigt). Die aus dem ECORegion-Rechner und Mobilität in Zahlen abgeleiteten Distanzen zurückgelegt mit den unterschiedlichen Transportmitteln weisen nur im Falle des Personenwagens erhebliche Abweichungen von den Angaben aus dem Mikrozensus auf (vgl. Tab. 5.4). Der Unterschied bei den mit dem Personenwagen zurückgelegten Distanzen ist durch die geringere Autodichte in der Stadt Zürich erklärt. Deshalb werden diese Angaben mangels einer besseren Datengrundlage verwendet, obwohl sie nicht direkt vergleichbar aber dennoch plausibel sind.

Die Angaben zu den zurückgelegten Fahrzeugkilometern mit dem Auto aus dem ECORegion-Rechner wurden mit einer Auslastung von 1.6 Personen pro Fahrzeugkilometer in Personenkilometer umgerechnet (Spielmann et al. 2007). Die Umrechnung von Fahrplatzkilometer in Personenkilometer im Falle von Bus, Trolleybus und Tram wurden ebenfalls mit einer Annahme für die Auslastung von Platzkilometern in Personenkilometer umgerechnet. Im Falle des Trams und des Trolleybus wurde eine Auslastung von 26 % und für den regulären Bus eine Auslastung von 23 % angenommen. Diese Auslastungen wurden ebenfalls entsprechend der Auslastungen dokumentiert in Spielmann *et al.* (2007) gewählt.

Für die mit dem Zug zurückgelegten Distanzen waren nur Angaben zu den totalen Distanzen verfügbar. Die Anteile von Fernreisen und Reisen mit der S-Bahn wurde mit je 50 % geschätzt. Es wurde mit einer Auslastungen von 28 % (Spielmann et al. 2007) für Fernreisen mit dem Zug und mit einer Auslastung von 50 % für die S-Bahn¹⁹ gerechnet.

Auffällig beim Vergleich des Mobilitätskonsums der drei Datenquellen sind die deutlich geringeren Distanzen, welche die Einwohner der Stadt Zürich mit dem Auto zurücklegen. Ein Einwohner der Stadt Zürich legt pro Jahr nach den Angaben aus dem ECORegion-Rechner über 3000 km weniger mit Auto zurück als der durchschnittliche Schweizer. Die entspricht einer Reduktion von über 35 % gegenüber dem Schweizer Durchschnitt.

Die auf dem Territorialprinzip erhobene Daten zu den zurückgelegten Fahrzeugkilometern in der Stadt Zürich wurden zu 100 % auf die Zürcher Haushalte übertragen. Für die Umrechnung auf Personenkilometer wurde eine Auslastung von 1.6 Personen pro Fahrzeug angenommen. Das Territorialprinzip entspricht nicht direkt der Konsumperspektive, da Fahrten von Zürcherinnen und Zürchern ausserhalb der Stadtgrenzen nicht erfasst werden und andererseits Fahrten von ausserhalb Wohnenden mit einbezogen werden. Zur Plausibilisierung wurde die resultierende Reduktion der Personenkilometer anhand der geringeren Fahrzeugdichte im Kanton Zürich (BfS 2010) und des geringeren Motorisierungsgrads der Stadtzürcher Bevölkerung (statistik.info 2002) mit dem Schweizer Durchschnitt (BFS/ARE 2007) verglichen. Eine geringere, jährliche mit dem Auto zurückgelegte Distanz für die Bevölkerung der Stadt Zürich verglichen mit dem Schweizer Durchschnitt scheint deshalb plausibel und kann im Rahmen dieser Betrachtung genutzt werden.

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).

Es war nicht möglich herauszufinden, ob die zurückgelegten Bahn- und Flugkilometer bei Stadtzürchern höher sind. Dafür spricht z.B. die sehr gute Anbindung an das Bahnnetz und den Flughafen, welche den Gebrauch dieser Verkehrsmittel sehr attraktiv macht. Wir vermuten deshalb, dass die wahren Aufwendungen hier etwas höher liegen.

¹⁹ Eigene Schätzung für Auslastung der S-Bahn

5. Detailbilanz für einzelne Konsumbereiche in Zürich und in der Schweiz

Die übrigen Angaben zu den zurückgelegten Distanzen unterteilt nach den unterschiedlichen Verkehrsmitteln unterscheiden sich nur geringfügig. So legt ein Einwohner der Stadt Zürich im Durchschnitt eine grössere Distanz mit dem Trolleybus zurück als der durchschnittliche Schweizer. Hingegen benutzen die Einwohner der Stadt Zürich deutlich weniger Motorräder und Motorfahräder. Diese kleineren Unterschiede sind plausibel auf Grund der verkehrstechnischen Gegebenheiten in der Stadt Zürich.

Tab. 5.4 Individueller Mobilitätskonsum im Schweizer Durchschnitt (Girod & de Haan 2010), im Durchschnitt nach dem Mikrozensus 2005 (BFS/ARE 2007) und für die Mobilität pro Person auf dem Stadtgebiet der Stadt Zürich (Burger et al. 2010, ECORegion 2011)
Grau hinterlegte kursive Angaben mit Schweizer Durchschnitt abgeschätzt.

| | Durchschnitt CH (Girod & de Haan 2010) | Durchschnitt CH Mikrozensus (BFS/ARE 2007) | Durchschnitt Stadt ZH (Burger et al. 2010, ECORegion 2011) |
|----------------------|--|--|--|
| Einheit | pkm/Einw/a | pkm/Einw/a | pkm/Einw/a |
| Passagierflugzeug | 1'698 | 2'456 | 2'456 |
| Reisebus | - | 506 | 506 |
| Fernreise Zug | 1'256 | 1'295 | 1'283 |
| Personenwagen | 10'797 | 9'582 | 6'276 |
| Regionalzug | 1'256 | 1'295 | 1'283 |
| Bus | - | 49 | 172 |
| Tram | - | 718 | 754 |
| Trolleybus | - | - | 247 |
| Motorrad/Motorfahrad | - | 246 | 29 |
| Total | 15'007 | 16'147 | 13'006 |
| Einwohner | - | 7'459'128 | 366'809 |

5.2.2 Umweltbelastung, Treibhausgasemissionen und Primärenergiebedarf

Fig. 5.2 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. Bei der Umweltbelastung nach der Methode der ökologischen Knappheit verursacht durch die durchschnittliche Mobilität pro Person zeigt sich ein deutlicher Unterschied zwischen dem Schweizer Durchschnitt und dem Stadtzürcher Durchschnitt. Der motorisierte Individualverkehr mittels Auto hat den grössten Anteil an der Umweltbelastung. Aufgrund der tieferen Autodichte ist die Umweltbelastung deutlich kleiner für den Stadtzürcher Durchschnitt als für den Schweizer Durchschnitt.

Nach dem motorisierten Individualverkehr mittels Auto verursachen Flugreisen einen grossen Anteil der Umweltbelastung, gefolgt von den mittels Motorrädern und Motorfahrädern 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 CO₂-Äquivalenten verglichen mit den Treibhausgasemissionen im Stadtzürcher Schnitt, welche 1'600 kg CO₂-Äquivalente betragen. Die Einwohner der Stadt Zürich verursachten also deutlich weniger Treibhausgasemissionen als der Schweizer Durchschnitt. Ursache hierfür sind wiederum die geringeren Distanzen, welche mit dem motorisierten Individualverkehr zurückgelegt werden. 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 in der Stadt Zürich verursacht durch Mobilität beträgt 950 W. Dies sind 350 W weniger als der Schweizer Durchschnitt nach den Erhebungen von Girod & de Haan (2010) und den Erhebungen des Bundesamtes für Statistik im Zuge

des Mikrozensus Mobilität (BFS/ARE 2007). Die kürzere Distanz, welche mit dem Auto zurückgelegt wird, verbraucht deutlich weniger Primärenergie.

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.

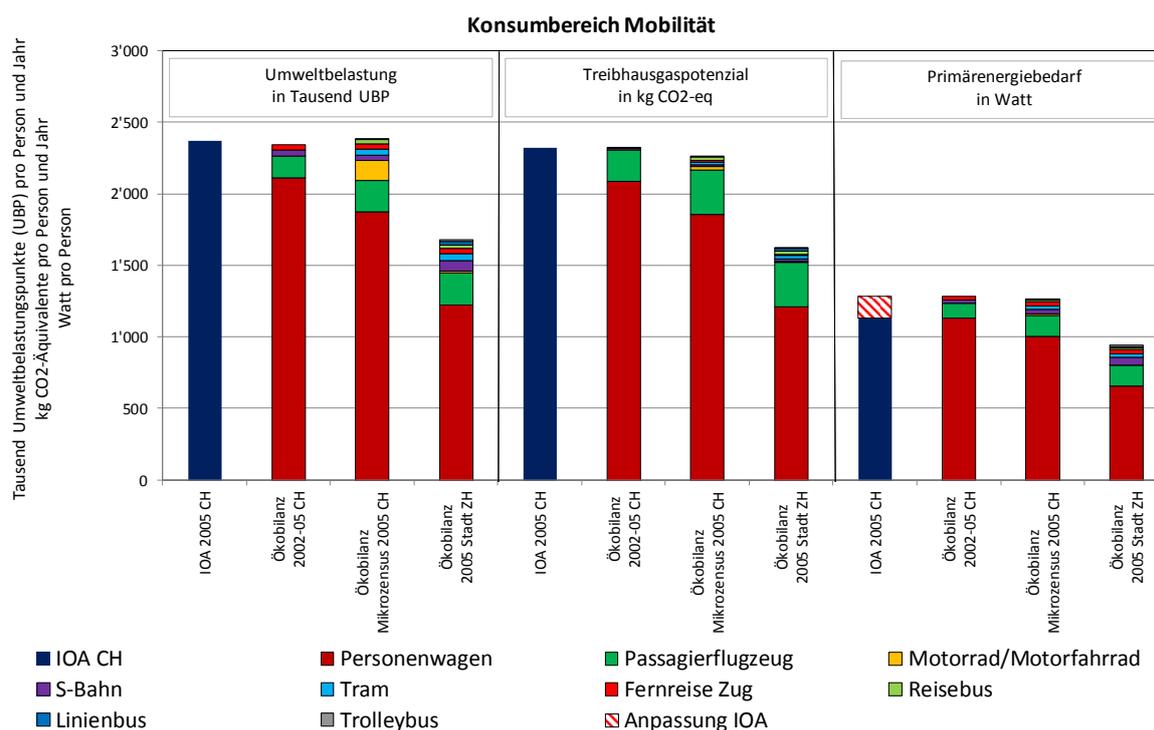


Fig. 5.2 Jährliche Umweltbelastung pro Person in tausend Umweltbelastungspunkten (UBP), jährliche Emission an Treibhausgasen in kg CO₂-Äquivalenten pro Person und Primärenergiebedarf pro Person in Watt verursacht durch den Konsumbereich Mobilität aufgeteilt auf die unterschiedlichen Verkehrsmittel

5.2.3 Zusammenfassung

Wie in Tab. 5.4 dargestellt, legen die Einwohner der Stadt Zürich pro Jahr und pro Person 3000 km weniger mit dem Auto zurück als der Schweizer Durchschnitt nach dem Mikrozensus 2005. Dies hat zur Folge, dass die Treibhausgasemissionen, der Primärenergiebedarf und die Umweltbelastung nach der Methode der ökologischen Knappheit für die Stadt Zürich deutlich geringer ausfallen als für den Schweizer Durchschnitt. In den Abbildungen Fig. 5.2 und Fig. 5.3 ist ersichtlich, dass die Einwohner der Stadt Zürich bei der Bewertung des Mobilitätskonsums deutlich besser abschneiden als der Schweizer Durchschnitt.

Für eine verbesserte Einschätzung der Mobilität der Stadtzürcher Bevölkerung wären genauere Angaben zu den mit Flugzeug und Zug zurückgelegten Distanzen nötig. Es wird vermutet, dass die Stadtzürcher Bevölkerung grössere Strecken mit dem Flugzeug zurücklegt als der

Schweizer Durchschnitt. Aufgrund der mangelnden Datengrundlage, konnte diese Annahme aber nicht bestätigt werden und es wurden die durchschnittlichen Schweizer Werte verwendet.

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.

Für die mit dem Zug zurückgelegten Strecken gilt dasselbe wie für die mit dem Flugzeug zurückgelegten Strecken. Auch hier wird vermutet, dass die Stadtzürcher Bevölkerung grössere Distanzen bei Fernreisen mit dem Zug zurücklegt als der Schweizer Durchschnitt, aber auch diese Annahme konnte nicht mit entsprechenden Daten überprüft werden. Auf Grund des geringeren Einflusses der mit dem Zug zurückgelegten Distanzen auf das Gesamtergebnis ist einer genaueren Erhebung der Flugreisedistanzen der Einwohner der Stadt Zürich eine höhere Priorität zuzuweisen.

5.3 Art der Umweltbelastungen bei Mobilität und Wohnen

Fig. 5.3 zeigt die jährliche Umweltbelastung berechnet mit der Methode der ökologischen Knappheit pro Person für die Konsumbereiche Mobilität und Wohnen (Miete, Energie, Wasser und Entsorgung) aufgeteilt auf die unterschiedlichen Kategorien von Umweltbelastungen. Der grösste Anteil an den Umweltbelastungen wird durch Partikelemissionen, durch Treibhausgasemissionen und durch die Entsorgung von radioaktiven und anderen Abfällen verursacht. Der Anteil der Partikelemissionen 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.

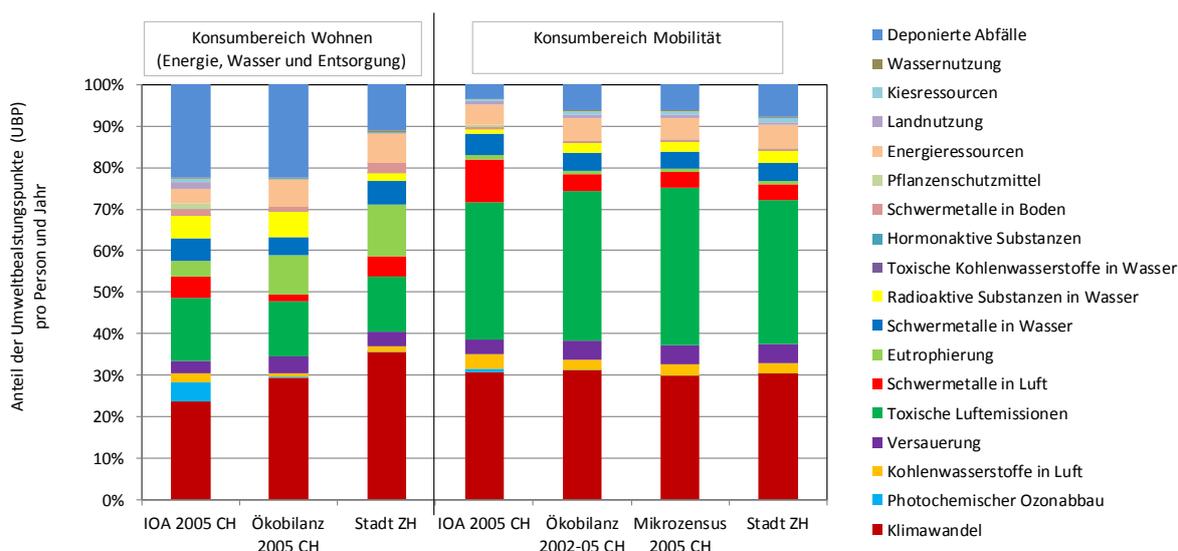


Fig. 5.3 Anteil verschiedener Emissionen und Ressourcenverbräuche an den gesamten Umweltbelastungspunkten (UBP) verursacht in den Konsumbereichen Wohnen (Miete, Energie, Wasser und Entsorgung) und Mobilität

Fig. 5.4 zeigt den Primärenergiebedarf in Watt pro Person für die Konsumbereiche Mobilität und Wohnen (Miete, Energie, Wasser und Entsorgung) 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 % und für den Stadtzürcher Durchschnitt bei 6.6 %. Hierbei handelt es sich hauptsächlich um Strom aus Wasserkraft, welcher für den Betrieb der Eisenbahn genutzt wird. Im Falle des Konsumbereichs Wohnen (Miete, Energie, Wasser und Entsorgung) liegt der Anteil der erneuerbaren Energien im Schweizer Durchschnitt bei 8 % und beim Stadtzürcher Durchschnitt bei 20 %.

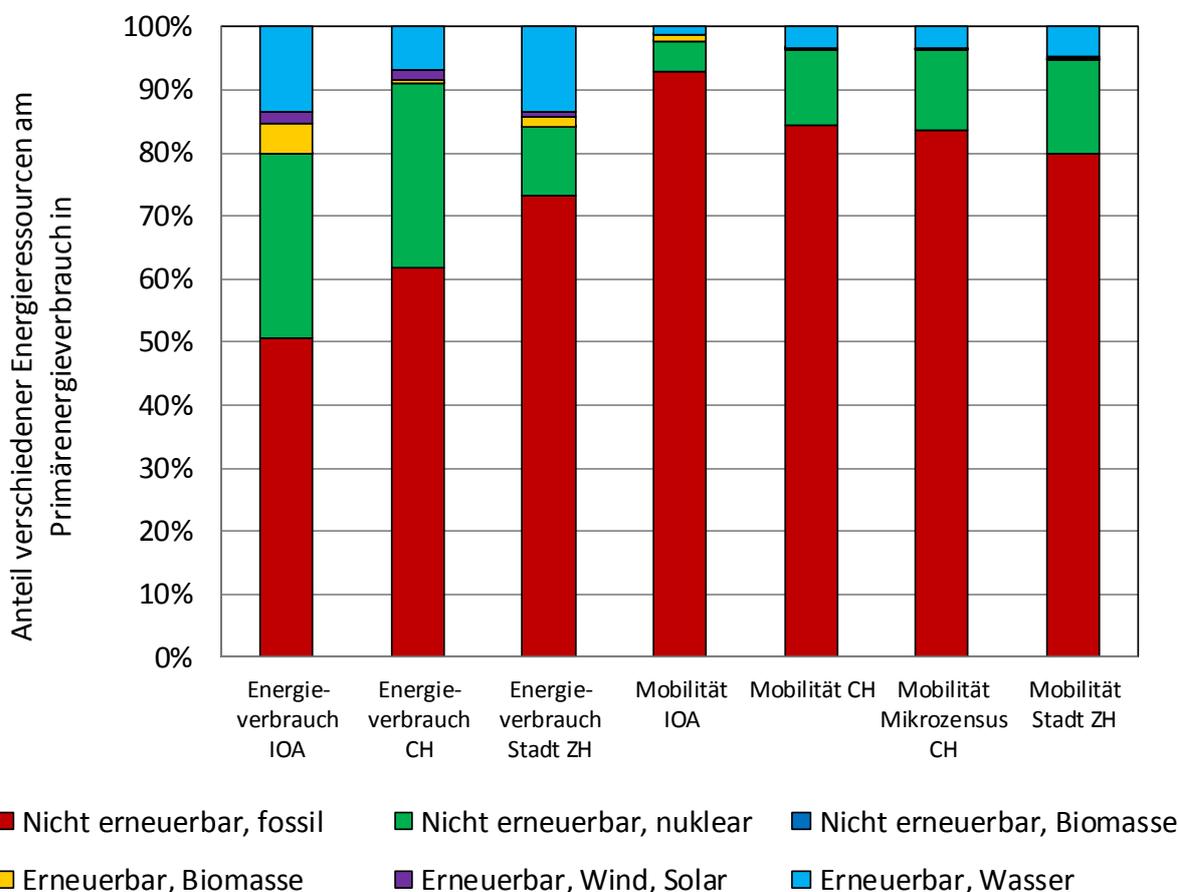


Fig. 5.4 Anteil verschiedener Energieressourcen am Primärenergiebedarf verursacht in den Konsumbereichen Wohnen (Miete, Energie, Wasser und Entsorgung) und Mobilität

5.4 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,

- Alle Transporte bis zum Laden

Die Bereitstellung von Nahrungsmitteln für Privathaushalte kann in der bisherigen 2000-Watt-Methodik nur mittels der Schattenbilanz berücksichtigt werden. So ist z.B. in der jetzigen Gesamtbilanz der Stadt Zürich nur der Anteil von Treibhausgasemissionen und Primärenergiebedarf erfasst, der durch Transporte, Verarbeitung und Distribution innerhalb Zürichs entsteht. Da es kaum Landwirtschaft in der Stadt gibt sind die dortigen Aufwände nicht erfasst.

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. 4.5, Seite 25). 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. 4.5). 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).

Eine spezifische Auswertung für die Verhältnisse in Zürich ist nicht möglich, da hierzu keine statistischen Daten vorliegen. Stattdessen wird der Ernährungsbereich nur mit Daten zum privaten Konsum in der Schweiz analysiert.

5.4.1 Ökobilanzen von Nahrungsmiteleinkäufen

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 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. 5.5 zeigt die Umweltbelastungspunkte für die Bilanz des Gemüseeinkaufs. 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 ist 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 Freilandproduktion²⁰ (IP in der Grafik) mit Bioprodukten verglichen. Trotz verschiedener Unsicherheiten, zeigen sich für letztere eher Vorteile in Fig. 5.5. Deutlich höher als bei der Freilandproduktion sind die Umweltbelastungen von Gemüse aus beheizten Gewächshäusern (GH).

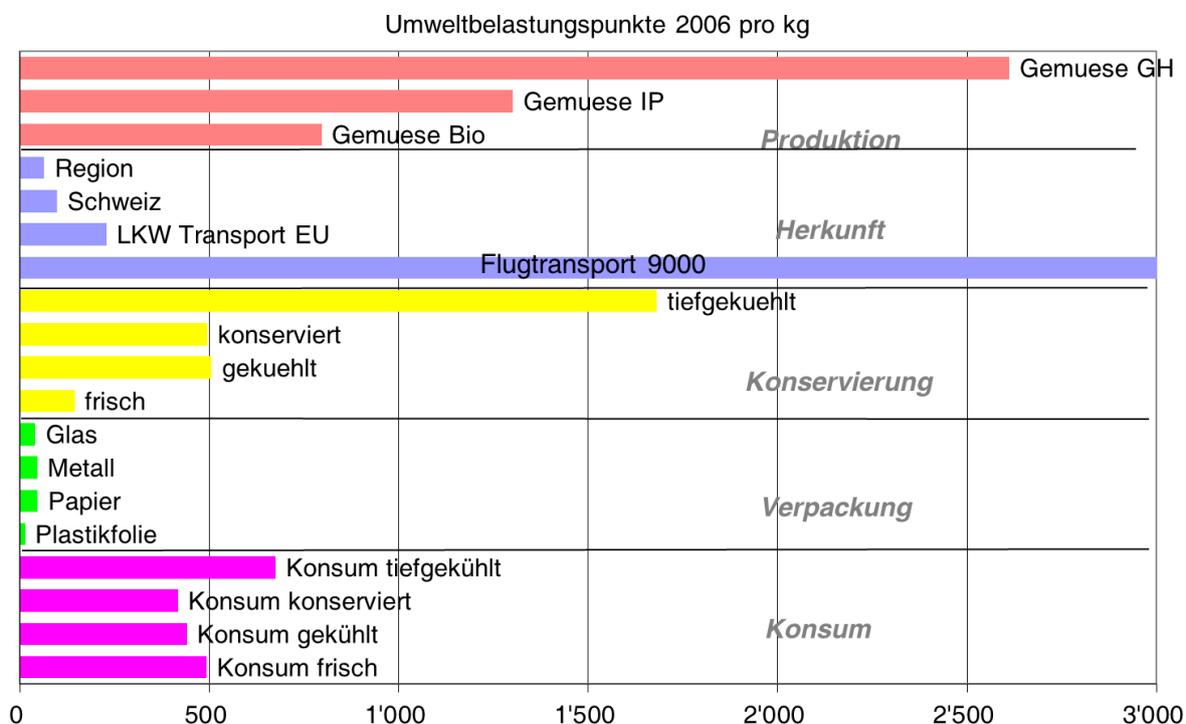


Fig. 5.5 Umweltbelastungspunkte für verschiedene Produktionsanteile pro kg Gemüseeinkauf. GH = Gewächshaus, IP = Integrierte Produktion.

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

5.4.2 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. 5.6). Wichtig sind auch Getränke und Genussmittel insbesondere Alkoholika und Kaffee die zusammen 18% zur Gesamtbelastung beitragen. Transporte, Verarbeitung und Verpackung sind insgesamt nicht von so grosser Bedeutung, wenn die Umweltbelastung betrachtet

²⁰ In der Integrierten Produktion werden Dünge- und Pflanzenschutzmitteleinsatz beschränkt und kontrolliert. Eine unkontrollierte konventionelle Produktion gibt es in der Schweiz kaum noch.

5. Detailbilanz für einzelne Konsumbereiche in Zürich und in der Schweiz

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.

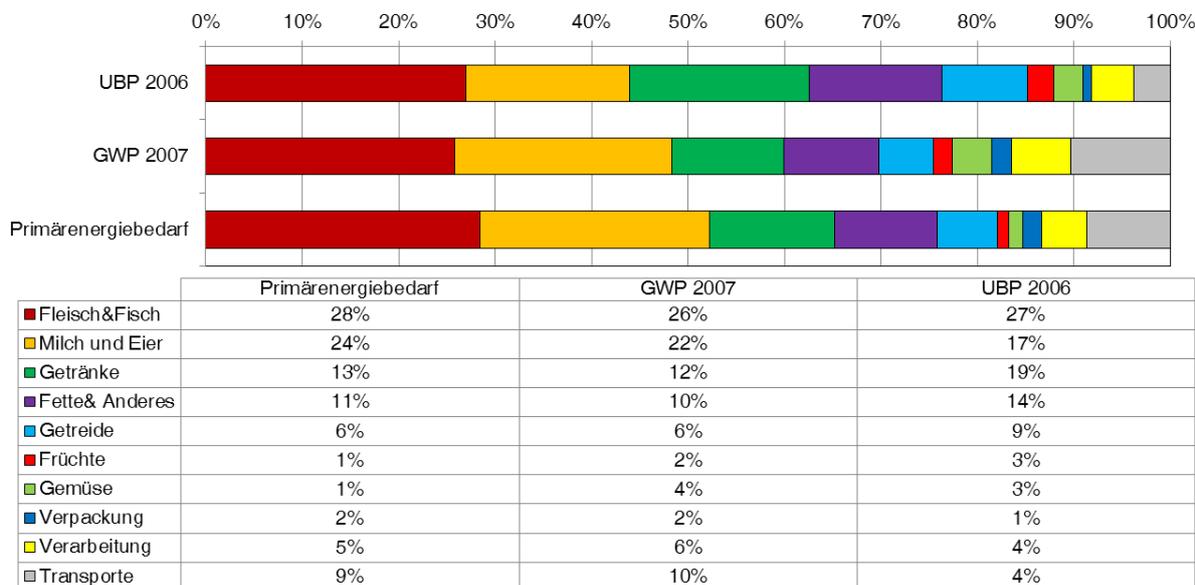


Fig. 5.6 Anteil verschiedener Produkte und Prozesse an den Umweltbelastungen der Ernährung

5.4.3 Situation in Zürich

Es war nicht möglich den Kauf von Nahrungsmitteln in Zürich im Detail zu analysieren. Folgende Faktoren würden für eine höhere Belastung durch die Ernährung in Zürich sprechen:

- Hohe Verfügbarkeit auch von Nahrungsmitteln, die geflogen wurden oder im Gewächshaus produziert wurden, da viele Einkaufsmöglichkeiten vorhanden sind.
- Höherer Lebensstandard und damit evtl. mehr Konsum von Fleisch, Genussmitteln und Drogen.
- Mehr Single-Haushalte und höherer Anteil von Ausser-Haus Konsum.
- Weniger Eigenproduktion im Garten und weniger Einkauf z.B. direkt ab Hof.

Auf der anderen Seite gibt es aber auch Faktoren, die evtl. für geringere Belastungen sprechen, z.B.:

- Höheres Umweltbewusstsein und damit z.B. mehr Kauf von Bioprodukten.
- Geringerer Kalorienbedarf pro Person, da weniger körperlich gearbeitet wird.

Zur tatsächlichen Situation in Zürich sind uns aber keine spezifischen Daten z.B. zum Konsum verschiedener Produktgruppen bekannt. Somit lässt sich eine mögliche Abweichung im Verhältnis zum Schweizer Durchschnitt nicht quantifizieren.

5.5 Zusammenfassung

In diesem Kapitel wurden die Umweltbelastungen durch den Konsum der Stadtzürcher Bevölkerung berechnet und damit Forschungsfrage 5 „*Welches sind die Unterschiede zwischen dem Schweizer Durchschnitt und dem privaten Endkonsum in der Stadt Zürich?*“, beantwortet.

Ausserdem wurde eine Aufteilung auf verschiedene Konsumbereiche vorgenommen. Fig. 5.7 fasst die Ausgangslage für die weiteren Berechnungen zusammen. Die Bilanz der Stadtzürcher Bevölkerung weicht beim Stromverbrauch, den Energieträgern zum Heizen und dem privaten Individualverkehr vom Schweizer Durchschnitt ab. Bei allen drei Themen werden von den Zürchern eher geringere Umweltbelastungen verursacht.

Gemäss der Studie von Jungbluth et al. (2011b) beträgt der Primärenergiebedarf für den Gesamtkonsum der Schweiz 8'250 Watt pro Person. Für die Stadt Zürich werden mit 7'400 Watt etwas geringere Werte für den Gesamtkonsum abgeschätzt.

Die Treibhausgasemissionen durch den Gesamtkonsum der Schweiz werden zu 12.8 Tonnen CO₂-eq pro Person und Jahr berechnet. Für die Stadt Zürich werden mit 11.9 Tonnen CO₂-eq etwas geringere Werte für den Gesamtkonsum abgeschätzt.

Bei den Umweltbelastungspunkten ergibt sich ein Wert von 20 Mio. UBP für den Konsum der Schweiz und 19 Mio. UBP für die Stadt Zürich 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.

Die übrigen Konsumbereiche sind in der Kategorie Rest zusammengefasst. Die Umweltbelastung in diesen Konsumbereichen entspricht wie im Falle des Konsumbereichs Ernährung dem Schweizer Durchschnitt.

Die Zahlen in Fig. 5.7 für Wohnen und Verkehr lassen sich grob mit den Werten gemäss 2000-Watt Systematik für Zürich von 1700 Watt bzw. 2.8 t CO₂-eq für Wohnen und 1000 Watt bzw. 1.7 t CO₂-eq für Verkehr, vergleichen (Burger et al. 2010). Allerdings wird in dieser Studie beim Verkehr der Privatverkehr nicht getrennt ausgewiesen. Für die Konsumbereiche Wohnen und Mobilität unterscheidet sich die Ergebnisse aus der 2000-Watt-Berechnung also nur wenig von den Ergebnissen in der Auswertung aus der Konsumperspektive. Die Hauptunterschiede liegen bei den anderen Konsumbereichen, in denen nicht direkt Endenergie verbraucht wird sondern vor allem „Graue Energie“ aus der Herstellung und dem Handel mit Gütern und Dienstleistungen wichtig ist.

Bei den Treibhausgasemissionen und dem Primärenergiebedarf ist der Anteil der Konsumbereiche Wohnen und Mobilität grösser als bei der Gesamtumweltbelastung nach der Methode der ökologischen Knappheit. Umgekehrt verhält es sich im Fall des Konsumbereichs Ernährung, bei welchem die Treibhausgasemissionen und der Primärenergiebedarf einen geringen Anteil haben.

In dieser Studie konnte allerdings nur ein Teil der möglichen Einflussfaktoren wirklich untersucht werden. Bezüglich Haushaltseinkommen liegt Zürich etwa 27% über dem Schweizer Durchschnitt.²¹ Es gibt deshalb auch Argumente, die dafür sprechen, dass die Umweltbelas-

²¹ www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/04/02/05/key/pro-kopf-einkommen.html , Index für 2005, 19.9.2011.

5. Detailbilanz für einzelne Konsumbereiche in Zürich und in der Schweiz

tungen in einigen Konsumbereichen auch höher sein könnten. Bei der Mobilität ist z.B. evtl. die per Flugzeug und Bahn zurückgelegte Strecke länger als im Schweizer Durchschnitt.

Ein Teil des geringeren Stromverbrauchs in Haushalten kann mit häufigerem Essen in Gaststätten erklärt werden. Dies würde zu höheren Belastungen in diesem getrennt ausgewiesenen Konsumbereich führen.

Bei den Wohnungen wurde nicht berücksichtigt, dass ein Teil der Stadtzürcher evtl. eine Zweitwohnung ausserhalb der Stadt besitzt und deren Energieverbrauch konnte dementsprechend nicht eingerechnet werden.

Bei den Krankenkassenprämien liegt Zürich knapp unter dem Schweizer Durchschnitt, so dass die Aufwendungen und daraus resultierende Umweltbelastungen hier durchschnittlich erscheinen.²²

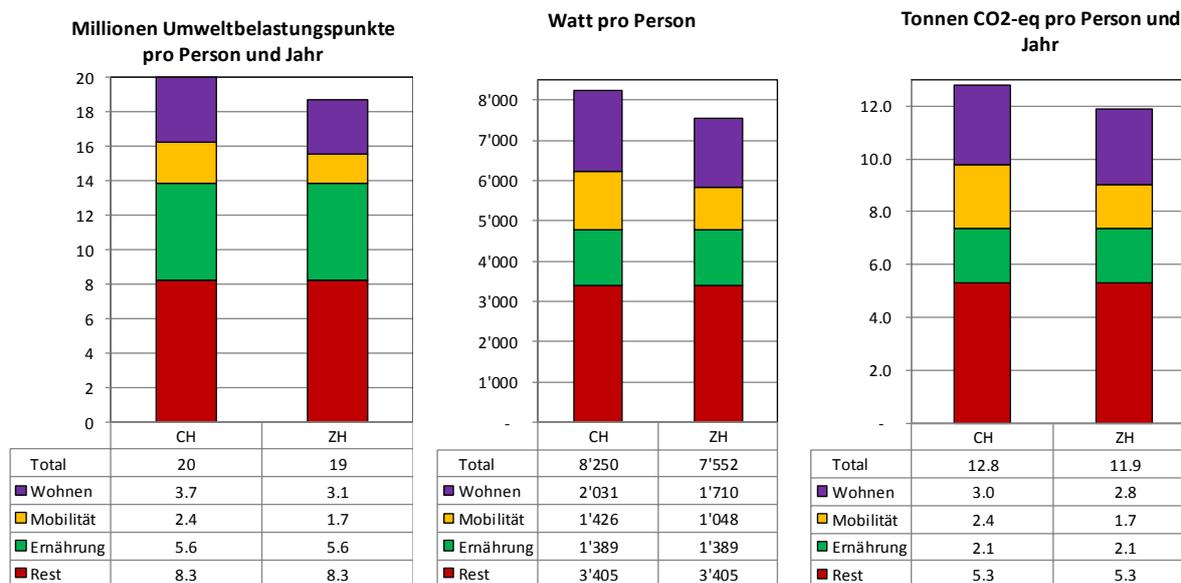


Fig. 5.7 Ausgangslage für die im Jahr 2005 durch den Konsum in der Schweiz und in Zürich verursachten Umweltbelastungen. Auswertung der Konsumbereiche Wohnen (Miete, Energie, Wasser und Entsorgung), Private Mobilität und Ernährung mit den Indikatoren Umweltbelastungspunkte, Primärenergiebedarf und Treibhausgasemissionen

²² www.praemien.admin.ch

6 Reduktionspotenziale für Umweltbelastung, Treibhausgasemissionen und Primärenergiebedarf

In diesem Kapitel wird im Sinne der Forschungsfrage 6 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; Jungbluth et al. 2012c), 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 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 bereits 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 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

6. Reduktionspotenziale für Umweltbelastung, Treibhausgasemissionen und Primärenergiebedarf

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.

Das Vorgehen wird vor Tab. 6.5 nochmals an Hand eines konkreten Beispiels erläutert.

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 | | |
|-------------------------------|------------------------------------|----------------------|-------------------------------------|------------------------------------|---------------|---------------|
| Vegetarische Ernährung | Wenn Untergliederung notwendig | Ernährung | Reduktionspotenzial | Gesamtpotenzial | Region | Quelle |
| 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.

6. Reduktionspotenziale für Umweltbelastung, Treibhausgasemissionen und Primärenergiebedarf

- 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 der Gemeindeordnung²³ der Stadt Zürich werden folgende Ziele der 2000-Watt-Gesellschaft verankert:

- a) eine Reduktion des Energieverbrauchs auf 2000 Watt Dauerleistung pro Einwohnerin oder Einwohner;
- b) eine Reduktion des CO₂-Ausstosses auf eine Tonne pro Einwohnerin oder Einwohner und Jahr;
- c) die Förderung der Energieeffizienz und der erneuerbaren Energiequellen.

Von den 2000 Watt pro Person sollen 1500 Watt aus erneuerbaren Quellen gedeckt werden (Schweizerischer Bundesrat 2002a, b).

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 errechnet (Frischknecht et al. 2008; Jungbluth et al. 2012a). 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 Stadt Zürich und die Schweiz zusammengefasst. In den wichtigen Bereichen Mobilität und Wohnen (Miete, Energie, Wasser und Entsorgung) sind die Umweltbelastungen in Zürich kleiner als im Schweizer Durchschnitt.

Im unteren Teil der Tab. 6.2 wird die Ausgangslage für die Schweiz dargestellt, wie sie in Kapitel 4, Tab. 4.1 sowie in Fig. 4.5 aufgezeigt wurde. Für die Berechnung wurde der Mittelwert der beiden Berechnungsansätze aus der Studie von Jungbluth et al. (2011b) verwendet.²⁴

²³ http://www.stadt-zuerich.ch/internet/as/home/inhaltsverzeichnis/1/101/Gemeindeordnung_der_Stadt_Zuerich/1294815760522.PdfFile.pdf/GO_11januar%20%20V11.pdf

²⁴ Falls eine einfachere Aufdatierung für verschiedene Referenzjahre gewünscht wäre, wäre es auch möglich nur mit dem Ansatz LCA&Aussenhandelstatistik zu rechnen. Dieser könnte einfacher für Folgejahre aufdatiert werden, bietet aber nicht direkt die Möglichkeit einer Aufteilung der Umweltbelastungen auf Konsumbereiche.

6. Reduktionspotenziale für Umweltbelastung, Treibhausgasemissionen und Primärenergiebedarf

Die Ausgangswerte für Primärenergiebedarf aus Fig. 4.5 wurden gemäss der Ausführungen in Kapitel 5 angepasst.

Die Reduktion der Umweltbelastungen in Zürich wurde gemäss verschiedener Auswertungen im Kapitel 5.1 und 5.2 für die Konsumbereiche Wohnen (Miete, Energie, Wasser und Entsorgung) und Mobilität bestimmt. Mit der dort errechneten prozentualen Reduktion in diesen Bereichen wurde neu die Ausgangslage für Zürich berechnet und wiederum auf Konsumbereiche aufgeteilt. Mobilität und Wohnen (Miete, Energie, Wasser und Entsorgung) sind dadurch anteilmässig weniger wichtig als in der Schweiz. Dafür haben alle anderen Konsumbereiche mehr Gewicht in der Gesamtbilanz.

Tab. 6.2 Bestimmung der Ausgangslage für Umweltbelastungen durch den Gesamtkonsum in der Stadt Zürich und in der Schweiz. Anteile des Konsums in den Bereichen Ernährung, Mobilität und Energie am Gesamt der gezeigten Umweltbelastungen pro Einwohner und Jahr (Bébié et al. 2009; Jungbluth et al. 2011b)

| Ausgangslage | Wohnen | Mobilität | Ernährung | Rest | Total (pro a+Pers.) | | Region | Quelle |
|----------------------------|--------|-----------|-----------|------|---------------------|------|--------|---|
| Umweltbelastung, ZH | 17% | 9% | 30% | 44% | 18'697'199 | UBP | ZH | Diese Studie |
| Primärenergieverbrauch, ZH | 23% | 14% | 18% | 45% | 7'552 | Watt | ZH | Diese Studie |
| CO ₂ -eq, ZH | 24% | 14% | 17% | 45% | 11.9 | t | ZH | Diese Studie |
| EinwohnerInnen | | | | | 366'809 | | ZH | Bébié 2009 |
| 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 |
| CO ₂ -eq, 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 bzw. in Zürich 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 Stadt Zürich sind über 90 % 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.

6. Reduktionspotenziale für Umweltbelastung, Treibhausgasemissionen und Primärenergiebedarf

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'Épinay et al. 1999; Lalive d'Épinay 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 m² 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.

Nach den Angaben aus ECORegion (2011) betrug die Gesamtwohnfläche in der Stadt Zürich 19'311'378 m² im Jahr 2005. Dies entspricht einer Wohnfläche von 52.65 m² pro Person. Bei einem gesamten Endenergieverbrauch von 13'393 TJ/a in Zürich für Wärme und Strom (vgl. Tab. 5.1) entspricht dies einem tatsächlichen Endenergiebedarf von 694 MJ/m²a. Für die Schweiz wurden im Jahr 2000 etwa 44 m² Wohnfläche pro Person ermittelt.²⁵ Bis ins Jahr 2009 stieg die Wohnfläche dann auf 50m² pro Person.²⁶

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.

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

²⁵ Retrieved from :<http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/02/06/ind13.indicator.130301.1370.html?open=1303#1303> (24.09.2011)

²⁶ http://www.sml.zhaw.ch/fileadmin/user_upload/management/zwp/forschung/pdf/20110823_ZHAW_SML_ZWP_Studie_Wohnungsknappheit-DEF.pdf

6. Reduktionspotenziale für Umweltbelastung, Treibhausgasemissionen und Primärenergiebedarf

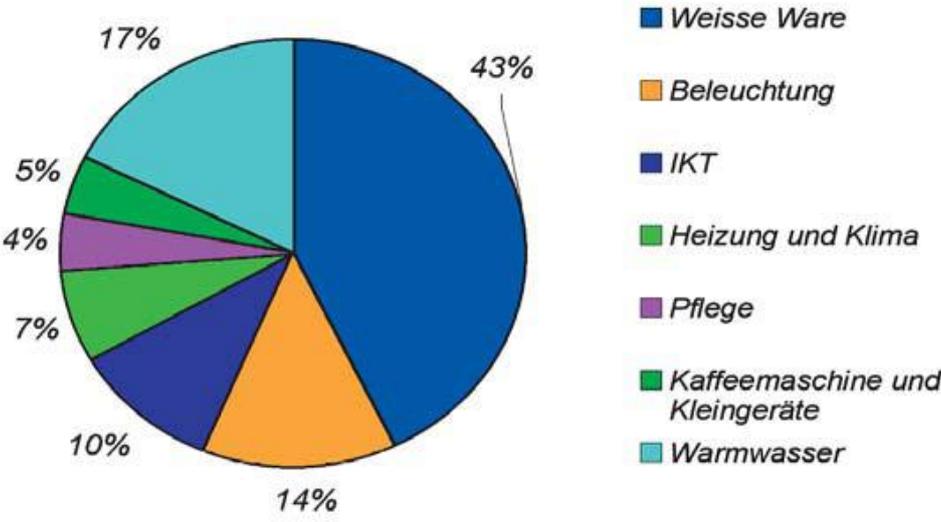


Fig. 6.1 Aufteilung des Haushaltstrombezuges nach Verwendungszweck (VSE 2006 in Gallati & Knüsel 2011: Abbildung 20:), IKT - Informations- und Kommunikationstechnologien, Pflege – Körperpflege z.B. Rasierer

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 Wohnen (Miete, Energie, Wasser und Entsorgung) | Heizenergie | Warmwasser | Elektrizität | Miete, Ver- und Entsorgung | Gesamt | Unit | Region | Quelle | Annahmen |
|---|--------------|--------------|--------------|----------------------------|-------------|---------------|-----------|-----------------------------------|--|
| Umweltbelastung, CH | 24.5% | 4.7% | 28.5% | 42.3% | | | CH | Eigene Berechnungen | |
| Umweltbelastung, ZH | 35.1% | 6.7% | 4.6% | 53.6% | | | ZH | Eigene Berechnungen | |
| Primärenergieverbrauch, CH | 45.7% | 8.7% | 44.0% | 1.6% | 1'281 | MJ/m2a | CH | Eigene Berechnungen | |
| Primärenergieverbrauch, ZH | 67.0% | 12.8% | 17.8% | 2.4% | 1'024 | MJ/m2a | ZH | Eigene Berechnungen | |
| | | | | | 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 |
| Endenergie | | | | | 713 | MJ/m2a | CH | Literatur und eigene Berechnungen | 50 m2 pro Person, Durchschnittlicher Endenergieverbrauch |
| | | | | | 693 | MJ/m2a | ZH | Literatur und eigene Berechnungen | 53 m2 pro Person, Durchschnittlicher Endenergieverbrauch |
| | 45-120 | | | | | MJ/m2a | CH | Dettli 2007 | Mnergie-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 |
| CO2-eq, CH | 59.5% | 11.3% | 12.3% | 16.9% | 61 | kg/m2a | CH | Eigene Berechnungen | Durchschnitt 2010 |
| CO2-eq, ZH | 69.7% | 13.3% | 1.2% | 15.8% | 54 | kg/m2a | ZH | Eigene Berechnungen | Durchschnitt 2010 |
| | | | | | 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 m² 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 gestellt²⁷. 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/m2a | Energiekennzahl Haushaltselektrizität MJ/m2a | 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 | www.minergie.ch |
| 288 | | MINERGIE SIA 380/1 (ab 7.02) Bauten vor 1990 | www.minergie.ch |
| 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).

Für Tab. 6.5 wird im Folgenden die allgemeine Methodik aus Kapitel Methodik 6.1 nochmals an Hand eines konkreten Beispiels mit Zahlen zur „Umweltbelastung, CH“ erläutert. Ausgangspunkt für die Abschätzung ist die Annahme, dass mit dem Minergie-P Standard die Energiekennzahl des Gebäudes im Vergleich zum Schweizer Durchschnitt um 60% reduziert

²⁷ Entspricht nicht der 2000-W Methodik

6. Reduktionspotenziale für Umweltbelastung, Treibhausgasemissionen und Primärenergiebedarf

werden kann. Die Energiekennzahl wirkt sich auf den Teilbereich „Wohnen, Energie, Wärme“ aus. D.h. sie beeinflusst die Umweltbelastungen durch Heizenergie und Warmwasser. Gemäss Tab. 6.3 haben diese einen Anteil von 24.5% bzw. 4.7% (= 29.2%) an der „Umweltbelastung, CH“ im Konsumbereich Wohnen (Miete, Energie, Wasser und Entsorgung). Das Reduktionspotential „Wohnen, Energie, Wärme“ von -17% entspricht der Multiplikation dieser Werte ($29.2\% \cdot -60\%$). Wird dieser Wert mit dem Anteil des Konsumbereiches Wohnen (Miete, Energie, Wasser und Entsorgung) an den Gesamtbelastungen multipliziert (19% gemäss Tab. 6.2) ergibt sich das Gesamtpotential von -3.3% für die mögliche Reduktion von Umweltbelastungen durch diese Massnahme.

Bei der Interpretation dieser Potenziale ist zu berücksichtigen, dass für den Wohnungsmarkt der Stadt Zürich mit mehr als 90% Mieter ein individueller Einfluss auf den energetischen Gebäudestandard nur sehr beschränkt möglich ist. Die Minergie Standards wirken 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 |
|-----------------------------------|---------------------------|-------------------------------|-----------------|-----------|---------------------------|---|
| Konsumbereich | | Wohnen, Energie, Wärme | | | | |
| Umweltbelastung, CH | -60% | -17% | -3.3% | CH | Schätzung | |
| Umweltbelastung, ZH | -60% | -25% | -4.2% | ZH | | Minergie-P (Öl/Solar) Sanierung bis 2050 |
| | | - 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 |
| Primärenergieverbrauch, CH | -70% | -38% | -9.4% | CH | Literatur | |
| Primärenergieverbrauch, ZH | -70% | -56% | -12.6% | ZH | | |
| | | -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% | | DE | Quack 2001 | Niedrigenergiehäuser im Vergleich zu Standard Neubau |
| | -81% - -94% | -50 - -80% | | CH | Binz et al. 2000 | Fallstudien zur umfassenden Sanierung verschiedener Wohngebäude |
| Endenergie | 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. |
| CO2-eq, CH | -70% | -50% | -11.7% | CH | Schätzung | |
| CO2-eq, ZH | -70% | -58% | -13.8% | ZH | | |
| | | -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. Holzheizungen, 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 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 CO₂-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 bzw. Zürcher Durchschnitt bei der Verwendung verschiedener Heizungssysteme abgeschätzt (Fig. 6.2).

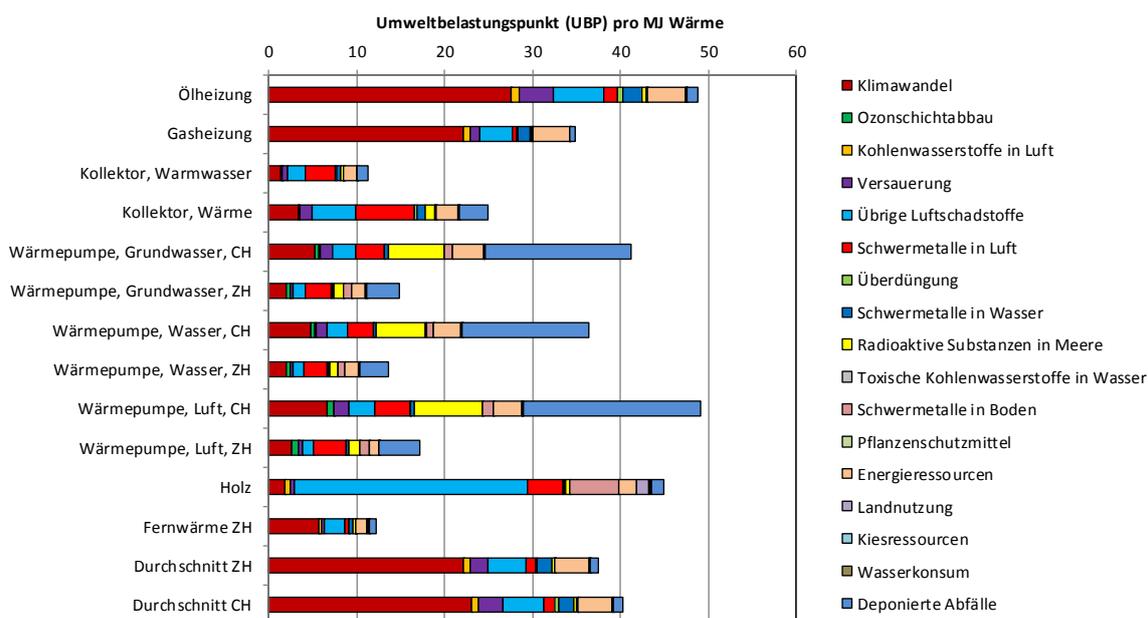


Fig. 6.2 Vergleich von Umweltbelastungen verschiedener System für die Bereitstellung von Raumwärme und Warmwasser sowie Durchschnittswerte für die Schweiz und Zürich

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

6. Reduktionspotenziale für Umweltbelastung, Treibhausgasemissionen und Primärenergiebedarf

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 |
|----------------------------|-------------|-------------------------------|-----------------|--------|----------------------|---|
| Konsumbereich | | Wohnen, Energie, Wärme | | | | |
| Umweltbelastung, CH | -9% | -8% | -1.6% | CH | Eigene Berechnung | Wärmepumpe, Wasser statt Durchschnitt |
| Umweltbelastung, ZH | -64% | -61% | -10.1% | ZH | Eigene Berechnung | Wärmepumpe, Wasser statt Durchschnitt |
| Primärenergieverbrauch, CH | -7% | -4% | -1.0% | CH | Eigene Berechnung | Wärmepumpe, Luft statt Durchschnitt |
| Primärenergieverbrauch, ZH | -53% | -42% | -9.6% | ZH | Eigene Berechnung | Wärmepumpe, Luft statt Durchschnitt |
| | -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 ₂ -eq, CH | -79% | -56% | -13.2% | CH | Eigene Berechnung | Wärmepumpe, Wasser statt Durchschnitt |
| CO ₂ -eq, ZH | -91% | -76% | -18.0% | ZH | Eigene Berechnung | Wärmepumpe, Wasser statt Durchschnitt |
| | -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 Klimäanderungspotenzial in kg CO₂-Äquivalenten (CO₂-eq) und der Primärenergiebedarf in kWh-Äquivalenten pro kWh Strom für den Schweizer Strommix, die unterschiedlichen Stromprodukte des ewz und den Strommix der Privatkunden des ewz²⁸ dargestellt (ewz 2010). Für die Berechnungen in dieser Studie wird der Strommix der Privatkunden des ewz verwendet, da dies dem effektiv in Zürich genutzten Strommix entspricht.

Auf Grund der deutlich besseren Bewertung des Strommixes ewz.naturpower verglichen mit dem Schweizer Strommix, ist die Umweltbelastung verursacht durch den Stromverbrauch in der Stadt Zürich deutlich geringer als im Schweizer Schnitt.

²⁸ Persönliche Mitteilung von Hans Abplanalp, ewz (29.09.2011)

6. Reduktionspotenziale für Umweltbelastung, Treibhausgasemissionen und Primärenergiebedarf

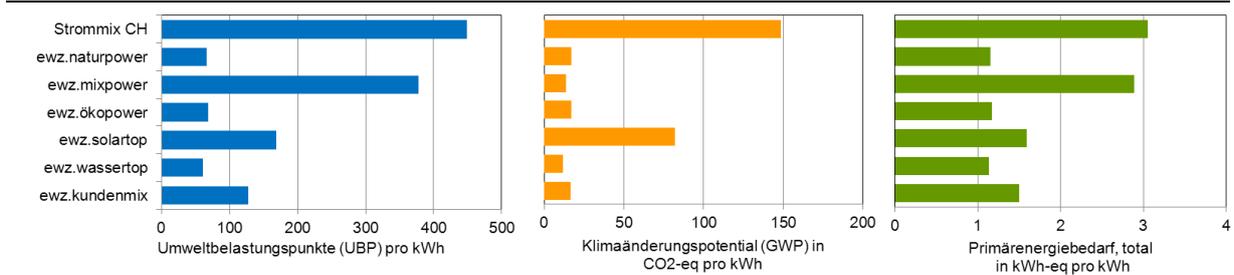


Fig. 6.3 Umweltbelastung in Umweltbelastungspunkten, Klimaänderungspotenzial in CO₂-Äquivalenten und Primärenergiebedarf in kWh-Äquivalenten pro kWh Strom für den Schweizer Strommix im Vergleich mit den Stromprodukten des ewz

Tab. 6.7 zeigt die Auswertung möglicher potenzieller Beiträge durch eine Umstellung der Stromversorgung. Das Reduktionspotenzial für die Stadt Zürich ist sehr gering aufgrund des umweltfreundlichen Strommixes ewz.naturpower des ewz, welcher an die Privatkunden geliefert wird. Das Stromprodukt ewz.naturpower verursacht aus Ökobilanzsicht dieselben Umweltbelastungen wie ewz.ökopower und ewz.wassertop, was auch gleichzeitig dem Optimum aus Umweltsicht entspricht, das von den Haushalten in Zürich bezogen werden kann. Beim der Stromproduktion des Stromprodukts ewz.ökopower sind aber zusätzliche Massnahmen wie die Passierbarkeit der Wasserkraftanlagen für Fische ein Kriterium, welche in Ökobilanzen zurzeit noch nicht bewertet werden. Der Bezug von ewz.ökopower ist ökologischer als der Bezug von ewz.naturpower, die Unterschiede können aber noch nicht quantifiziert werden. Für Zürich und die Schweiz wird angenommen, dass zur Reduktion der Umweltbelastungen statt dem Durchschnittsmix der Strommix ewz.naturpower bezogen wird. Durch die Liberalisierung des Strommarktes besteht das Risiko, dass sich der Zürcher Strommix verschlechtert.

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

| Ökostrom | Elektrizität | Reduktionspotenzial | Gesamtpotenzial | Region | Quelle | Annahmen |
|----------------------------|--------------|----------------------|-----------------|--------|-------------|----------------------|
| Konsumbereich | | Wohnen, Strom | | | | |
| Umweltbelastung, CH | -85.0% | -24.3% | -4.5% | CH | Abschätzung | zertifizierter Strom |
| Umweltbelastung, ZH | -48.0% | -2.2% | -0.4% | ZH | Abschätzung | zertifizierter Strom |
| Primärenergieverbrauch, CH | -62.0% | -27.3% | -6.7% | CH | Abschätzung | zertifizierter Strom |
| Primärenergieverbrauch, ZH | -23.0% | -4.1% | -0.9% | ZH | Abschätzung | zertifizierter Strom |
| CO ₂ -eq, CH | -89% | -10.9% | -2.6% | CH | Abschätzung | zertifizierter Strom |
| CO ₂ -eq, ZH | 3.0% | 0.0% | 0.0% | ZH | 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).

6. Reduktionspotenziale für Umweltbelastung, Treibhausgasemissionen und Primärenergiebedarf

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.

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 |
|-----------------------------------|----------------|----------------------|-----------------|-----------|--|---|
| Konsumbereich | | Wohnen, Strom | | | | |
| Umweltbelastung, CH | -50.0% | -14.3% | -2.7% | CH | Abschätzung | |
| Umweltbelastung, ZH | -50.0% | -2.3% | -0.4% | ZH | Abschätzung | Stromsparende Geräte und sparsames Verhalten |
| Primärenergieverbrauch, CH | -50.0% | -22.0% | -5.4% | CH | Literatur | |
| Primärenergieverbrauch, ZH | -50.0% | -8.9% | -2.0% | ZH | | |
| Endenergie | -33.3% | | | CH | Ratgeber Licht, WWF | Reduktion Strom für Licht von 750 auf 150 kWh mit guten Lampen |
| | -30% - -80% | | | CH | www.energieeffizienz.ch | Stromsparende Geräte im Vergleich zum Durchschnitt |
| | -50.0% | | | CH | www.energieetikette.ch | 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 |
| CO2-eq, CH | -50.0% | -6.1% | -1.5% | CH | Abschätzung | |
| CO2-eq, ZH | -50.0% | -0.6% | -0.1% | ZH | Abschätzung | |

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

| Energiesparendes Verhalten | Heizen | Rest | Reduktionspotenzial | Gesamtpotenzial | Region | Quelle | Annahmen |
|-----------------------------------|-------------|--------------|---------------------|-----------------|------------|--|--|
| Konsumbereich | | | Wohnen | | | | |
| Umweltbelastung, CH | | | -50% | -9.4% | CH | Abschätzung | |
| Umweltbelastung, ZH | | | -50% | -8.3% | ZH | Abschätzung | Weniger Wohnfläche, Mehrfamilienhaus, Verringerung Raumtemperatur und stossweises Lüften. |
| Primärenergieverbrauch, CH | -50% | -50% | -50% | -12.3% | CH | Literatur | |
| Primärenergieverbrauch, ZH | -50% | -50% | -50% | -11.3% | ZH | | |
| Endenergie | | -2%-20% | | | CH | www.tagesanzeiger.ch | 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. |
| CO2-eq, CH | | | -50.0% | -11.8% | CH | Abschätzung | |
| CO2-eq, ZH | | | -50.0% | -11.9% | ZH | Abschätzung | |

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).²⁹ 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.³⁰

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.

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. 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 beschritten und kombiniert werden:

- Verringerung der Wärmeverluste durch bauliche Massnahmen (Isolation, Passivsolarnutzung, Minergie-Standard).

²⁹ www.strom.ch/de/medien/medienmitteilungen/medienmitteilungen-detail/news/urbanisierung-beeinflusst-stromnachfrage-der-haushalte.html

³⁰ <http://www.tagesanzeiger.ch/schweiz/standard/Die-Pilotprojekte-mit-intelligenten-Stromzaehlern-sind-erfolgreich/story/24237627>

- 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 CO₂-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.

6. Reduktionspotenziale für Umweltbelastung, Treibhausgasemissionen und Primärenergiebedarf

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 |
|----------------------------|---------------------|-----------------|--------|-------------------|-----------------|
| Konsumbereich | Mobilität | | | | |
| Umweltbelastung, CH | -67.5% | -8.0% | CH | Eigene Berechnung | Bahn statt Auto |
| Umweltbelastung, ZH | -62.7% | -5.7% | ZH | Eigene Berechnung | Bahn statt Auto |
| Primärenergieverbrauch, CH | -64.4% | -11.1% | CH | | |
| Primärenergieverbrauch, ZH | -56.3% | -7.8% | ZH | | |
| CO ₂ -eq, CH | -79.1% | -15.0% | CH | | |
| CO ₂ -eq, ZH | -72.1% | -10.3% | ZH | | |

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 CO₂ Emissionen alleine zu erwarten wäre. Abschätzung hierzu weisen den direkten Emissionen aus dem Flug einen Faktor 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 |
|----------------------------|---------------------|-----------------|--------|-------------------|------------------------|
| Konsumbereich | Mobilität | | | | |
| Umweltbelastung, CH | -9.3% | -1.1% | CH | Eigene Berechnung | Verzicht aufs Flugzeug |
| Umweltbelastung, ZH | -13.2% | -1.2% | ZH | Eigene Berechnung | Verzicht aufs Flugzeug |
| Primärenergieverbrauch, CH | -11.6% | -2.0% | CH | | |
| Primärenergieverbrauch, ZH | -15.4% | -2.1% | ZH | | |
| CO ₂ -eq, CH | -13.6% | -2.6% | CH | | |
| CO ₂ -eq, ZH | -18.9% | -2.7% | ZH | | |

6.4.3 Sparsame Autos

Der gegenwärtige Emissionswert (ab Auspuff) in der Ökobilanz für Autos beträgt etwa 207 Gramm CO₂ pro Kilometer (Spielmann et al. 2007). Der durchschnittliche CO₂-Ausstoss aller in der Schweiz erhältlichen Fahrzeugtypen betrug im Jahr 2005 etwa 188 g/km.³¹ 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 CO₂-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.³² Die besten heute angebotenen Fahrzeuge erreichen 87 Gramm CO₂ pro Kilometer.³¹ Mit einem

³¹ <http://www.energieetikette.ch>, Zugriff am 24.8.2011.

³² <http://www.bfe.admin.ch/energie/00588/00589/00644/index.html?lang=de&msg-id=27089>, Zugriff am 24.8.2011.

6. Reduktionspotenziale für Umweltbelastung, Treibhausgasemissionen und Primärenergiebedarf

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 |
|----------------------------|---------------------|-----------------|--------|-------------------|--|
| Konsumbereich | Mobilität | | | | |
| Umweltbelastung, CH | -26.2% | -3.1% | CH | Eigene Berechnung | Sparsamstes Auto |
| Umweltbelastung, ZH | -24.3% | -2.2% | ZH | Eigene Berechnung | Sparsamstes Auto |
| Primärenergieverbrauch, CH | -26.4% | -4.6% | CH | | |
| Primärenergieverbrauch, ZH | -23.1% | -3.2% | ZH | | |
| Treibstoffverbrauch Auto | -53.7% | | CH | | Bestes Auto mit 3.3 l/100km statt etwa 8 l/100km |
| CO2-eq, CH | -31.8% | -6.0% | CH | | |
| CO2-eq, ZH | -29.0% | -4.2% | ZH | | |

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 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 |
|----------------------------|---------------------|-----------------|--------|---------|--|
| Konsumbereich | Mobilität | | | | |
| Umweltbelastung, CH | -100.0% | -11.9% | CH | Annahme | Keine Nutzung von Auto, Bahn, Flugzeug |
| Umweltbelastung, ZH | -100.0% | -9.2% | ZH | Annahme | Keine Nutzung von Auto, Bahn, Flugzeug |
| Primärenergieverbrauch, CH | -100.0% | -17.3% | CH | | |
| Primärenergieverbrauch, ZH | -100.0% | -13.9% | ZH | | |
| CO2-eq, CH | -100.0% | -18.9% | CH | | |
| CO2-eq, ZH | -100.0% | -14.3% | ZH | | |

Zahlen zu den Anteilen von Arbeitsweg und Freizeitverkehr am gesamten Verkehr in Zürich werden in Tab. 6.14 gezeigt. Damit lässt sich grob einschätzen, dass insbesondere beim Freizeitverkehr die höchsten spezifische Einsparpotenziale für Zürich 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 redu-

6. Reduktionspotenziale für Umweltbelastung, Treibhausgasemissionen und Primärenergiebedarf

zierten Anteils an den Gesamtdistanzen. Wenn z.B. auf das Pendeln verzichtet werden kann (18% Anteil) hat dies bezüglich Gesamtpotenzial eine Reduktion von etwa 2.1% zur Folge.

Tab. 6.14 Anteile verschiedener Verkehrsarten (Mobilität in Zahlen, Burger et al. 2010)

| Bereich | Anteil in % |
|--------------------|-------------|
| Freizeit | 51.7 |
| Arbeit | 18.0 |
| Einkaufen | 7.7 |
| Schule, Ausbildung | 3.3 |
| Übrige | 19.3 |

6.4.5 Elektroauto

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

Auf Grund des umweltfreundlichen Strommixes der Stadt Zürich, ist das Reduktionpotenzial für die Umweltbelastung im Falle der Stadt Zürich fünfmal grösser als beim Betrieb des Elektroautos mit dem Schweizer Strommix. Im Falle des Primärenergiebedarfs ist es das Dreifache während der Unterschied bei den Treibhausgasemissionen gering ist.

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 |
|----------------------------|---------------------|-----------------|--------|-------------------|---|
| Konsumbereich | Mobilität | | | | |
| Umweltbelastung, CH | -4.9% | -0.6% | CH | Eigene Berechnung | Nutzung von Elektroauto anstatt normalem Auto |
| Umweltbelastung, ZH | -18.0% | -1.6% | ZH | Eigene Berechnung | Nutzung von Elektroauto anstatt normalem Auto |
| Primärenergieverbrauch, CH | -8.7% | -1.5% | CH | Eigene Berechnung | |
| Primärenergieverbrauch, ZH | -57.4% | -8.0% | ZH | Eigene Berechnung | |
| CO2-eq, CH | -33.7% | -6.4% | CH | Eigene Berechnung | |
| CO2-eq, ZH | -36.5% | -5.2% | ZH | 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: 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 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. Bezüglich Umweltbelastungen gibt es nicht immer einen klaren Trend 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 konsumierten Nahrungsmittel. Eine regionale bzw. eigenständige Nahrungsmittelversorgung der Schweiz ist nur bei einer beträchtlichen Reduktion des Konsums von Fleisch und Eiern möglich. Der Anteil von Milchprodukten in der Ernährung könnte et-

6. Reduktionspotenziale für Umweltbelastung, Treibhausgasemissionen und Primärenergiebedarf

was 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 Nahrungsenergie³³ aus pflanzlichen und die restlichen 21.5% aus tierischen Produkten stammen. Statt der heute üblichen 1450 m² bis 2150 m² wären dann nur noch 410 m² 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. 6.16 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.

Tab. 6.16 Abschätzung zum potenziellen Beitrag eines regionalen Einkaufs zur Reduktion der Umweltbelastungen

| Regionale Ernährung | Reduktionspotenzial | Gesamtpotenzial | Region | Quelle | Annahmen |
|----------------------------|---------------------|-----------------|--------|--------------------------|--|
| Konsumbereich | Ernährung | | | | |
| Umweltbelastung, CH | -1.0% | -0.3% | CH | Diese Studie | |
| Umweltbelastung, ZH | -1.0% | -0.3% | ZH | Diese Studie | Verzicht auf Flugware |
| | -1.3% | | CH | Eigene Berechnung | Verzicht auf Flugtransporte |
| Primärenergieverbrauch, CH | -1.0% | -0.2% | CH | Eigene Berechnung | |
| Primärenergieverbrauch, ZH | -1.0% | -0.2% | ZH | Eigene Berechnung | |
| | 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 |
| CO ₂ -eq, CH | -5.0% | -0.8% | CH | Eigene Berechnung | |
| CO ₂ -eq, ZH | -5.0% | -0.9% | ZH | Eigene Berechnung | |
| | -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 Konsumentenscheidung 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 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). Zu beachten ist, dass im Frühling auch bei Tomaten eine Erhöhung der Umweltbelastungen durch Produkte aus dem beheizten Gewächshaus zu beobachten ist. Diese werden aber in diesem Beispiel nicht eingeflogen.

³³ In Nahrungsmitteln enthaltene Energie, die meistens in der Einheit Kilokalorien (kcal) angegeben wird.

6. Reduktionspotenziale für Umweltbelastung, Treibhausgasemissionen und Primärenergiebedarf

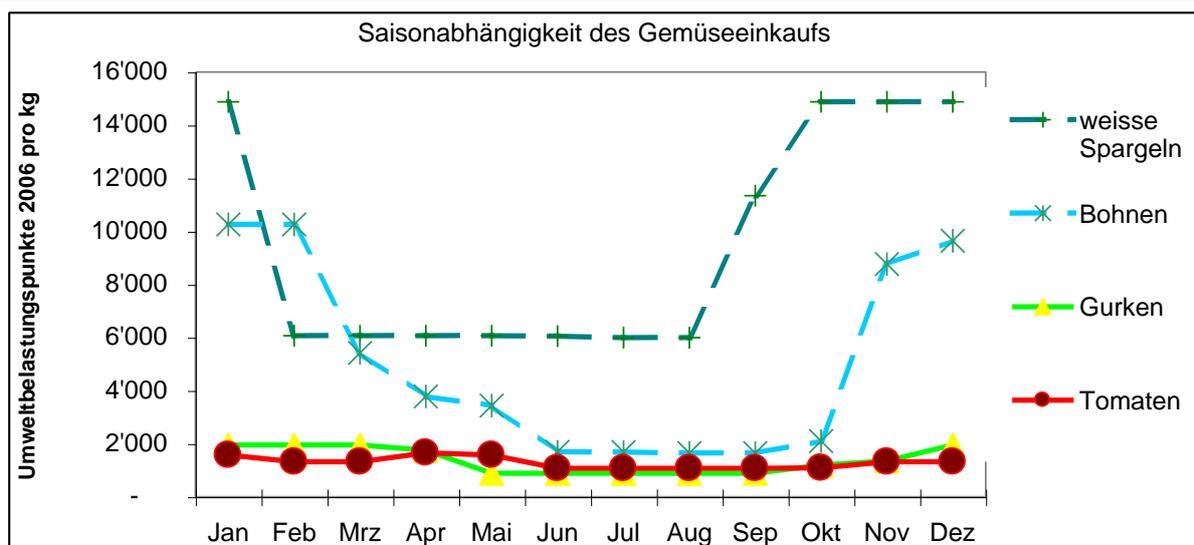


Fig. 6.4 Umweltbelastungen für vier Sorten Gemüse nach Kalendermonaten (in Umweltbelastungspunkten pro Kilo Gemüse), Eigene Berechnung

Tab. 6.17 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. 6.17 Abschätzung zum potenziellen Beitrag einer saisonalen Ernährung zur Reduktion der Umweltbelastungen

| Saisonale Ernährung | Reduktionspotenzial | Gesamtpotenzial | Region | Quelle | Annahmen |
|----------------------------|---------------------|-----------------|--------|--------------------------|---|
| Konsumbereich | Ernährung | | | | |
| Umweltbelastung, CH | -0.7% | -0.2% | CH | Diese Studie | |
| Umweltbelastung, ZH | -0.7% | -0.2% | ZH | Diese Studie | Verzicht auf Gewächshausgemüse |
| | -0.7% | | CH | Diese Studie | Anteil Gewächshaus um 90% reduziert |
| Primärenergieverbrauch, CH | -2.0% | -0.3% | CH | Schätzung | |
| Primärenergieverbrauch, ZH | -2.0% | -0.4% | ZH | | |
| | -2.0% | | CH | Diese Studie | 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) |
| CO2-eq, CH | -2.0% | -0.3% | CH | Schätzung | Schätzung |
| CO2-eq, ZH | -2.0% | -0.3% | ZH | | |
| | -2.0% | | CH | Diese Studie | 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. 5.6). 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.

6. Reduktionspotenziale für Umweltbelastung, Treibhausgasemissionen und Primärenergiebedarf

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).

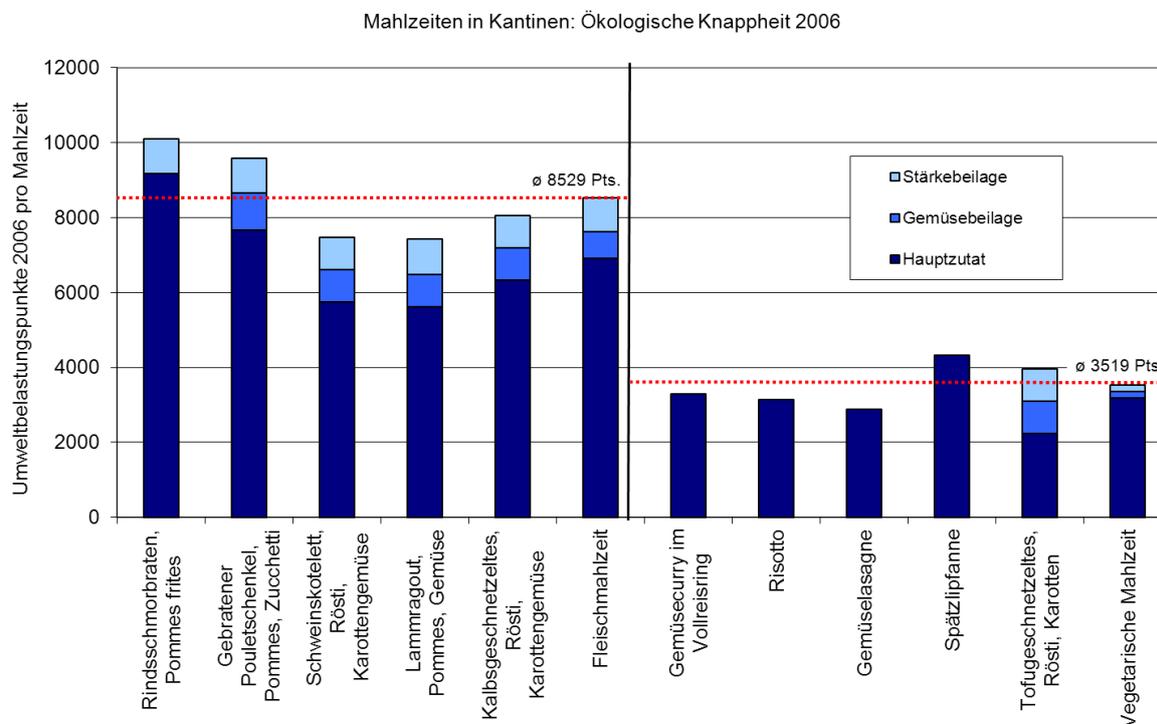


Fig. 6.5 Vergleich der Umweltbelastungen von fleischhaltigen und vegetarischen Kantinenmahlzeiten.

Tab. 6.18 zeigt die detaillierte Literatursauswertung 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.

6. Reduktionspotenziale für Umweltbelastung, Treibhausgasemissionen und Primärenergiebedarf

Tab. 6.18 Auswertung zum potenziellen Beitrag bei einer vegetarischen Ernährung zur Reduktion der Umweltbelastungen

| Vegetarische Ernährung | Reduktionspotenzial | Gesamtpotenzial | Region | Quelle | Annahmen |
|-----------------------------------|---------------------|-----------------|-----------|--------------------------|---|
| Konsumbereich | Ernährung | | | | |
| Umweltbelastung, CH | -35.0% | -9.8% | CH | Schätzung | |
| Umweltbelastung, ZH | -35.0% | -10.5% | ZH | | Verzicht auf Fleisch |
| | -44.0% | | CH | Diese Studie | Verzicht auf tierische Produkte |
| | -58.7% | | CH | Leuenberger 2009 | Vegi-Mahlzeit statt Fleisch |
| Primärenergieverbrauch, CH | -35.0% | -5.9% | CH | | Verzicht auf Fleisch |
| Primärenergieverbrauch, ZH | -35.0% | -6.4% | ZH | | |
| | -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 |
| CO2-eq, CH | -35.0% | -5.6% | CH | | Verzicht auf Fleisch |
| CO2-eq, ZH | -35.0% | -6.1% | ZH | | |
| | -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. 5.6 verwendet. Durch den vollständigen Verzicht auf diese Produkte können die in Tab. 6.19 aufgezeigten Potenziale ausgeschöpft werden.

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

Tab. 6.19 Auswertung zum potenziellen Beitrag bei einem Verzicht auf Genussmittel zur Reduktion der Umweltbelastungen

| Bewusster Genuss | Reduktionspotenzial | Gesamtpotenzial | Region | Quelle | Annahmen |
|-----------------------------------|---------------------|-----------------|-----------|----------------------|---|
| Konsumbereich | Ernährung | | | | |
| Umweltbelastung, CH | -19.0% | -5.3% | CH | Grobschätzung | |
| Umweltbelastung, ZH | -19.0% | -5.7% | ZH | | Verzicht auf Alkohol, Kaffee, Schokolade |
| | -19.0% | | CH | Diese Studie | Verzicht auf Alkohol, Kaffee, Schokolade |
| Primärenergieverbrauch, CH | -12.0% | -2.0% | CH | | |
| Primärenergieverbrauch, ZH | -12.0% | -2.2% | ZH | | |
| | -12.0% | | CH | Diese Studie | Verzicht auf Alkohol, Kaffee, Schokolade |
| CO2-eq, CH | -10.0% | -1.6% | CH | | |
| CO2-eq, ZH | -10.0% | -1.7% | ZH | | |
| | -10.0% | | CH | Diese Studie | 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:³⁴

- Biologische Produktion gemäss Bio-Suisse (BIO) bzw. Migros Bio³⁵
- IP-Suisse Label³⁶
- Integrierte Produktion (IP)
- ÖLN - ökologischer Leistungsnachweis (wird von allen drei vorgenannten Produktionsweisen in der Regel erfüllt)³⁷
- 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

³⁴ Email Auskunft von Thomas Kägi, agroscope, 30.7.2008.

³⁵ Siehe hierzu <http://www.bio-suisse.ch>.

³⁶ Siehe hierzu <http://www.ipsuisse.ch/?id=214>, 30.7.2008.

³⁷ 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 (Schweizerischer Bauernverband 2007). Diese Daten wurden mit Ökobilanzdaten verknüpft, die jeweils den gesamten Lebenszyklus des landwirtschaftlichen Produktes (ohne Konsum) abbilden (Jungbluth et al. 2012b). 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).

6. Reduktionspotenziale für Umweltbelastung, Treibhausgasemissionen und Primärenergiebedarf

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.

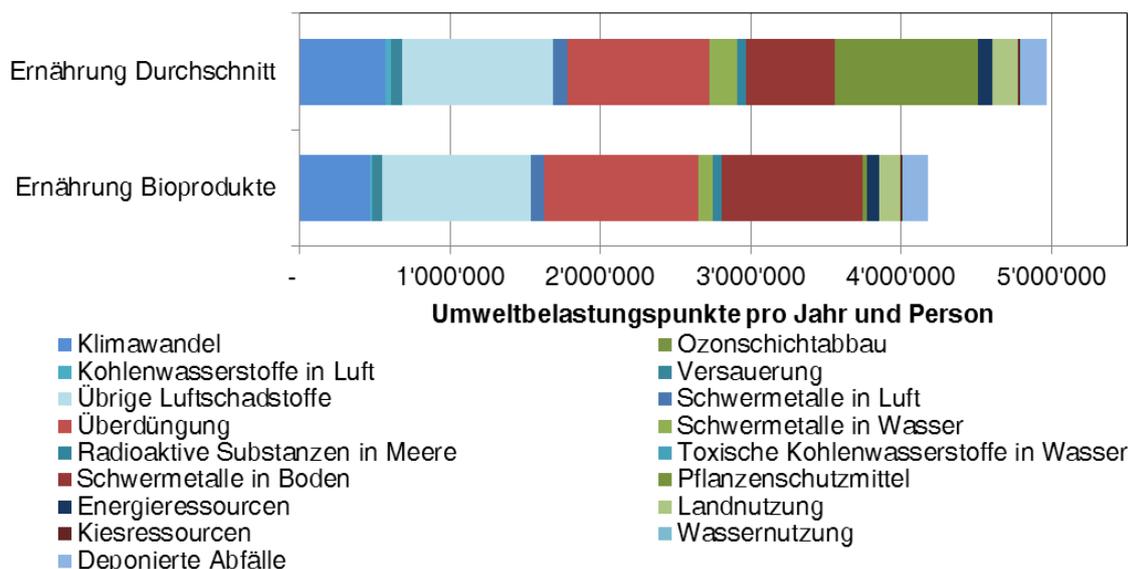


Fig. 6.6 Vergleich von Bio- und IP-Produkten mit verschiedenen Wirkungskategorien der Methode der ökologischen Knappheit

Fig. 6.7 zeigt die direkte Gegenüberstellung für einzelne Produktgruppen. Tierische Produkte haben in dieser Gegenüberstellung erwartungsgemäss das grösste Gewicht. Bioprodukte schneiden bei einer Bewertung mit der Methode der ökologischen Knappheit besser ab. Als nächstwichtigste 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.

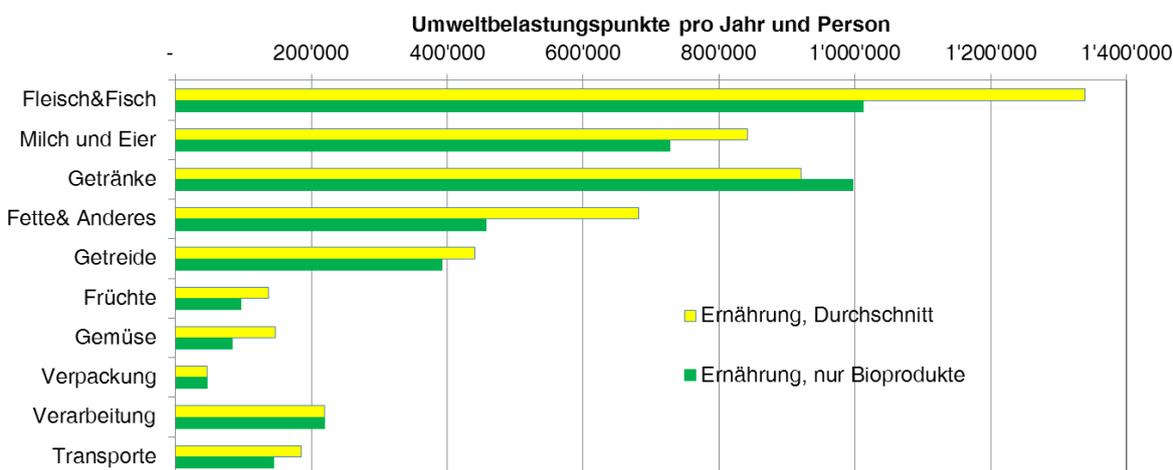


Fig. 6.7 Vergleich von Bio- und IP-Produkten mit dem Anteil von verschiedenen Produktkategorien

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

6. Reduktionspotenziale für Umweltbelastung, Treibhausgasemissionen und Primärenergiebedarf

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.

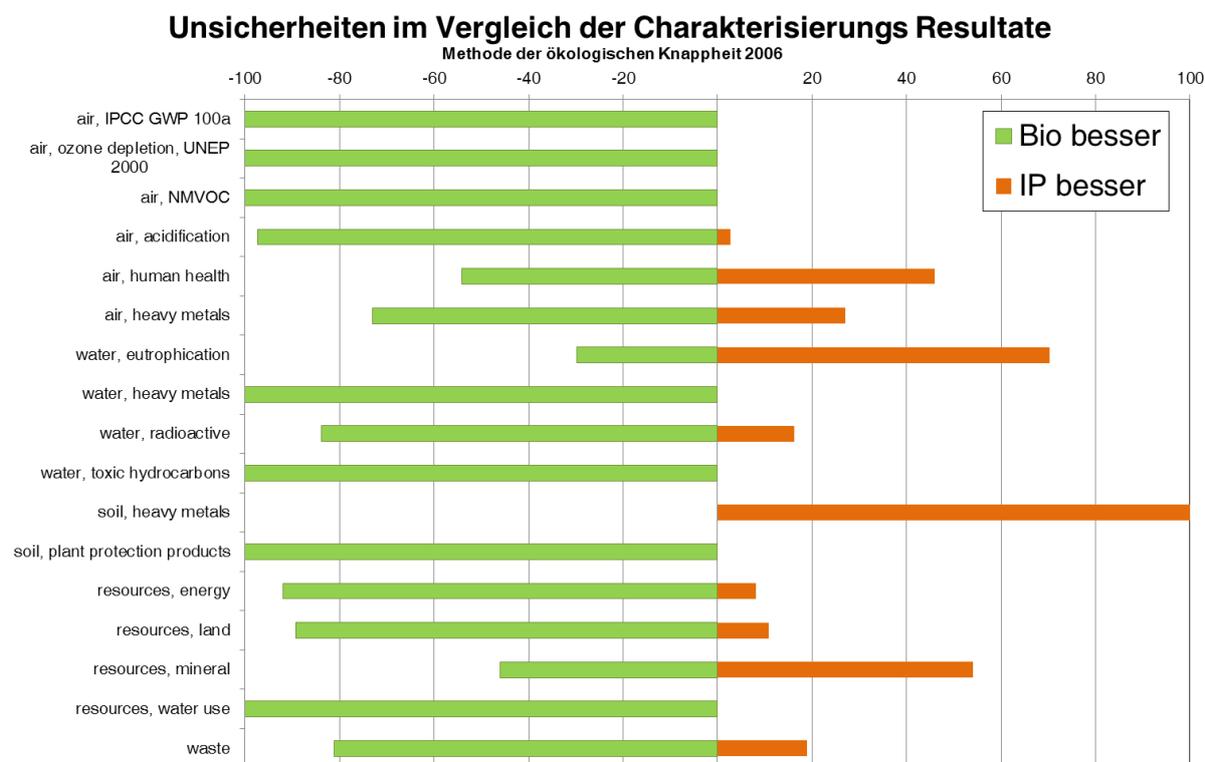


Fig. 6.8 Monte-Carlo Unsicherheitsanalyse für den Vergleich des durchschnittlichen Konsums von Bioprodukten mit IP-Produkten. Angaben in Prozent der Berechnungen (Wahrscheinlichkeit) die zu einem Vorteil für eine Variante führen.

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. 6.20 zusammengefasst (Faist 2000; Griebhammer et al. 2010; Jungbluth et al. 2003; Mäder et al. 2002; Seemüller 2001; Taylor 2000).

6. Reduktionspotenziale für Umweltbelastung, Treibhausgasemissionen und Primärenergiebedarf

Tab. 6.20 Abschätzung zum potenziellen Beitrag einer Ernährung mit Bioprodukten zur Reduktion der Umweltbelastungen

| Bioprodukte | Reduktionspotenzial | Gesamtpotenzial | Region | Quelle | Annahmen |
|----------------------------|---------------------|-----------------|--------|-------------------|---|
| Konsumbereich | Ernährung | | | | |
| Umweltbelastung, CH | -15.9% | -4.5% | CH | Eigene Berechnung | |
| Umweltbelastung, ZH | -15.9% | -4.8% | ZH | | Bioproduktion, kein Gewächshaus und Flugware, zusätzliche Transporte |
| Primärenergieverbrauch, CH | -6.2% | -1.0% | CH | Eigene Berechnung | Bioproduktion, kein Gewächshaus und Flugware, zusätzliche Transporte |
| Primärenergieverbrauch, ZH | -6.2% | -1.1% | ZH | | |
| | -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. |
| CO2-eq, CH | -18.2% | -2.9% | CH | Eigene Berechnung | Bioproduktion, kein Gewächshaus und Flugware, zusätzliche Transporte |
| CO2-eq, ZH | -18.2% | -3.2% | ZH | | |
| | -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 |
| Landnutzung | 18.8% | | CH | Eigene Berechnung | Fast ausschliesslich Bioproduktion |
| | 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 Verderb

Im gesamten Lebenszyklus von Lebensmitteln kommt es zum Verderb von essbaren Waren.³⁸ Deshalb sind die zum Konsum zur Verfügung stehenden Lebensmittelmengen 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 verdorbener Lebensmittel wurden kürzlich publiziert (Tab. 6.21). Dabei wird die bei den Konsumenten verdorbene Menge in West-Europa mit etwa 95-115 kg pro Person und Jahr abgeschätzt. Im gesamten Lebenszyklus gehen 280-300 kg/Jahr verloren. Dies entspricht etwa 32% der produzierten Nahrungsmittelmenge (Gustavsson et al. 2011). Für die Schweiz würde sich ein Reduktionspotenzial von etwa 15% ergeben, wenn keine Verluste bei den Konsumenten mehr anfallen.

In einer anderen Studie werden die durchschnittlichen Lebensmittelverluste 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.

³⁸ http://www.beobachter.ch/natur/natuerlich-leben/lebensmittel-ernaehrung/artikel/esswaren-im-muell_das-wegwerf-system/

6. Reduktionspotenziale für Umweltbelastung, Treibhausgasemissionen und Primärenergiebedarf

Tab. 6.21 Verluste im Lebenszyklus von Nahrungsmitteln (Gustavsson et al. 2011)

| Europa | Landwirtschaft | Nach der Ernte | Verarbeitung | Distribution | Konsum | Total |
|--------------------|----------------|----------------|--------------|--------------|--------|-------|
| Getreide | 2% | 4% | 5% | 2% | 25% | 34% |
| Rüben und Knollen | 20% | 9% | 15% | 7% | 17% | 52% |
| Ölsamen | 10% | 1% | 5% | 1% | 4% | 20% |
| Früchte und Gemüse | 20% | 5% | 2% | 10% | 19% | 46% |
| Fleisch | 3% | 1% | 5% | 4% | 11% | 22% |
| Fisch | 9% | 1% | 6% | 9% | 11% | 31% |
| Milchprodukte | 4% | 1% | 1% | 1% | 7% | 12% |

Die gezeigten Zahlen werden in folgender Grafik anschaulich dargestellt.

Nahrungsmittel in Europa: Ein riesiger Anteil wird zu Ausschussware

Erstreckend: 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.*

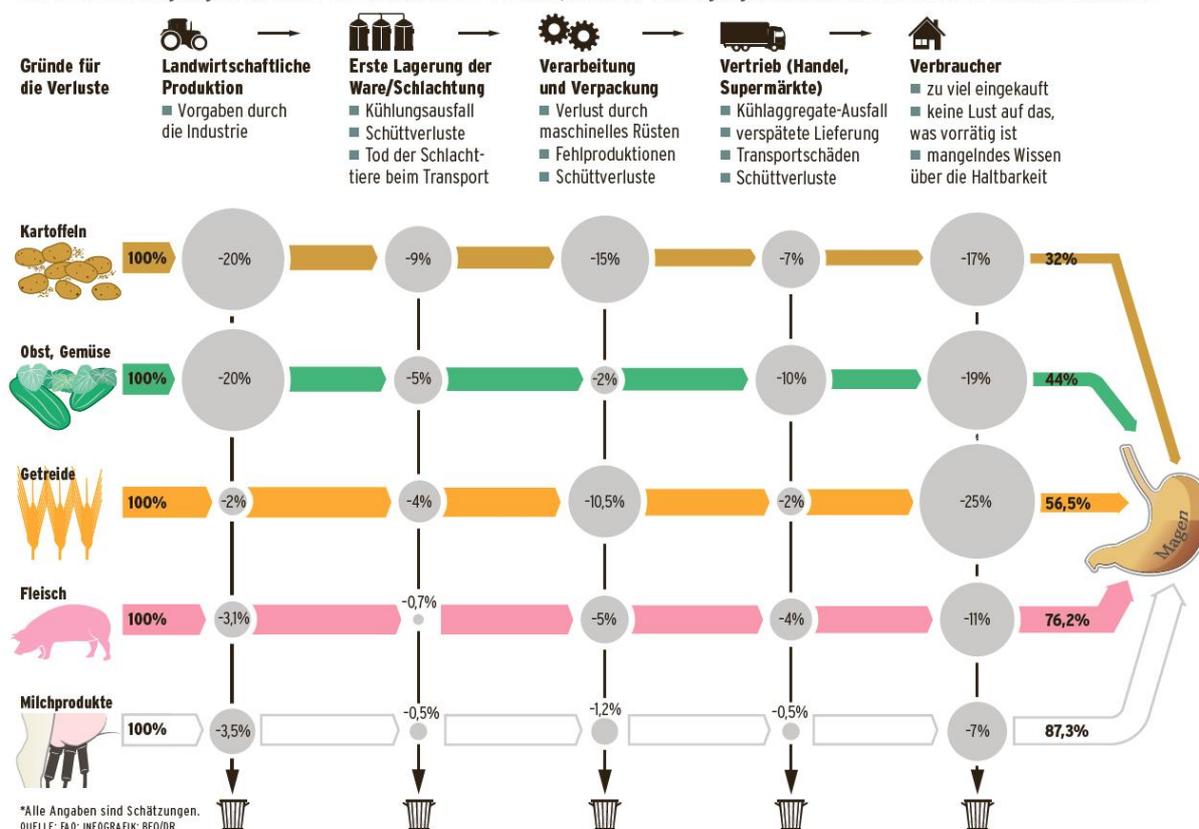


Fig. 6.9 Ausschussware im Lebenszyklus von Lebensmitteln (Beobachter³⁹)

Das Reduktionspotenzial wird in Tab. 6.22 abgeschätzt. Dabei wird (als Best-Case) davon ausgegangen, dass beim Konsumenten keine Verluste mehr auftreten. Dies bedeutet z.B. dass alle Lebensmittel rechtzeitig vor dem Verfallsdatum gegessen werden oder das gekaufte Lebensmittel vollständig gegessen werden (keine Tellerreste und Zubereitung nur der tatsächlich konsumierten Menge).

³⁹ <http://www.beobachter.ch/natur/natuerlich-leben/lebensmittel-ernaehrung/artikel/esswaren-im-muell-das-wegwerf-system/>

6. Reduktionspotenziale für Umweltbelastung, Treibhausgasemissionen und Primärenergiebedarf

Tab. 6.22 Abschätzung zum potenziellen Beitrag bei der Vermeidung von Lebensmittelverlusten zur Reduktion der Umweltbelastungen

| Weniger Nahrungsmittelabfälle | Reduktionspotenzial | Gesamtpotenzial | Region | Quelle | Annahmen |
|-------------------------------|---------------------|-----------------|--------|------------------------|---------------------------------------|
| Konsumbereich | Ernährung | | | | |
| Umweltbelastung, CH | -10.9% | -3.0% | CH | Gustavsson et al. 2011 | Keine Verluste beim Konsumenten |
| Umweltbelastung, ZH | -10.9% | -3.3% | ZH | Gustavsson et al. 2011 | Keine Verluste beim Konsumenten |
| | -21.8% | -6.1% | CH | Gustavsson et al. 2011 | Keine Verluste im ganzen Lebenszyklus |
| Primärenergieverbrauch, CH | -10.1% | -1.7% | CH | Gustavsson et al. 2011 | Keine Verluste beim Konsumenten |
| Primärenergieverbrauch, ZH | -10.1% | -1.9% | ZH | Gustavsson et al. 2011 | Keine Verluste beim Konsumenten |
| | -21.8% | -3.7% | CH | Gustavsson et al. 2011 | Keine Verluste im ganzen Lebenszyklus |
| CO2-eq, CH | -10.4% | -1.7% | CH | Gustavsson et al. 2011 | Keine Verluste beim Konsumenten |
| CO2-eq, ZH | -10.4% | -1.8% | ZH | Gustavsson et al. 2011 | Keine Verluste beim Konsumenten |
| | -23.2% | -3.7% | 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 ≥ 25 auf. Eine Untersuchung aus dem Jahr 2011 gibt den Anteil der Übergewichtigen Schweizer sogar mit 53% an.⁴⁰ 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).⁴¹ In Relation zum Normalgewicht (BMI ≤ 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. 6.23).

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.⁴² 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. 6.23 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.

⁴⁰ <http://www.sonntagszeitung.ch/nachrichten/artikel-detailseiten/?newsid=197567>

⁴¹ http://www.baq.admin.ch/themen/ernaehrung_bewegung/05207/05218/05232/index.html?lang=de, 12.9.2011

⁴² http://www.baq.admin.ch/themen/ernaehrung_bewegung/11660/11662/11663/index.html?lang=de

6. Reduktionspotenziale für Umweltbelastung, Treibhausgasemissionen und Primärenergiebedarf

Tab. 6.23 Abschätzung zum potenziellen Beitrag bei Einhaltung des Normalgewichtes zur Reduktion der Umweltbelastungen

| Diät | Reduktionspotenzial | Gesamtpotenzial | Region | Quelle | Annahmen |
|----------------------------|---------------------|-----------------|--------|---------------|---------------------------------|
| Konsumbereich | Ernährung | | | | |
| Umweltbelastung, CH | -4.9% | -1.4% | CH | Grobschätzung | BMI <= 25 für Gesamtbevölkerung |
| Umweltbelastung, ZH | -4.9% | -1.5% | ZH | | BMI <= 25 für Gesamtbevölkerung |
| Primärenergieverbrauch, CH | -4.9% | -0.8% | CH | | |
| Primärenergieverbrauch, ZH | -4.9% | -0.9% | ZH | | |
| CO2-eq, CH | -4.9% | -0.8% | CH | | |
| CO2-eq, ZH | -4.9% | -0.8% | ZH | | |

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.⁴³ 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 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 genau bestimmt werden, liegt aber für die Raucher bei schätzungsweise einigen Prozent bezogen auf den Konsum von Nahrungsmitteln.

Zusätzliche Einsparungen durch verringerte Aufwendungen im Gesundheitswesen könnten in einer Berechnung des Reduktionspotenzials ebenfalls berücksichtigt werden. Das BAG veröffentlicht hierzu folgende Zahlen:⁴⁴ „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.,

⁴³ <http://www.rauchstoppzentrum.ch/0189fc92f11229701/index.html> am 12.9.2011

⁴⁴ <http://www.bag.admin.ch/themen/drogen/00041/00611/01744/index.html?lang=de>

3. Kauf von Bioprodukten,
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.⁴⁵ 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. 6.24 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).⁴⁶ Wird jedoch beim Fisch auch berücksichtigt welche Menge nachhaltig gefangen werden kann ist ein Konsum nur einmal pro Monat⁴⁷ 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 das grösste Potenzial für die Reduktion von Umweltbelastungen aus der Ernährung. Nur dadurch wäre auch eine flächendeckende Umstellung auf biologische Landwirtschaft möglich, die dann

⁴⁵ 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>).

⁴⁶ 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.

⁴⁷ 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>.

6. Reduktionspotenziale für Umweltbelastung, Treibhausgasemissionen und Primärenergiebedarf

auch zu den entsprechenden positiven Effekten insbesondere im Hinblick auf die direkte Beeinflussung der Biodiversität führen könnte. 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. 6.24 Abschätzung zum maximalen potenziellen Beitrag einer ökologisch optimierten Ernährung (Vollwerternährung bzw. umwelt- und gesundheitsbewusst) zur Reduktion der Umweltbelastungen

| Umwelt- und Gesundheitsbewusst | Reduktionspotenzial | Gesamtpotenzial | Region | Quelle | Annahmen |
|--------------------------------|---------------------|-----------------|--------|------------------------------|---|
| Konsumbereich | Ernährung | | | | |
| Umweltbelastung, CH | -45.0% | -12.6% | CH | Schätzung | |
| Umweltbelastung, ZH | -45.0% | -13.5% | ZH | | Tierische Produkte und Genussmittel reduziert, kein Gewächshausgemüse und Flugware |
| Primärenergieverbrauch, CH | -45.0% | -7.6% | CH | | Tierische Produkte und Genussmittel reduziert, kein Gewächshausgemüse und Flugware |
| Primärenergieverbrauch, ZH | -45.0% | -8.3% | ZH | | |
| | -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. |
| CO2-eq, CH | -40.0% | -6.4% | CH | | Tierische Produkte und Genussmittel reduziert, kein Gewächshausgemüse und Flugware |
| CO2-eq, ZH | -40.0% | -6.9% | ZH | | |
| | -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. 6.25 zeigt als Antwort zu Forschungsfragen 6 „*Welches ist das «Idealverhalten» im Hinblick auf die 2000-Watt-Gesellschaft? 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 bzw. Stadtzürcher Durchschnitt. Unter Annahmen wird in Tab. 6.25 die Option für die Umweltbelastungen erklärt. Unter Umständen wurden bei anderen Indikatoren unterschiedliche Annahmen zu Grunde gelegt, welche im entsprechenden Kapitel bereits erklärt wurden.

6. Reduktionspotenziale für Umweltbelastung, Treibhausgasemissionen und Primärenergiebedarf

In einer ersten 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.

In Tab. 6.26 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.

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 6.8 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

6. Reduktionspotenziale für **Umweltbelastung, Treibhausgasemissionen und Primärenergiebedarf**

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. 6.25 Gesamtpotenzial für die Reduktion der totalen Umweltbelastungen bei verschiedenen Optionen für KonsumentInnen

| Gesamtpotenzial | Umweltbelastung, CH | Umweltbelastung, ZH | CO2-eq, CH | CO2-eq, ZH | Primärenergieverbrauch, CH | Primärenergieverbrauch, ZH | Konsumbereich | Annahmen |
|--------------------------------|---------------------|---------------------|---------------|---------------|----------------------------|----------------------------|------------------------|---|
| Umwelt- und Gesundheitsbewusst | -12.6% | -13.5% | -6.4% | -6.9% | -7.6% | -8.3% | Ernährung | Tierische Produkte und Genussmittel reduziert, kein Gewächshausgemüse und Flugware |
| Vegetarische Ernährung | -9.8% | -10.5% | -5.6% | -6.1% | -5.9% | -6.4% | Ernährung | Verzicht auf Fleisch |
| Bewusster Genuss | -5.3% | -5.7% | -1.6% | -1.7% | -2.0% | -2.2% | Ernährung | Verzicht auf Alkohol, Kaffee, Schokolade |
| Bioprodukte | -4.5% | -4.8% | -2.9% | -3.2% | -1.0% | -1.1% | Ernährung | Bioproduktion, kein Gewächshaus und Flugware, zusätzliche Transporte |
| Weniger Nahrungsmittelabfälle | -3.1% | -3.3% | -1.6% | -1.7% | -1.7% | -1.8% | Ernährung | Keine Verluste beim Konsumenten |
| Diät | -1.4% | -1.5% | -0.8% | -0.8% | -0.8% | -0.9% | Ernährung | BMI <= 25 für Gesamtbevölkerung |
| Regionale Ernährung | -0.3% | -0.3% | -0.8% | -0.9% | -0.2% | -0.2% | Ernährung | Verzicht auf Flugware |
| Saisonale Ernährung | -0.2% | -0.2% | -0.3% | -0.3% | -0.3% | -0.4% | Ernährung | Verzicht auf Gewächshausgemüse |
| Mobil mit eigener Kraft | -11.9% | -9.2% | -18.9% | -14.3% | -17.3% | -13.9% | Mobilität | Keine Nutzung von Auto, Bahn, Flugzeug |
| Öffentlicher Verkehr | -8.0% | -5.7% | -15.0% | -10.3% | -11.1% | -7.8% | Mobilität | Bahn statt Auto |
| Elektroauto zertifiziert | -3.5% | 0.0% | -11.5% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | Mobilität | Nutzung von Elektroauto betrieben mit zertifiziertem Strom anstatt normalem Auto |
| Sparsamstes Auto | -3.1% | -2.2% | -6.0% | -4.2% | -4.6% | -3.2% | Mobilität | Sparsamstes Auto |
| Ohne Fliegen | -1.1% | -1.2% | -2.6% | -2.7% | -2.0% | -2.1% | Mobilität | Verzicht aufs Flugzeug |
| Elektroauto | -0.6% | -1.6% | -6.4% | -5.2% | -1.5% | -8.0% | Mobilität | Nutzung von Elektroauto anstatt normalem Auto |
| Energiesparendes Verhalten | -9.4% | -8.3% | -11.8% | -11.9% | -12.3% | -11.3% | Wohnen | Weniger Wohnfläche, Mehrfamilienhaus, Verringerung Raumtemperatur und stossweises Lüften. |
| MINERGIE-P Standard | -3.3% | -4.2% | -11.7% | -13.8% | -9.4% | -12.6% | Wohnen, Energie, Wärme | Minergie-P (Öl/Solar) Sanierung bis 2050 |
| Wärmepumpe | -1.6% | -10.1% | -13.2% | -18.0% | -1.0% | -9.6% | Wohnen, Energie, Wärme | Wärmepumpe, Wasser statt Durchschnitt |
| Ökostrom | -4.5% | -0.4% | -2.6% | 0.0% | -6.7% | -0.9% | Wohnen, Strom | zertifizierter Strom |
| sparsame Haushaltsgeräte | -2.7% | -0.4% | -1.5% | -0.1% | -5.4% | -2.0% | Wohnen, Strom | Stromsparende Geräte und sparsames Verhalten |
| Maximum | -12.6% | -13.5% | -18.9% | -18.0% | -17.3% | -13.9% | | Maximales Gesamtreduktionspotenzial aller einzelnen Massnahmen |

6. Reduktionspotenziale für Umweltbelastung, Treibhausgasemissionen und Primärenergiebedarf

Tab. 6.26 Zusammenfassung der möglichen Gesamtreduktion von Umweltbelastungen bei einer Kombination verschiedener Massnahmen in den drei wichtigsten Konsumbereichen

| Indikator | Umweltbelastung, CH | Umweltbelastung, ZH | CO2-eq, CH | CO2-eq, ZH | Primärenergieverbrauch, CH | Primärenergieverbrauch, ZH | |
|---|---------------------|---------------------|-------------|-------------|----------------------------|----------------------------|---|
| Total (pro a+Pers.) | 20'000'000 | 18'697'199 | 13 | 12 | 8'250 | 7'552 | Ausgangslage für die Gesamtbelastung |
| Ernährung | 28% | 30% | 16% | 17% | 17% | 18% | Anteil des Konsumbereichs an Gesamtbelastung |
| Gesamtpotenzial Ernährung | -22% | -23% | -12% | -13% | -11% | -12% | Kombination aller Massnahmen |
| Mobilität | 12% | 9% | 19% | 14% | 17% | 14% | Anteil des Konsumbereichs an Gesamtbelastung |
| Gesamtpotenzial Mobilität | -12% | -9% | -19% | -14% | -17% | -14% | Kombination aller Massnahmen |
| Wohnen | 19% | 17% | 24% | 24% | 25% | 23% | Anteil des Konsumbereichs an Gesamtbelastung |
| Gesamtpotenzial Wohnen | -15% | -15% | -23% | -23% | -23% | -21% | Kombination aller Massnahmen |
| Anteil der drei Konsumbereiche an der Gesamtbelastung | 59% | 56% | 59% | 55% | 59% | 55% | Anteil der Konsumbereiche Ernährung, Wohnen (Energie) und Mobilität |
| Gesamtpotenzial, drei Bereiche | -49% | -47% | -54% | -50% | -51% | -47% | Maximale Reduktion der Gesamtbelastung bei Kombination von Massnahmen in den drei Konsumbereichen |
| Total, reduziert (pro a+Pers.) | 10'223'846 | 9'882'794 | 6 | 6 | 4'047 | 3'996 | Indikatorwert maximal reduziert |
| Reduktion bezogen auf untersuchte Konsumbereiche | -83% | -84% | -92% | -90% | -87% | -86% | 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 oder Fernwärme 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 6 % durch den Umstieg vom Auto auf den öffentlichen Verkehr möglich. Durch einen kompletten Verzicht der Stadtzürcher auf das Auto und den öffentlichen Verkehr ist ein noch grösseres Potenzial von knapp 10 % vorhanden.

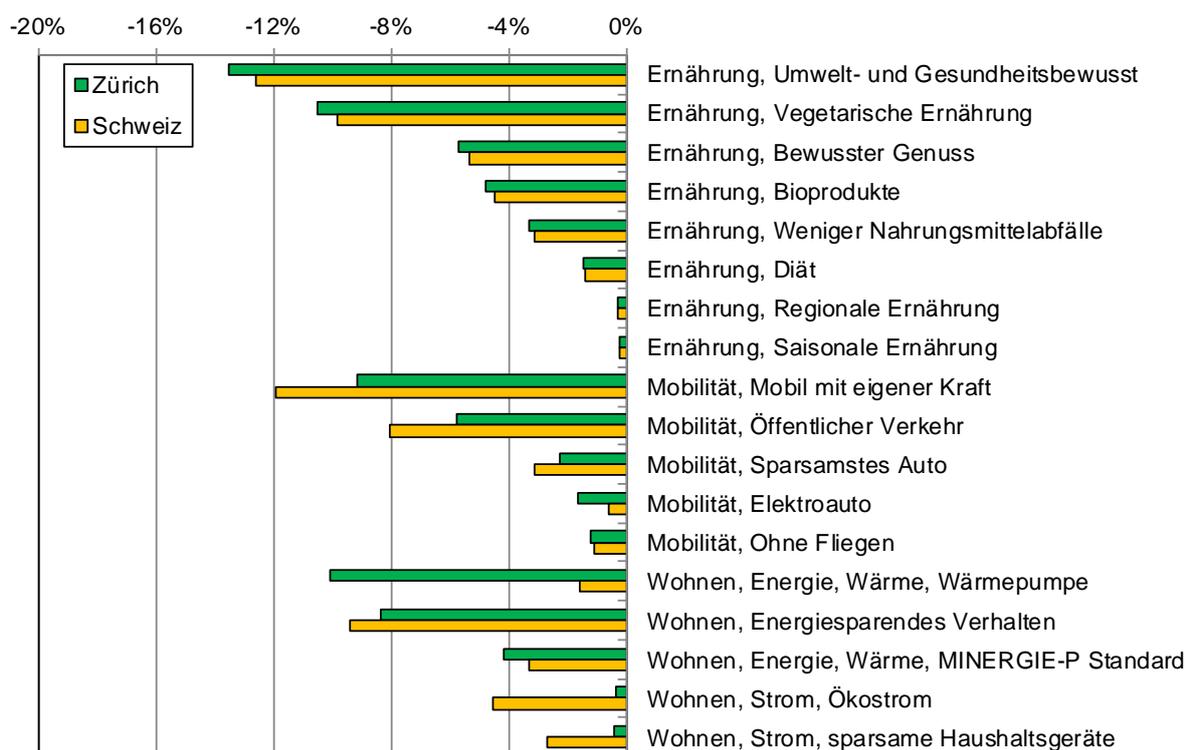


Fig. 6.10 Potenzial zur Reduktion der gesamten Umweltbelastungen durch einzelne Verhaltensmassnahmen. Dargestellt ist die prozentuale Veränderung der Umweltbelastung gemäss der Methode der ökologischen Knappheit durch eine einzelne Verhaltensänderung in Zürich oder in der Schweiz

6. Reduktionspotenziale für Umweltbelastung, Treibhausgasemissionen und Primärenergiebedarf

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.

Dies zeigt sich auch beim Thema Strom in Zürich. Da das ewz standardmässig bereits einen aus Umweltsicht guten Strommix anbietet und der Verbrauch in Zürich eher geringer ist, besteht nur ein geringes Optimierungspotenzial im Vergleich zu Schweizer Haushalten.

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.

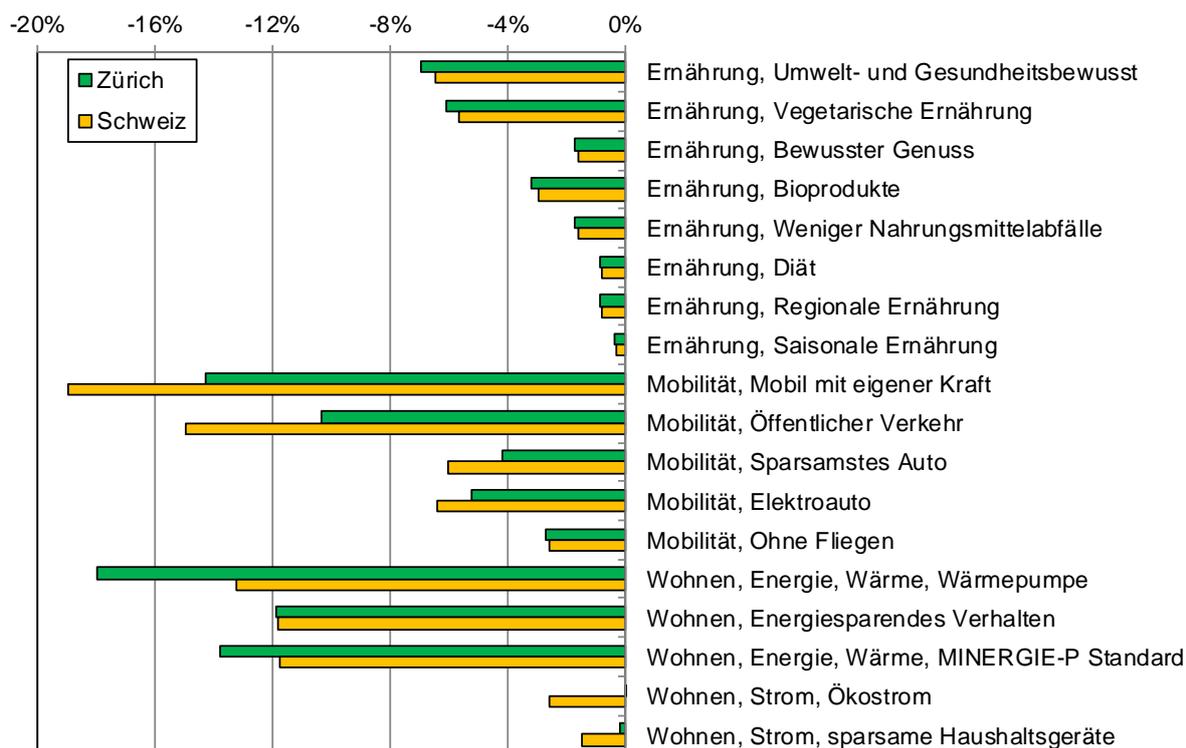


Fig. 6.11 Potenzial zur Reduktion der Treibhausgasemissionen durch einzelne Verhaltensmassnahmen. Dargestellt ist die prozentuale Veränderung der Treibhausgasemissionen durch eine einzelne Verhaltensänderung in Zürich oder in der Schweiz

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.

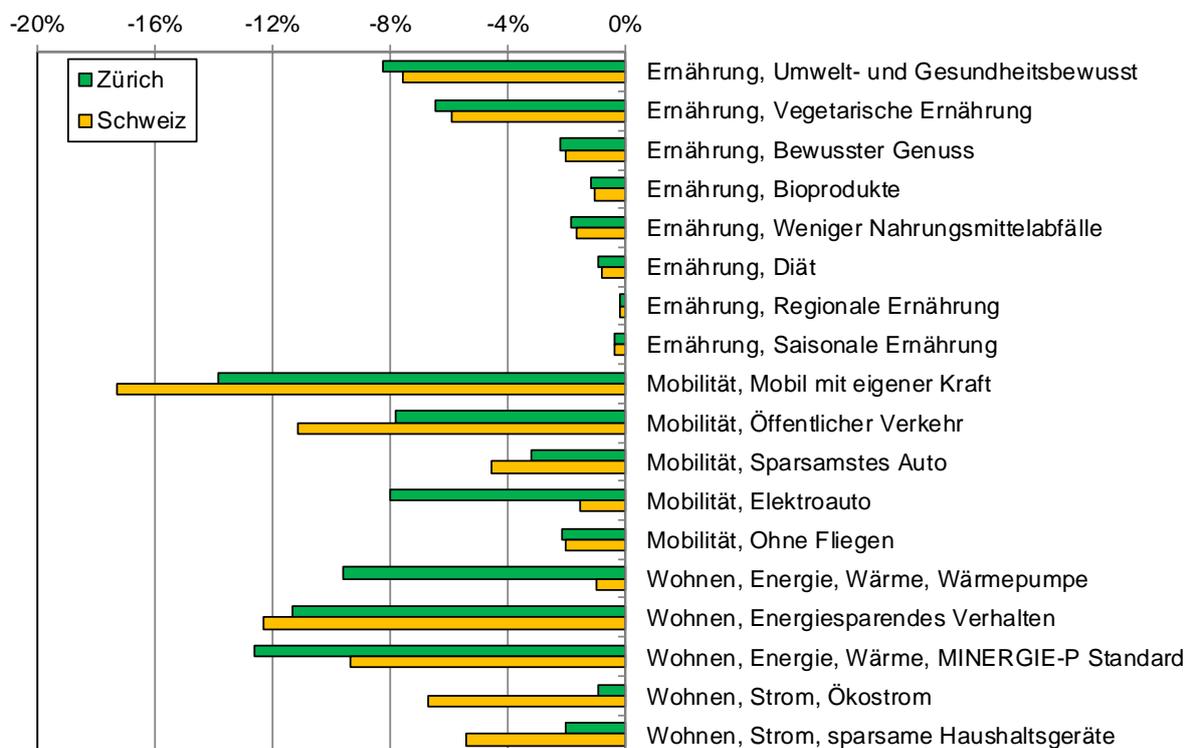


Fig. 6.12 Potenzial zur Reduktion der Primärenergieverbräuche durch einzelne Verhaltensmassnahmen. Dargestellt ist die prozentuale Veränderung des Primärenergiebedarfs durch eine einzelne Verhaltensänderung in Zürich oder in der Schweiz

6.7 Messgrössen für die Datenerhebung in Haushalten

In diesem Kapitel werden Vorschläge erarbeitet, welche Messgrössen in sozialwissenschaftlichen Untersuchungen erfasst werden können, um die Umweltbelastungen verschiedener Verhaltensweisen zu messen und zu vergleichen (Forschungsfrage 7) „Für welche wichtigen Kenngrössen können Daten direkt bei Privatpersonen erhoben werden und wie müssen diese erhoben werden (gemessene Daten vs. Selbsteinschätzungen) damit diese zur Erfolgskontrolle von Massnahmen dienen können?“ Grundsätzlich ist es aus Umweltsicht nicht möglich, eine bestimmte Verhaltensweise als gut oder schlecht zu bezeichnen. Vielmehr kommt es immer auf verschiedene Faktoren wie die Höhe des Konsums (z.B. Stromverbrauch in kWh pro Jahr) und auf die Art des Konsums (in diesem Fall z.B. gewählter Strommix) an. Sämtliche Messgrössen können mittels Faktoren aus der Ökobilanzierung in Relation zum privaten Gesamtverbrauch ausgedrückt werden. Damit ist es möglich die prozentuale Einsparung im Verhältnis zur Umweltbelastung auszudrücken. Entsprechende Umrechnungsfaktoren können nach Festlegung der Messgrössen für einzelne Untersuchungen zur Verfügung gestellt werden.

6. Reduktionspotenziale für Umweltbelastung, Treibhausgasemissionen und Primärenergiebedarf

Tab. 6.27 zeigt als Diskussionsgrundlage mögliche Erfassungsgrößen in einer sozialwissenschaftlichen Untersuchung. Mit diesen Erfassungsgrößen könnten die Umweltbelastungen des individuellen Verhaltens berechnet und im Vergleich zum Durchschnittsverhalten ausgewertet werden. Damit wird es möglich, den Erfolg von Massnahmen mit einem einheitlichen Indikator auszudrücken. Somit können nicht nur einzelne Massnahmen ausgewertet werden, sondern auch ganz unterschiedliche Massnahmen gegenüber gestellt werden. Je nach Untersuchungsdesign können die Messgrößen evtl. auch pro Woche bzw. Monat erhoben werden.

Tab. 6.27 Ausgangsgrößen für Verhaltensvariablen pro Person und Jahr und mögliche Erfassungsgrößen in einer sozialwissenschaftlichen Erhebung

| Verhaltensgrösse | Ausgangsgrösse Zürich | Einheit | Erfassungsgrößen |
|---|--------------------------|----------------|---|
| Nahrungsmittel | | | |
| Fleischkonsum | 335 | Anzahl | Portionen a 180 g |
| Alkoholkonsum | | Liter | Liter Wein, Bier, Spirituosen |
| Gesamternährung | | kg | Grobkategorien der Ernährung wie Fleisch, Milchprodukte, Gemüse, Obst, Getreide |
| Wohnen (Miete, Energie, Wasser und Entsorgung) | | | |
| Stromverbrauch | 1800 | kWh | Stromprodukt und Verbrauch |
| Energieträger, Heizöl/Erdgas | 37000 | MJ | Genutzte Energieträger und Verbrauch (evtl. auch in Liter, kWh) |
| Wasserverbrauch/ Abwasseranfall | 59/95 | m ³ | Verbrauch gemäss Wasserzähler / Hochrechnung von Wasserverbrauch |
| Abfall | 187 | kg | Anzahl Kehrriechsäcke bzw. Marken |
| Mobilität | | | |
| Zurückgelegte Distanz | 13000 | km | Gesamtdistanz aufgeteilt pro Transportmittel |
| Benzinverbrauch | | Liter | Verbrauch für Autos bzw. Mobility |

6.8 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).

6.8.1 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 erst erste Labelssysteme im Aufbau, die die gesamte Herstellungskette berücksichtigen.⁴⁸

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.

6.8.2 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 Stadt Zürich die meisten Menschen in Mietwohnungen leben können sie nur über die Entscheidung in welcher Wohnung sie wohnen Einfluss nehmen. Aufgrund der schwierigen 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.

6.8.3 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.

6.8.4 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 zu bestimmen. Auf indi-

⁴⁸ Z.B. www.bluedesign.com, <http://www.ecoindexbeta.org> oder www.global-standard.org.

vidueller Ebene werden sich die tatsächlichen Einsparungen vermutlich aber kaum nachweisen lassen.

6.8.5 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.

6.8.6 Freizeit, Unterhaltung

Dieser Bereich beinhaltet eine Vielzahl unterschiedlicher Teilbereiche so dass generelle Aussagen schwierig sind. 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.

6.8.7 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.

6.8.8 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.

6.8.9 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, 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.

6.8.10 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). 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.

6.8.11 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 dieses Teilprojekts wurden 7 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 dieses Forschungsprojektes. Deshalb verwenden wir die sogenannte Konsumperspektive zur Auswertung der Umweltbelastungen die durch die inländische Endnachfrage (und damit grösstenteils durch private Haushalte) verursacht werden. Damit werden alle Umweltbelastungen die durch den Konsum verursacht werden erfasst. Ausserdem ist es möglich diese Umweltbelastungen detailliert einzelnen Bereichen der inländischen Endnachfrage zuzuordnen. Wo möglich wird auf die unterschiedlichen Ergebnisse im Vergleich zur Systematik der 2000-Watt-Gesellschaft hingewiesen.

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 bisherigen Arbeiten 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). Diese Ergebnisse werden mit bisherigen Kennwerten zur 2000-Watt-Methodik verglichen (Siehe Kapitel 4.2). Es wird dargestellt, warum es in einer aktuellen Schweizer Gesamtbilanz mit Einbezug des Konsums andere Ergebnisse gibt als in der Energiebilanz gemäss 2000-Watt-Methodik.*

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. Diese Werte sind methodisch bedingt wie erwartet deutlich höher als Werte von 6400 Watt bzw. 8.5 Tonnen Treibhausgasen, die aufgrund der Endenergiebilanz mit der 2000-Watt-Methodik berechnet wurden. Hier kommt zum Tragen, dass bei letzteren Berechnungen nur die Im- und Exporte von Energieträgern (direkter Energieverbrauch), nicht aber die in den übrigen Waren enthaltene Energie (indirekter Energieverbrauch) berücksichtigt werden.

4. *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.

5. *Welches sind die Abweichungen zwischen Schweizer Durchschnitt und dem privaten Endkonsum in der Stadt Zürich? Auf der Grundlage der Schweizerischen Gesamtbilanz (vgl. 3. Fragestellung) werden für wichtige Kenngrössen des privaten Konsums (z.B. Verbrauch verschiedener Energieträger, Mobilitätsverhalten) Daten für die Stadt Zürich erhoben um damit die Berechnungen für den Schweizer Durchschnitt anzupassen. (Siehe Kapitel 5.1 bis 5.5)*

In dieser Arbeit wurde die Umweltbelastungen durch den Konsum der Stadtzürcher Bevölkerung abgeschätzt. Eine genauere Analyse des Konsums war allerdings nur für den Bereich Wohnen (Miete, Energie, Wasser und Entsorgung) und Mobilität möglich. Bei allen anderen Bereichen werden für Zürich und die Schweiz die gleichen Werte zu Grunde gelegt. In den beiden genannten Bereichen sind die durch die Stadtzürcher verursachten Umweltbelastungen eher geringer. Bei der Mobilität wird insbesondere beim Autoverkehr eine geringere Kilometerleistung verbucht. Beim Energieverbrauch wirken sich der höhere Anteil von Gasheizungen und ein günstiger Strommix positiv aus.

6. *Welches ist das «Idealverhalten» im Hinblick auf die 2000-Watt-Gesellschaft? 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 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).

Im Bereich Mobilität ist eine Reduktion der insgesamt verursachten Umweltbelastung von 6 % durch den Umstieg vom Auto auf den öffentlichen Verkehr möglich. Durch einen kompletten Verzicht der Stadtzürcher auf das Auto und den öffentlichen Verkehr ist ein noch grösseres Potenzial von knapp 10 % vorhanden.

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

7. *Für welche wichtigen Kenngrössen können Daten direkt bei Privatpersonen erhoben werden und wie müssen diese erhoben werden (gemessene Daten vs. Selbsteinschätzungen)? (Siehe Kapitel 6.7)*

In einer kurzen Zusammenstellung wird aufgezeigt welche Messgrössen in sozialwissenschaftlichen Untersuchungen erfasst werden können, um die Umweltbelastungen verschiedener Verhaltensweisen zu messen und zu vergleichen. Grundsätzlich ist es aus Umweltsicht nicht möglich, eine bestimmte Verhaltensweise als gut oder schlecht zu bezeichnen. Vielmehr kommt es immer auf verschiedene Faktoren wie die Höhe des Konsums (z.B. Stromverbrauch in kWh pro Jahr) und auf die Art des Konsums (in diesem Fall z.B. gewählter Strommix) an. Sämtliche Messgrössen können mittels Faktoren aus der Ökobilanzierung in Relation zum privaten Gesamtkonsum ausgedrückt werden. Damit ist es direkt möglich auch die prozentuale Einsparung im Verhältnis zur Umweltbelastung auszudrücken.

Im Rahmen der Energieforschung Stadt Zürich wird es nun in den nächsten Jahren darum gehen, zusammen mit der Stadtzürcher Bevölkerung die tatsächlichen Umweltbelastungen durch verschiedene Massnahmen zu reduzieren. Hierzu müssen die Grundlagenzahlen in Folgeprojekten je nach Fragestellungen evtl. aufdatiert oder weiter ausdifferenziert werden. Diese Untersuchungen werden auch zeigen, ob die hier theoretisch ausgewiesenen Reduktionspotenziale in der Realität tatsächlich ausgenutzt werden können.

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 war es noch nicht möglich diese detaillierter zu betrachten. Für eine weitere Reduktion der gesamten Umweltbelastung sind aber auch Reduktionen in diesen Konsumbereichen notwendig.

Ausserdem müssen sich nicht nur die Konsumenten entsprechend der 2000-Watt-Ziele verhalten. Es ist auch notwendig, dass die Umweltbelastungen bei der Produktion von Waren und Dienstleistungen deutlich reduziert werden um die Ziele der 2000-Watt-Gesellschaft zu erreichen.

Diese Studie zeigt, dass auf dem Weg zu diesem Ziel in Zürich bereits erste Erfolge zu verzeichnen sind. Um das Ziel 2000-Watt zu erreichen sind aber viele kleine und grosse Schritte der verschiedenen Akteure notwendig. Dem Konsumverhalten von Haushalten bzw. Privatpersonen kommt hierbei eine wichtige Rolle zu.

Indexverzeichnis

| | | | |
|---|--------|---|-----------|
| 2000-Watt-Gesellschaft..... | 5 | Indikator | |
| Andere Güter und Dienstleistungen | 22, 90 | Umweltbelastung..... | 8 |
| Bekleidung..... | 22, 87 | Kommunikation | 22, 89 |
| Berechnungsansätze | | Kompensation | 90 |
| Grundlagendaten | 16 | Konsumbereiche | 21 |
| berufliche Tätigkeit | 22, 90 | Konsumperspektive | 5 |
| Bewertungsmethode | | Messgrösse | |
| Einfluss..... | 71 | Datenerhebung..... | 86 |
| Bildung..... | 22, 89 | Methode der ökologischen Knappheit | 11 |
| Carbon Footprint..... | 10 | Möbel und HH-Geräte..... | 22 |
| CO ₂ -Fussabdruck | 10 | Möbel und HH-Geräte und andere Güter | 88 |
| Endenergie | 5 | Mobilität..... | 22 |
| Endnachfrage | 5 | Nahrungsenergie | 66 |
| Energie..... | 5 | Nahrungsmittel..... | 22 |
| Exporte..... | 5 | Primärenergie | 9 |
| inländische | 5 | Primärenergiebedarf | 9 |
| Verbleibende öffentliche | 22 | Gesamtbilanz | 16 |
| Ernährung..... | 22 | Gesamtverbrauch..... | 48 |
| Export | 22 | Primärenergiefaktor | 10 |
| Ferien..... | 90 | Privatkonsum | 5 |
| Finanzdienstleistung..... | 90 | Produktionsperspektive..... | 5 |
| Forschungsfrage | | Reduktionspotenzial..... | 45 |
| Antwort 1 | 6 | Beispiel..... | 53 |
| Antwort 2 | 13 | Schattenbilanz | 3 |
| Antwort 3 | 18, 19 | Schattenrechnung..... | 3, 6 |
| Antwort 4 | 21 | Spende..... | 90 |
| Antwort 4 | 25 | Treibhausgasemission..... | 10 |
| Antwort 5 | 42 | Umweltbelastung | v, 11, 13 |
| Antwort 6 | 79 | Gesamt..... | 48 |
| Antwort 7 | 86 | Umweltbelastungspunkte..... | 11 |
| Überblick | 2 | Urlaub | 90 |
| Freizeit, Unterhaltung | 22, 89 | Vollwerternährung..... | 79 |
| Gastgewerbe | 22, 89 | Watt..... | 10 |
| Gesamtpotenzial..... | 46 | Wohnen..... | 22 |
| Beispiel..... | 53 | Miete, Energie, Wasser und Entsorgung | 22, |
| Maximal..... | 80 | 27 | |
| Gesundheit | 22, 88 | Wohnungsbau..... | 22, 88 |
| Graue Energie | 3, 6 | Zielgrösse | 13 |

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) CO₂-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.
- 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 2010 BfS (2010) Strassenfahrzeugbestand nach Fahrzeuggruppen und Kanton. Bundesamt für Statistik, Bern, retrieved from: http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/11/03/blank/key/fahrzeuge_strasse/bestand.html.
- 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.
- 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.
- 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.
- Burger et al. 2010 Burger B., Glauser T., Bäumler R. and Schneider S. (2010) Stadt Zürich Mobilität in Zahlen. Stadt Zürich, Tiefbauamt, Mobilität + Planung, Zürich, CH, retrieved from: http://www.stadt-zuerich.ch/content/dam/stzh/ted/Deutsch/taz/Mobilitaet/Publikationen_und_Broschueren/Verkehrszahlen_und_Befragungen/Mobilitaet_in_Zahlen_2010.pdf.
- Büsser & Jungbluth 2008 Büsser S. and Jungbluth N. (2008) Umweltbelastungen von Ferienszenarien. ESU-services Ltd., Uster, CH.
- BWL 2011 BWL (2011) Berechnung theoretisches Produktionspotential Fruchfolgeflächen. 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.
- 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.
- 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 CO₂-Rechner. IFH, ETH-Zentrum, Zürich, retrieved from: 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.
- 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>.
- ECORegion 2011 ECORegion (2011) Persönliche Mitteilung von Herrn T. Püntener (UGZ, Abt. Energie und Nachhaltigkeit) zur Endenergiebilanz der Stadt Zürich Zürich.
- Energieleitstelle 1994 Energieleitstelle (1994) Energiepolitische Ansätze zur CO₂ Minderung im Gebäudebereich. Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umweltschutz, Berlin.

- ERZ 2011 ERZ (2011) Geschäftsbericht 2010. ERZ Entsorgung + Recycling Zürich, Zürich, retrieved from: http://www.stadt-zuerich.ch/ted/de/index/entsorgung_recycling/ueber_uns/zahlen_fakten.html.
- ewz 2006 ewz (2006) Geschäftsbericht 2005. Elektrizitätswerke der Stadt Zürich, Zürich.
- ewz 2010 ewz (2010) Persönliche Auskunft Gerhard Emch, ewz - Umweltdeklaration Stromprodukte 2010. Elektrizitätswerke der Stadt Zürich, Zürich.
- 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.
- 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/germ/kaminabende.html>.
- Flury & Jungbluth 2011 Flury K. and Jungbluth N. (2011) Primärenergiefaktoren ERZ Fernwärme Zürich Schlussbericht. ESU-services Ltd., Uster, CH.
- 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.
- Frischknecht et al. 2007a Frischknecht R., Althaus H.-J., Dones R., Hirschier R., Jungbluth N., Nemecek T., Primas A. and Wernet G. (2007a) 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. 2007b Frischknecht R., Jungbluth N., Althaus H.-J., Bauer C., Doka G., Dones R., Hellweg S., Hirschier R., Humbert S., Margni M. and Nemecek T. (2007b) Implementation of Life Cycle Impact Assessment Methods.ecoinvent report No. 3, v2.0. Swiss Centre for Life Cycle Inventories, Dübendorf, CH, retrieved from: www.ecoinvent.org.
- 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.
- Frischknecht et al. 2011 Frischknecht R., Stucki M. and Itten R. (2011) Primärenergiefaktoren von Transportsystemen, Version 2.2. im Auftrag des Bundesamtes für Energie BfE, ESU-services Ltd., Uster, CH, retrieved from: <http://www.esu-services.ch/publications/energy/>.
- Frischknecht & Itten 2011 Frischknecht R. and Itten R. (2011) Primärenergiefaktoren von Energiesystemen, Version 2.2. im Auftrag des Bundesamtes für Energie BfE, ESU-services Ltd., Uster, CH, retrieved from: <http://www.esu-services.ch/publications/energy/>.

- 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.
- 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/.
- 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/.
- 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) CO₂-Einsparpotenziale für Verbraucher. Öko-Institut, Berlin, retrieved from: <http://www.verbraucherfuersklima.de/cps/rde/xbcr/projektlima/CO2-Einsparpotenziale-Oeko-Institut.pdf>.
- 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.
- 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 CO₂-Bilanz. Fragebogen und Kommentar zur Bestimmung des privaten Energieverbrauchs und CO₂-Ausstosses. Aktion Klimaschutz, Zürich, Schweiz, retrieved from: 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.
- 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/.
- 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/.
- 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, 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/.
- 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/iao/ or www.umwelt-schweiz.ch.
- Jungbluth et al. 2012a Jungbluth N., Büsser S., Frischknecht R., Flury K. and Stucki M. (2012a) 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/.
- Jungbluth et al. 2012b Jungbluth N., Flury K., Doublet G., Büsser S., Stucki M., Schori S. and Itten R. (2012b) Life cycle inventory database on demand: EcoSpold LCI database of ESU-services. ESU-services Ltd., Zürich, CH, retrieved from: www.esu-services.ch/data/data-on-demand/.
- Jungbluth et al. 2012c Jungbluth N., Itten R. and Stucki M. (2012c) Umweltbelastungen des privaten Konsums und Reduktionspotenziale. ESU-services Ltd. im Auftrag des BAFU, Uster, CH, retrieved from: <http://www.esu-services.ch/projects/lifestyle/>.

- 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.
- 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.
- 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.
- Lalive d'Epina y et al. 1999 Lalive d'Epina y 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.
- Lalive d'Epina y 2000 Lalive d'Epina y 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.
- 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 Battery Electric Vehicles and Concept Cars. implemented in ecoinvent data v2.2 (2010). ESU-services, Uster, CH, retrieved from: www.esu-services.ch/data/public-lci-reports/.

- Leuenberger & Frischknecht 2010b Leuenberger M. and Frischknecht R. (2010b) Life Cycle Assessment of Swiss Electricity Mixes. implemented in ecoinvent data v2.2 (2010). ESU-services, Uster, CH, retrieved from: www.esu-services.ch/data/public-lci-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.
- 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.
- 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.
- Nathani & Jungbluth 2012 Nathani C. and Jungbluth N. (2012) Zeitreihen für die Gesamtumweltbelastung der Schweizer Endnachfrage: Vorstudie. Rütter+Partner und ESU-services im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt, Bern, Rüslikon, Uster.
- 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.
- 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.
- RAVEL 1994 RAVEL (1994) Kompetent antworten auf Energiefragen. Bundesamt für Konjunkturfragen.
- 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.
- Schweizerischer Bauernverband 2007 Schweizerischer Bauernverband (2007) Statistische Erhebungen und Schätzungen - über Landwirtschaft und Ernährung 2006. Abt. Statistik, Brugg, CH, retrieved from: www.bauernverband.ch.
- Schweizerischer Bundesrat 2002a Schweizerischer Bundesrat (2002a) Strategie Nachhaltige Entwicklung 2002. IDARio, Bundesamt für Raumentwicklung, Bern.
- Schweizerischer Bundesrat 2002b Schweizerischer Bundesrat (2002b) Strategie Nachhaltige Entwicklung 2002; Technischer Teil: Massnahmenblätter. Bundesamt für Raumentwicklung, Bern.
- 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.
- 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.
- statistik.info 2002 statistik.info (2002) Genug vom Fahren? Weniger junge Fahrzeugbesitzer. Statistisches Amt des Kantons Zürich, retrieved from: http://www.statistik.zh.ch/internet/justiz_innere/statistik/de/statistiken/veroeffentlichungen/statistikinfo.html.

- 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.
- 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.
- Württemberg 2003 Württemberg L. (2003) Import and Export of Agricultural Land Use. Diplomarbeit Nr. 1/03. Eidgenössische Technische Hochschule, Zürich.
- WVZ 2011 WVZ (2011) Geschäftsbericht 2010. WVZ Wasserversorgung Zürich, Zürich, retrieved from: http://www.stadt-zuerich.ch/ted/de/index/entsorgung_recycling/ueber_uns/zahlen_fakten.html.
- 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.

Annexe

Life Cycle Inventory Analysis

Average consumption of food items

Tab. 7.1 Unit process raw data of Swiss average food consumption

| product | Name | Location | Infrastructure | Unit | average consumption of food items, per person | Uncertainty type | Standard Deviation 95% | GeneralComment |
|-----------------|--|----------|----------------|------|---|------------------|------------------------|--|
| | | | | | | | | |
| | | | | | 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; http://www.tagesanzeiger.ch/wirtschaft/unternehmen-und-konjunktur/Wenn-Pilze-schimmeln/story/18023857 |
| 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 | 23.20 | 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); http://www.getraenke.ch/erfrischungsgetraenke/kennzahlen1a.html |
| 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 |

Energy use and mobility in the City of Zurich

Tab. 7.2 Unit process raw data for energy and mobility consumption for the Swiss average, for the average of the city of Zürich and the consumption of mobility (BFS/ARE 2007, ECORegion 2011, Burger et al. 2010)

| 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 energy, per person | average consumption of mobility, per person | average consumption of heat | average consumption of heat | average consumption housing (energy, water and disposal), per person | average consumption housing (energy, water and disposal), per person |
|-----------------------|---|--------------------|-------|---|--|--|---|---|-----------------------------|-----------------------------|--|--|
| | | | | CH | CH | CH | ZH | ZH | ZH | CH | CH | ZH |
| Location | | | | CH | CH | CH | ZH | ZH | ZH | CH | CH | ZH |
| InfrastructureProcess | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Unit | | | | a | a | a | a | a | MJ | MJ | a | a |
| product | average consumption of energy, per person | CH | 0 a | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | average consumption of mobility, per person, consumption statistic | CH | 0 a | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | average consumption of mobility, per person, Mikrozensus | CH | 0 a | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | average consumption of energy, per person | ZH | 0 a | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | average consumption of mobility, per person | ZH | 0 a | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | average consumption of heat | ZH | 0 MJ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| | average consumption of heat | CH | 0 MJ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| | average consumption housing (energy, water and disposal), per person | CH | 0 a | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| | average consumption housing (energy, water and disposal), per person | ZH | 0 a | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| technosphere | electricity, consumer mix | CH | 0 kWh | 2'363 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2'363 | 0 |
| | electricity, low voltage, ewz client mix 2010, at grid | ZH | 0 kWh | 0 | 0 | 0 | 1'857 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1'857 |
| | light fuel oil, burned in boiler 10kW condensing, non-modulating | CH | 0 MJ | 17'403 | 0 | 0 | 12'088 | 0 | 40.4% | 65.5% | 17'403 | 12'088 |
| | natural gas, burned in boiler condensing modulating <100kW | RER | 0 MJ | 5'737 | 0 | 0 | 13'297 | 0 | 44.5% | 21.6% | 5'737 | 13'297 |
| | logs, mixed, burned in furnace 30kW | CH | 0 MJ | 2'538 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0% | 9.6% | 2'538 | 0 |
| | district heat, from municipal waste incineration plant | CH | 0 MJ | 784 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0% | 3.0% | 784 | 0 |
| | heat, district heat, at consumer | ZH | 0 MJ | 0 | 0 | 0 | 4'442 | 0 | 14.9% | 0.0% | 0 | 4'442 |
| | heat, at flat plate collector, multiple dwelling, for hot water | CH | 0 MJ | 104 | 0 | 0 | 65 | 0 | 0.2% | 0.4% | 104 | 65 |
| | transport, aircraft, passenger | RER | 0 pkm | 0 | 1'698 | 2'456 | 0 | 2'456 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | transport, aircraft, passenger, Europe | RER | 0 pkm | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | transport, aircraft, passenger, intercontinental | RER | 0 pkm | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | transport, coach | CH | 0 pkm | 0 | 0 | 506 | 0 | 506 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | transport, long-distance train, SBB mix | CH | 0 pkm | 0 | 1'256 | 1'295 | 0 | 1'283 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | transport, passenger car | CH | 0 pkm | 0 | 10'797 | 9'582 | 0 | 6'276 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | transport, metropolitan train, SBB mix | CH | 0 pkm | 0 | 1'256 | 1'295 | 0 | 2'291 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | transport, regular bus | CH | 0 pkm | 0 | 0 | 49 | 0 | 172 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | transport, tram | CH | 0 pkm | 0 | 0 | 718 | 0 | 754 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | transport, trolleybus | CH | 0 pkm | 0 | 0 | 0 | 0 | 247 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | transport, passenger car, diesel, fleet average | CH | 0 pkm | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | transport, scooter | CH | 0 pkm | 0 | 0 | 246 | 0 | 29 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | tap water, at user | CH | 0 kg | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 59'130 | 0 |
| | tap water, ZH, still, unchilled, at tap | CH | 0 kg | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 62'158 |
| | treatment, sewage, to wastewater treatment, class 1 | CH | 0 m3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 97 | 100 |
| | disposal, municipal solid waste, 22.9% water, to municipal incineration | CH | 0 kg | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 350 | 187 |

Annexe

Tab. 7.3 Unit process raw data for water consumption for the Swiss average, for the average of the city of Zürich and waste and wastewater consumption according to consumption data

| Name | Location | Infrastructure | P | Unit | average consumption of | average consumption of | average consumption of | average consumption of | average consumption of | average consumption | average consumption | Uncertainty / type | Standard Deviation 95% | General Comment |
|---|----------|----------------|----|------|------------------------|----------------------------------|-----------------------------|----------------------------------|-----------------------------|--|--|--------------------|------------------------|--|
| | | | | | water, per person | wastewater treatment, per person | waste treatment, per person | wastewater treatment, per person | waste treatment, per person | housing (energy, water and disposal), per person | housing (energy, water and disposal), per person | | | |
| Location | | | | | CH | ZH | ZH | CH | CH | ZH | ZH | | | |
| Infrastructure | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | |
| Process | | | | | a | a | a | a | a | a | a | | | |
| Unit | | | | | a | a | a | a | a | a | a | | | |
| average consumption of water, per person | CH | 0 | a | | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | |
| average consumption of wastewater treatment, per person | ZH | 0 | a | | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | |
| average consumption of waste treatment, per person | ZH | 0 | a | | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | |
| average consumption of wastewater treatment, per person | CH | 0 | a | | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | | | |
| average consumption of waste treatment, per person | CH | 0 | a | | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | | | |
| average consumption housing (energy, water and disposal), per person | ZH | 0 | a | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | | | |
| average consumption housing (energy, water and disposal), per person | ZH | 0 | a | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | | | |
| technosphere | | | | | | | | | | | | | | |
| tap water, at user | CH | 0 | kg | | 59'130 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | (1,1,1,1,3,1); Wasserabgabe WWZ |
| treatment, sewage, to wastewater treatment, class 1 | CH | 0 | m3 | | 0 | 100 | 0 | 97 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | (1,1,1,1,3,1); Abwassermenge Werdhöizi |
| disposal, municipal solid waste, 22.9% water, to municipal incineration | CH | 0 | kg | | 0 | 0 | 187 | 0 | 350 | 0 | 0 | 1 | 1 | (1,1,1,1,3,1); Abfall |
| average consumption of energy, per person | CH | 0 | a | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | (1,1,1,1,3,1); Abfall |
| average consumption of water, per person | CH | 0 | a | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | (1,1,1,1,3,1); Abfall |
| average consumption of wastewater treatment, per person | CH | 0 | a | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | (1,1,1,1,3,1); Abfall |
| average consumption of waste treatment, per person | CH | 0 | a | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | (1,1,1,1,3,1); Abfall |
| average consumption of energy, per person | ZH | 0 | a | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | (1,1,1,1,3,1); Abfall |
| average consumption of water, per person | ZH | 0 | a | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | (1,1,1,1,3,1); Abfall |
| average consumption of wastewater treatment, per person | ZH | 0 | a | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | (1,1,1,1,3,1); Abfall |
| average consumption of waste treatment, per person | ZH | 0 | a | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | (1,1,1,1,3,1); Abfall |

Annexe

Tab. 7.4 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, for the average of the city of Zürich and the consumption of mobility

| ReferenceFunction | Name | average consumption of mobility, per person, Mikrozensus | average consumption of energy, per person | average consumption of heat | average consumption of mobility, per person, consumption statistic | average consumption of energy, per person | average consumption of heat | average consumption of mobility, per person | average consumption of water, per person | average consumption of wastewater treatment, per person | average consumption of waste treatment, per person | average consumption of water, per person | average consumption of wastewater treatment, per person | average consumption of waste treatment, per person | average consumption of housing (energy, water and disposal), per person | average consumption of housing (energy, water and disposal), per person | |
|---------------------------|--|--|--|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---|---|---|
| Geography | Location | CH | CH | ZH | CH | ZH | CH | ZH | ZH | ZH | ZH | CH | CH | CH | ZH | ZH | |
| ReferenceFunction | InfrastructureProcess | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| ReferenceFunction | Unit | a | a | MJ | a | a | MJ | a | a | a | a | a | a | a | a | a | |
| DataSetInfo | Type | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| Version | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | |
| energyValues | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| LanguageCode | en | en | en | en | en | en | en | en | en | en | en | en | en | en | en | en | |
| LocalLanguageCode | de | de | de | de | de | de | de | de | de | de | de | de | de | de | de | de | |
| DataEntryBy | Person | 41 | 41 | 41 | 41 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | |
| QualityNetwork | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| ReferenceFunction | DataSetRelatesToProduct | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| IncludedProcesses | This data set includes the use of different means of transport according to the Verkehrshebung 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 average 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 consumption of different energy carriers in private households. | This data set includes the average consumption of different energy carriers in private households. | This data set includes the use of different means of transport by people in the city of Zürich | This data set includes the consumption of tap water in the city of Zürich | This data set includes the amount of treated wastewater in the WWTP of Zürich | This data set includes the amount of municipal solid waste burned in the city of Zürich | This data set includes the consumption of tap water in the city of Zürich | This data set includes the amount of treated wastewater in the WWTP of Zürich | This data set includes the amount of municipal solid waste burned in the city of Zürich | This data set includes the consumption for housing (energy, water and disposal) in Switzerland | This data set includes the consumption for housing (energy, water and disposal) in the city of Zürich | This data set includes the consumption for housing (energy, water and disposal) in the city of Zürich | This data set includes the consumption for housing (energy, water and disposal) in the city of Zürich |
| LocalName | durchschnittlicher Konsum von Mobilität, pro Person, Mikrozensus | durchschnittlicher Konsum von Energie, pro Person | durchschnittlicher Wärmeverbrauch | durchschnittlicher Konsum von Mobilität, pro Person, Verbrauchsstatistik | durchschnittlicher Konsum von Energie, pro Person | durchschnittlicher Wärmeverbrauch | durchschnittlicher Konsum von Mobilität, pro Person | durchschnittlicher Konsum von Wasser, pro Person | durchschnittliche Konsum von Abwasserreinigung, pro Person | durchschnittliche Konsum von Abfallentsorgung, pro Person | durchschnittlicher Konsum von Wasser, pro Person | durchschnittliche Konsum von Abwasserreinigung, pro Person | durchschnittliche Konsum von Abfallentsorgung, pro Person | durchschnittlicher Konsum Wohnen (Energie, Wasser und Entsorgung), pro Person | durchschnittlicher Konsum Wohnen (Energie, Wasser und Entsorgung), pro Person | durchschnittlicher Konsum Wohnen (Energie, Wasser und Entsorgung), pro Person | |
| Synonyms | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 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 Zürich in the year 2005 | The datasets relates to the consumption of one person in the city of Zürich in the year 2005 | The datasets relates to the consumption of one person in the city of Zürich in the year 2005 | The datasets relates to the consumption of one person in the city of Zürich in the year 2010 | The datasets relates to the consumption of one person in the city of Zürich in the year 2010 | The datasets relates to the consumption of one person in the city of Zürich in the year 2010 | The datasets relates to the consumption of one person in the city of Zürich in the year 2010 | The datasets relates to the consumption of one person in the city of Zürich in the year 2010 | The datasets relates to the consumption of one person in the city of Zürich in the year 2010 | The datasets relates to the consumption of one person in the city of Zürich in the year 2010 | The datasets relates to the consumption of one person in Switzerland in the year 2010 | The datasets relates to the consumption of one person in the city of Zürich in the year 2010 | The datasets relates to the consumption of one person in the city of Zürich in the year 2010 | |
| InfrastructureIncluded | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| SubCategory | private consumption energy | private consumption energy | private consumption energy | private consumption energy | private consumption energy | private consumption energy | private consumption energy | private consumption energy | private consumption energy | private consumption energy | private consumption energy | private consumption energy | private consumption energy | private consumption energy | private consumption energy | private consumption energy | |
| LocalCategory | Privater Konsum Energie | Privater Konsum Energie | Privater Konsum Energie | Privater Konsum Energie | Privater Konsum Energie | Privater Konsum Energie | Privater Konsum Energie | Privater Konsum Energie | Privater Konsum Energie | Privater Konsum Energie | Privater Konsum Energie | Privater Konsum Energie | Privater Konsum Energie | Privater Konsum Energie | Privater Konsum Energie | Privater Konsum Energie | |
| LocalSubCategory | Transport | Energie | Energie | Energie | Energie | Energie | Energie | Energie | Energie | Energie | Energie | Energie | Energie | Energie | Energie | Energie | |
| Formula | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| StatisticalClassification | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CASNumber | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TimePeriod | StartDate | 2005 | 2005 | 2005 | 2005 | 2005 | 2005 | 2005 | 2010 | 2010 | 2010 | 2010 | 2010 | 2010 | 2005 | 2005 | |
| TimePeriod | EndDate | 2005 | 2005 | 2005 | 2005 | 2005 | 2005 | 2005 | 2010 | 2010 | 2010 | 2010 | 2010 | 2010 | 2005 | 2005 | |
| DataValidForEntirePeriod | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| OtherPeriodText | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Geography | Text | Data from Swiss statistics | Data from Swiss statistics | Data from Swiss statistics | Data from Swiss statistics | Data from statistics of the city of Zürich | Data from statistics of the city of Zürich | Data from statistics of the city of Zürich | Data from annual report of the VWZ | Data from annual report of the ERZ | Data from the annual report of the ERZ | Data from annual report of the VWZ | Data from annual report of the ERZ | Data from the annual report of the ERZ | Data from the annual reports and statistics | Data from the annual reports and statistics | |
| Technology | Text | Average | Average | Average | Average | Average | Average | Average | Average | Average | Average | Average | Average | Average | Average | Average | |
| Representatives | Percent | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | |
| ProductionVolume | 1.20E+11 | 2.66E+11 | 1.12E+11 | 1.12E+11 | 1.34E+10 | 0.00E+00 | 5.14E+09 | 5.14E+09 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | |
| SamplingProcedure | National statistics | National statistics | National statistics | National statistics | National statistics | statistics | statistics | statistics | statistics | statistics | statistics | statistics | statistics | statistics | statistics | statistics | |
| Extrapolations | none | none | none | Data have been corrected for the business trips, which are excluded in the calculation. | none | none | Data have been corrected for the business trips, which are excluded in the calculation. | none | none | none | |
| UncertaintyAdjustments | none | none | none | none | none | none | none | none | none | none | none | none | none | none | none | none | |
| Details | 30.11.2011 | 30.11.2011 | 30.11.2011 | 30.11.2011 | 30.11.2011 | 30.11.2011 | 30.11.2011 | 30.11.2011 | 30.11.2011 | 30.11.2011 | 30.11.2011 | 30.11.2011 | 30.11.2011 | 30.11.2011 | 30.11.2011 | 30.11.2011 | |
| OtherDetails | Z:ESU-Docs\Projekte laufend\263 ewz 2000W ZH | Z:ESU-Docs\Projekte laufend\263 ewz 2000W ZH | Z:ESU-Docs\Projekte laufend\263 ewz 2000W ZH | Z:ESU-Docs\Projekte laufend\263 ewz 2000W ZH | Z:ESU-Docs\Projekte laufend\263 ewz 2000W ZH | Z:ESU-Docs\Projekte laufend\263 ewz 2000W ZH | Z:ESU-Docs\Projekte laufend\263 ewz 2000W ZH | Z:ESU-Docs\Projekte laufend\263 ewz 2000W ZH | Z:ESU-Docs\Projekte laufend\263 ewz 2000W ZH | Z:ESU-Docs\Projekte laufend\263 ewz 2000W ZH | Z:ESU-Docs\Projekte laufend\263 ewz 2000W ZH | Z:ESU-Docs\Projekte laufend\263 ewz 2000W ZH | Z:ESU-Docs\Projekte laufend\263 ewz 2000W ZH | Z:ESU-Docs\Projekte laufend\263 ewz 2000W ZH | Z:ESU-Docs\Projekte laufend\263 ewz 2000W ZH | Z:ESU-Docs\Projekte laufend\263 ewz 2000W ZH | |
| OtherDetails | Forschung/EcoSpold\263-EcoSpold-Konsum-Stadt-Zürich-0.16.xls\X-Process | Forschung/EcoSpold\263-EcoSpold-Konsum-Stadt-Zürich-0.16.xls\X-Process | Forschung/EcoSpold\263-EcoSpold-Konsum-Stadt-Zürich-0.16.xls\X-Process | Forschung/EcoSpold\263-EcoSpold-Konsum-Stadt-Zürich-0.16.xls\X-Process | Forschung/EcoSpold\263-EcoSpold-Konsum-Stadt-Zürich-0.16.xls\X-Process | Forschung/EcoSpold\263-EcoSpold-Konsum-Stadt-Zürich-0.16.xls\X-Process | Forschung/EcoSpold\263-EcoSpold-Konsum-Stadt-Zürich-0.16.xls\X-Process | Forschung/EcoSpold\263-EcoSpold-Konsum-Stadt-Zürich-0.16.xls\X-Process | Forschung/EcoSpold\263-EcoSpold-Konsum-Stadt-Zürich-0.16.xls\X-Process | Forschung/EcoSpold\263-EcoSpold-Konsum-Stadt-Zürich-0.16.xls\X-Process | Forschung/EcoSpold\263-EcoSpold-Konsum-Stadt-Zürich-0.16.xls\X-Process | Forschung/EcoSpold\263-EcoSpold-Konsum-Stadt-Zürich-0.16.xls\X-Process | Forschung/EcoSpold\263-EcoSpold-Konsum-Stadt-Zürich-0.16.xls\X-Process | Forschung/EcoSpold\263-EcoSpold-Konsum-Stadt-Zürich-0.16.xls\X-Process | Forschung/EcoSpold\263-EcoSpold-Konsum-Stadt-Zürich-0.16.xls\X-Process | Forschung/EcoSpold\263-EcoSpold-Konsum-Stadt-Zürich-0.16.xls\X-Process | |

Annexe

Tab. 7.5 Unit process raw data of the electricity products of the ewz for the year 2010

| | Name | Location | InfrastructurePr | Unit | electricity, ewz mixpower 2010 | electricity, ewz naturpower 2010 | electricity, ewz oekopower 2010 | electricity, ewz wassertop 2010 | electricity, ewz solartop 2010 | electricity, ewz mix 2010 | UncertaintyType | StandardDeviation95% | GeneralComment |
|--|---|----------|------------------|----------|--------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|---------------------------|-----------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| | | | | | CH | CH | CH | CH | CH | CH | | | |
| | Location | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | |
| | InfrastructureProcess | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | |
| | Unit | | | | kWh | kWh | kWh | kWh | kWh | kWh | | | |
| product | electricity, ewz mixpower 2010 | CH | 0 | kWh | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | |
| product | electricity, ewz naturpower 2010 | CH | 0 | kWh | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | |
| product | electricity, ewz oekopower 2010 | CH | 0 | kWh | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | | | |
| product | electricity, ewz wassertop 2010 | CH | 0 | kWh | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | | | |
| product | electricity, ewz solartop 2010 | CH | 0 | kWh | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | | | |
| product | electricity, ewz mix 2010 | CH | 0 | kWh | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | | | |
| technosphere | electricity, hydropower, at power plant | CH | 0 | kWh | 2.05E-01 | 9.39E-01 | 9.21E-01 | 9.96E-01 | 4.64E-03 | 6.72E-01 | 1 | 1.05 | (1,1,1,1,1,1); Annual report EWZ 2010 |
| | electricity, drinking water power plant Guarda, at plant | CH | 0 | kWh | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 1 | 1.05 | (1,1,1,1,1,1); Annual report EWZ 2010 |
| | electricity, photovoltaics, production mix ewz, at plant | CH | 0 | kWh | 3.78E-04 | 3.78E-04 | 7.52E-02 | 3.78E-04 | 9.91E-01 | 4.10E-03 | 1 | 1.05 | (1,1,1,1,1,1); Annual report EWZ 2010 |
| | electricity, at wind power plant 600kW | CH | 0 | kWh | 2.34E-04 | 3.29E-02 | 2.34E-04 | 2.34E-04 | 2.34E-04 | 1.76E-02 | 1 | 1.05 | (1,1,1,1,1,1); Annual report EWZ 2010 |
| | electricity, at cogen 6400kWth, wood, emission control, allocation exergy | CH | 0 | kWh | 0.00E+00 | 2.00E-04 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 1.06E-04 | 1 | 1.05 | (1,1,1,1,1,1); Annual report EWZ 2010 |
| | electricity, at cogen 6400kWth, wood, emission control, allocation exergy | CH | 0 | kWh | 0.00E+00 | 1.08E-02 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 5.74E-03 | 1 | 1.05 | (1,1,1,1,1,1); Annual report EWZ 2010 |
| | electricity, at cogen 6400kWth, wood, allocation exergy | CH | 0 | kWh | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 1 | 1.05 | (1,1,1,1,1,1); Annual report EWZ 2010 |
| | electricity, at cogen with biogas engine, biowaste, allocation exergy | CH | 0 | kWh | 0.00E+00 | 1.10E-02 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 5.85E-03 | 1 | 1.05 | (1,1,1,1,1,1); Annual report EWZ 2010 |
| | electricity, at cogen with biogas engine, agricultural covered, alloc. exergy | CH | 0 | kWh | 3.74E-03 | 5.54E-03 | 3.74E-03 | 3.74E-03 | 3.74E-03 | 4.70E-03 | 1 | 1.05 | (1,1,1,1,1,1); Annual report EWZ 2010 |
| | electricity, nuclear, at power plant | CH | 0 | kWh | 6.97E-01 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 2.55E-01 | 1 | 1.05 | (1,1,1,1,1,1); Annual report EWZ 2010 |
| | electricity, nuclear, at power plant pressure water reactor | FR | 0 | kWh | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 1 | 1.05 | (1,1,1,1,1,1); Annual report EWZ 2010 |
| | electricity from waste, at municipal waste incineration plant | CH | 0 | kWh | 9.41E-02 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 3.44E-02 | | | |
| | electricity, at cogen 1MWe lean burn, allocation exergy | CH | 0 | kWh | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 1 | 1.05 | (1,1,1,1,1,1); Annual report EWZ 2010 |
| | electricity, at cogen 200kWe diesel SCR, allocation exergy | CH | 0 | kWh | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 1 | 1.05 | (1,1,1,1,1,1); Annual report EWZ 2010 |
| | electricity, hard coal, at power plant | UCTE | 0 | kWh | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 1 | 1.05 | (1,1,1,1,1,1); Annual report EWZ 2010 |
| electricity, lignite, at power plant | UCTE | 0 | kWh | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 1 | 1.05 | (1,1,1,1,1,1); Annual report EWZ 2010 | |
| electricity, production mix UCTE based on power plants | UCTE | 0 | kWh | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 1 | 1.05 | (1,1,1,1,1,1); Annual report EWZ 2010 | |

Annexe

Tab. 7.6 Unit process raw data of the consumer mix of the ewz for the year 2010

| Name | | Location | InfrastructurePr | Unit | electricity, ewz client mix 2010 | UncertaintyType | StandardDeviation95% | GeneralComment |
|-----------------------|----------------------------------|----------|------------------|------|----------------------------------|-----------------|----------------------|---|
| Location | | | | | ZH | | | |
| InfrastructureProcess | | | | | 0 | | | |
| Unit | | | | | kWh | | | |
| product | electricity, ewz client mix 2010 | ZH | 0 | kWh | 1 | | | |
| technosphere | electricity, ewz mixpower 2010 | CH | 0 | kWh | 1.96E-01 | 1 | 1.05 | (1,1,1,1,1,1); Angaben Hans Abplanalp (ewz) |
| | electricity, ewz naturpower 2010 | CH | 0 | kWh | 7.41E-01 | 1 | 1.05 | (1,1,1,1,1,1); Angaben Hans Abplanalp (ewz) Begleitgruppensitzung 29.09.2012 |
| | electricity, ewz oekopower 2010 | CH | 0 | kWh | 5.89E-02 | 1 | 1.05 | (1,1,1,1,1,1); Angaben Hans Abplanalp (ewz) Begleitgruppensitzung 29.09.2013 |
| | electricity, ewz solartop 2010 | CH | 0 | kWh | 3.39E-03 | 1 | 1.05 | (1,1,1,1,1,1); Angaben Hans Abplanalp (ewz) Begleitgruppensitzung 29.09.2014 |

Annexe

Tab. 7.7 Metainformation to the unit process raw data of the electricity products of the ewz for the year 2010

| ReferenceFunction | Name | electricity, ewz mixpower 2010 | electricity, ewz naturpower 2010 | electricity, ewz oekopower 2010 | electricity, ewz wassertop 2010 | electricity, ewz solartop 2010 | electricity, ewz mix 2010 | electricity, ewz client mix 2010 | electricity, low voltage, ewz natpower 2010, at grid | electricity, low voltage, ewz oekopower 2010, at grid | electricity, low voltage, ewz wassertop 2010, at grid | electricity, low voltage, ewz solartop 2010, at grid | electricity, low voltage, ewz mix 2010, at grid | electricity, low voltage, ewz client mix 2010, at grid | | | | | | | |
|---------------------------|-----------------------|--|----------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Geography | Location | CH | CH | CH | CH | CH | CH | ZH | CH | CH | CH | CH | CH | ZH | | | | | | | |
| ReferenceFunction | InfrastructureProcess | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | |
| ReferenceFunction | Unit | kWh | kWh | kWh | kWh | kWh | kWh | kWh | kWh | kWh | kWh | kWh | kWh | kWh | | | | | | | |
| IncludedProcesses | | This dataset includes the electricity produced in own power plants and in partner power plants. Furthermore, electricity bought on the market and by contract is considered as well. | | | | | | | | This dataset includes the electricity produced in own power plants and in partner power plants. Furthermore, electricity bought on the market and by contract is considered as well. Additionally, the distribution network and losses are included. | | This dataset includes the electricity produced in own power plants and in partner power plants. Furthermore, electricity bought on the market and by contract is considered as well. Additionally, the distribution network and losses are included. | | This dataset includes the electricity produced in own power plants and in partner power plants. Furthermore, electricity bought on the market and by contract is considered as well. Additionally, the distribution network and losses are included. | | This dataset includes the electricity produced in own power plants and in partner power plants. Furthermore, electricity bought on the market and by contract is considered as well. Additionally, the distribution network and losses are included. | | This dataset includes the electricity produced in own power plants and in partner power plants. Furthermore, electricity bought on the market and by contract is considered as well. Additionally, the distribution network and losses are included. | | This dataset includes the electricity produced in own power plants and in partner power plants. Furthermore, electricity bought on the market and by contract is considered as well. Additionally, the distribution network and losses are included. | |
| LocalName | | Strom, ewz mixpower, 2010 | Strom, ewz naturpower, 2010 | Strom, ewz oekopower, 2010 | Strom, ewz wassertop, 2010 | Strom, ewz solartop, 2010 | Strom, ewz mix, 2010 | Strom, ewz mix Privatkunden, 2010 | Strom, Niederspannung, ewz natpower 2010, ab Netz | Strom, Niederspannung, ewz oekopower 2010, ab Netz | Strom, Niederspannung, ewz wassertop 2010, ab Netz | Strom, Niederspannung, ewz solartop 2010, ab Netz | Strom, Niederspannung, ewz mix 2010, ab Netz | Strom, Niederspannung, ewz client mix 2010, ab Netz | | | | | | | |
| Synonyms | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| GeneralComment | | The electricity mix is valid for EWZ (Elektrizitätswerke Zürich) customers only. | | | | | | | | This dataset describes the transmission and transformation of high, medium and low voltage electricity. Included are electricity losses and direct emissions to air (ozone, SF6 and N2O). The electricity mix is valid for EWZ (Elektrizitätswerke Zürich) customers only. | | This dataset describes the transmission and transformation of high, medium and low voltage electricity. Included are electricity losses and direct emissions to air (ozone, SF6 and N2O). The electricity mix is valid for EWZ (Elektrizitätswerke Zürich) customers only. | | This dataset describes the transmission and transformation of high, medium and low voltage electricity. Included are electricity losses and direct emissions to air (ozone, SF6 and N2O). The electricity mix is valid for EWZ (Elektrizitätswerke Zürich) customers only. | | This dataset describes the transmission and transformation of high, medium and low voltage electricity. Included are electricity losses and direct emissions to air (ozone, SF6 and N2O). The electricity mix is valid for EWZ (Elektrizitätswerke Zürich) customers only. | | This dataset describes the transmission and transformation of high, medium and low voltage electricity. Included are electricity losses and direct emissions to air (ozone, SF6 and N2O). The electricity mix is valid for EWZ (Elektrizitätswerke Zürich) customers only. | | This dataset describes the transmission and transformation of high, medium and low voltage electricity. Included are electricity losses and direct emissions to air (ozone, SF6 and N2O). The electricity mix is valid for EWZ (Elektrizitätswerke Zürich) customers only. | |
| InfrastructureIncluded | Category | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | | | | | | |
| SubCategory | | electricity | electricity | electricity | electricity | electricity | electricity | electricity | electricity | electricity | electricity | electricity | electricity | electricity | | | | | | | |
| LocalCategory | | production mix | production mix | production mix | production mix | production mix | production mix | production mix | supply mix | supply mix | supply mix | supply mix | supply mix | supply mix | | | | | | | |
| LocalSubCategory | | Elektrizität | Elektrizität | Elektrizität | Elektrizität | Elektrizität | Elektrizität | Elektrizität | Elektrizität | Elektrizität | Elektrizität | Elektrizität | Elektrizität | Elektrizität | | | | | | | |
| Formula | | Erzeugungsmix | Erzeugungsmix | Erzeugungsmix | Erzeugungsmix | Erzeugungsmix | Erzeugungsmix | Erzeugungsmix | Versorgungsmix | Versorgungsmix | Versorgungsmix | Versorgungsmix | Versorgungsmix | Versorgungsmix | | | | | | | |
| StatisticalClassification | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CASNumber | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TimePeriod | StartDate | 2010 | 2010 | 2010 | 2010 | 2010 | 2010 | 2010 | 2010 | 2010 | 2010 | 2010 | 2010 | 2010 | | | | | | | |
| EndDate | | 2010 | 2010 | 2010 | 2010 | 2010 | 2010 | 2010 | 2010 | 2010 | 2010 | 2010 | 2010 | 2010 | | | | | | | |
| DataValidForEntirePeriod | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | | | | | | |
| OtherPeriodText | | | | | | | | | Data on ozone and N2O emissions are from the early nineties, electricity consumption for 2000 | Data on SF6 emissions and electricity consumption are for 2000 | Data on SF6 emissions and electricity consumption are for 2000 | Data on SF6 emissions and electricity consumption are for 2000 | Data on SF6 emissions and electricity consumption are for 2000 | Data on SF6 emissions and electricity consumption are for 2000 | | | | | | | |
| Geography | Text | | | | | | | | | The calculations are based on Swiss data. Total losses are based on data from Switzerland. Ozone- and NO2-emission factors are based on published measurements made in various countries. | | The calculations are based on Swiss data. Total losses are based on data from Switzerland. Specific SF6-Emissions (percentage of SF6 stock) are based on Swiss data. | | The calculations are based on Swiss data. Total losses are based on data from Switzerland. Specific SF6-Emissions (percentage of SF6 stock) are based on Swiss data. | | The calculations are based on Swiss data. Total losses are based on data from Switzerland. Specific SF6-Emissions (percentage of SF6 stock) are based on Swiss data. | | The calculations are based on Swiss data. Total losses are based on data from Switzerland. Specific SF6-Emissions (percentage of SF6 stock) are based on Swiss data. | | | |
| Technology | Text | Average technology assumed | | | | | | | | Average technology used to transmit and distribute electricity. Includes underground and overhead lines. | | Average technology used to transmit and distribute electricity. Includes underground and overhead lines, as well as air-, vacuum- and SF6-insulated high-to-medium voltage switching stations. | | Average technology used to transmit and distribute electricity. Includes underground and overhead lines, as well as air-, vacuum- and SF6-insulated high-to-medium voltage switching stations. | | Average technology used to transmit and distribute electricity. Includes underground and overhead lines, as well as air-, vacuum- and SF6-insulated high-to-medium voltage switching stations. | | Average technology used to transmit and distribute electricity. Includes underground and overhead lines, as well as air-, vacuum- and SF6-insulated high-to-medium voltage switching stations. | | | |
| Representativeness | Percent | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | | | | | | | |
| ProductionVolume | | unknown | unknown | unknown | unknown | unknown | unknown | unknown | unknown | unknown | unknown | unknown | unknown | unknown | | | | | | | |
| SamplingProcedure | | unknown | unknown | unknown | unknown | unknown | unknown | unknown | statistics | statistics | statistics | statistics | statistics | statistics | | | | | | | |
| Extrapolations | | none | none | none | none | none | none | none | none | none | none | none | none | none | | | | | | | |
| UncertaintyAdjustments | | none | none | none | none | none | none | none | none | none | none | none | none | none | | | | | | | |
| Details | | automatic validation in Excel | automatic validation in Excel | automatic validation in Excel | automatic validation in Excel | automatic validation in Excel | automatic validation in Excel | automatic validation in Excel | automatic validation in Excel | automatic validation in Excel | automatic validation in Excel | automatic validation in Excel | automatic validation in Excel | automatic validation in Excel | | | | | | | |
| OtherDetails | | none | none | none | none | none | none | none | none | none | none | none | none | none | | | | | | | |