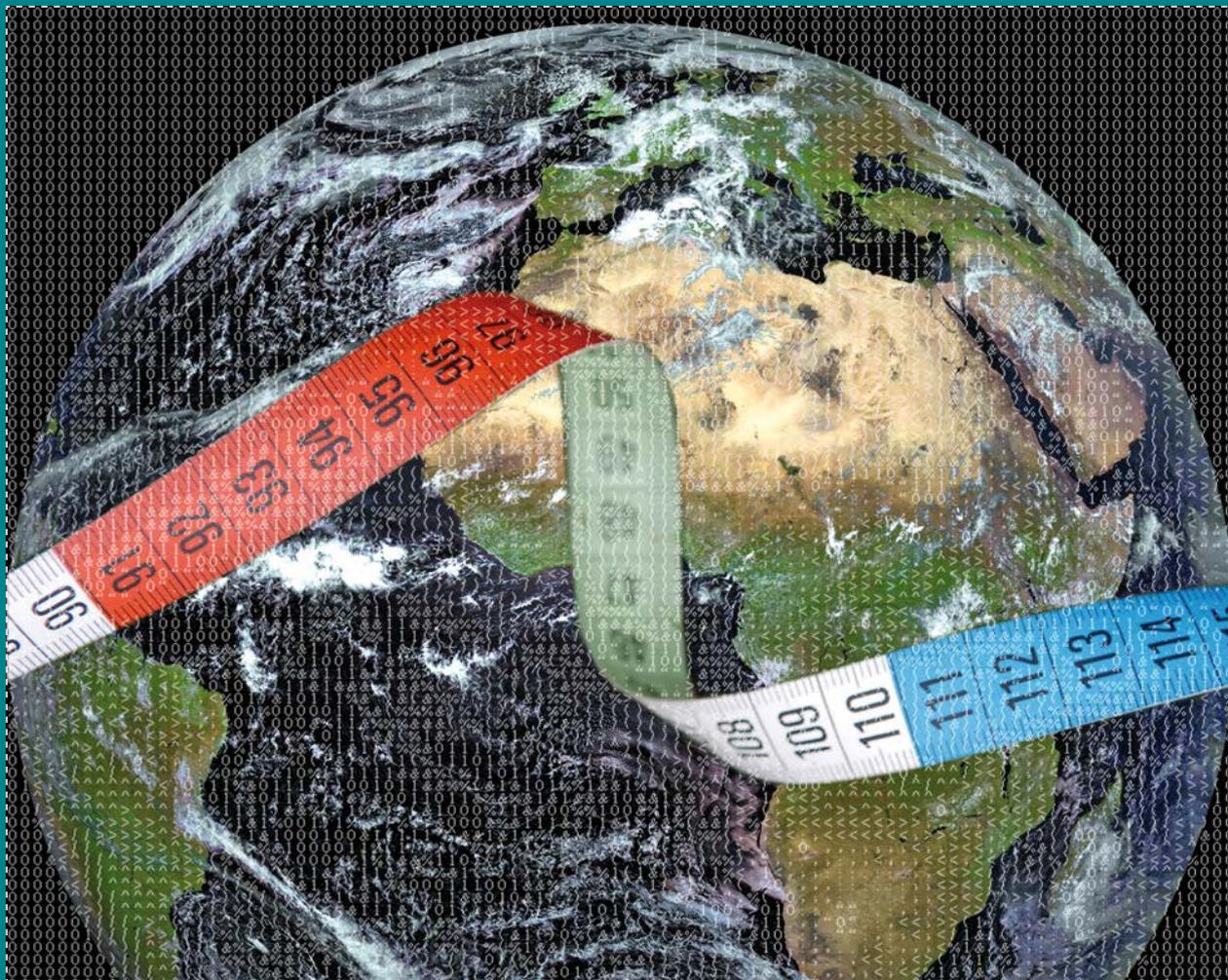


> Entwicklung der weltweiten Umweltauswirkungen der Schweiz

Umweltbelastung von Konsum und Produktion von 1996 bis 2011



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Umwelt BAFU

> Entwicklung der weltweiten Umweltauswirkungen der Schweiz

Umweltbelastung von Konsum und Produktion von 1996 bis 2011

*Synthèse de cette publication: www.bafu.admin.ch/uw-1413-f
Extended summary of this publication: www.bafu.admin.ch/uw-1413-e*

Impressum

Herausgeber

Bundesamt für Umwelt (BAFU)

Das BAFU ist ein Amt des Eidg. Departements für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK).

Autoren

Rolf Frischknecht, Carsten Nathani, Sybille Büsser Knöpfel, René Itten, Franziska Wyss, Pino Hellmüller

Begleitung BAFU

Nicolas Merky (Leitung), Loa Buchli, Paul Filliger, Peter Gerber, Andreas Hauser, Regine Röthlisberger

Zitierung

Frischknecht R., Nathani C., Büsser Knöpfel S., Itten R., Wyss F., Hellmüller P. 2014: Entwicklung der weltweiten Umweltauswirkungen der Schweiz. Umweltbelastung von Konsum und Produktion von 1996 bis 2011. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Wissen Nr. 1413: 120 S.

Gestaltung

Stefanie Studer

Titelbild

© Meteosat / swisstopo, NPOC

PDF-Download

www.bafu.admin.ch/uw-1413-d

(eine gedruckte Fassung liegt nicht vor)

Eine Kurzfassung dieser Publikation ist auch in französischer und englischer Sprache verfügbar.

© BAFU 2014

> Inhalt

Abstracts	5		
Vorwort	7		
Zusammenfassung	8		
<hr/>			
1 Einleitung	21		
1.1 Ausgangslage	21		
1.2 Zielsetzung	23		
1.3 Inhalt dieses Berichts	23		
<hr/>			
2 Methodik und Vorgehen	25		
2.1 Verwendete Methodik	25		
2.2 Inländische Umweltbelastung	26		
2.2.1 Methodischer Ansatz	26		
2.2.2 Datengrundlage, Modellierungen und Annahmen	27		
2.2.3 Exkurs zu Inlands-, Territorial-, Absatz-, und Verbrauchsprinzip	30		
2.3 Aussenhandel	32		
2.3.1 Übersicht	32		
2.3.2 Aussenhandel mit Waren	32		
2.3.3 Aussenhandel mit Dienstleistungen	35		
2.3.4 Verknüpfung des Warenhandels mit Ökobilanzdaten	36		
2.3.5 Verknüpfung der Dienstleistungen mit Ökobilanzdaten	36		
2.4 Ökobilanz	37		
2.4.1 Sachbilanzen	37		
2.4.2 Umweltindikatoren	38		
2.5 Konsumbedingte Umweltbelastungen In- und Ausland	39		
2.6 Transport	40		
2.6.1 Transport bei Grenzübertritt	40		
2.6.2 Transportdistanzen Vorkette internationaler Transport	41		
2.6.3 Anteile pro Transportmittel	42		
<hr/>			
3 Entwicklung des Schweizerischen Aussenhandels	43		
3.1 Warenimporte und -exporte	43		
3.1.1 Warenimporte	43		
3.1.2 Warenexporte	44		
3.2 Dienstleistungsimporte und -exporte	46		
		3.3 Exkurs: Entwicklung des ENTSO-E Strommix	48
		3.3.1 Modellierung Strommix und Kraftwerke	48
		3.3.2 Entwicklung der Umweltauswirkungen des ENTSO-Strommixes	48
<hr/>			
4 Ergebnisse – Entwicklung der Umweltbelastung von 1996 bis 2011	51		
4.1 Übersicht	51		
4.2 Gesamtsicht über alle Umweltbereiche	53		
4.2.1 Die UBP-Methode 2013	53		
4.2.2 Sensitivitätsanalyse mit anderen gesamttaggregierenden Methoden	61		
4.3 Einzelne Umweltbereiche	67		
4.3.1 Klimawandel	67		
4.3.2 Primärenergieaufwand (kumulierter Energieaufwand)	72		
4.3.3 Weitere Umweltbereiche	76		
4.4 Einfluss bedeutender Ereignisse	81		
4.5 Entwicklung der Umwelt-Effizienz	82		
4.6 Vergleich mit internationalen Studien	88		
4.7 Reduktionsbedarf Gesamtumweltbelastung, Treibhausgas-Emissionen und Primärenergieaufwand	90		
4.8 Unterschiede zwischen Inlandsprinzip und Territorialprinzip	93		
4.9 Unterschiede Konsum- und Produktionsperspektive	94		
4.10 Umweltbelastung durch Nahrungsmittel, Brenn- und Treibstoffe	95		
4.10.1 Überblick	95		
4.10.2 Ernährung	97		
4.10.3 Mobilität	99		
4.10.4 Wohnen	100		
4.10.5 Exkurs: Erdölimport versus Erdölverbrauch	101		
<hr/>			
5 Datenqualität und Unsicherheiten	103		
5.1 Datenqualität	103		
5.1.1 Produktionsperspektive	103		
5.1.2 Konsumperspektive	103		
5.2 Unsicherheitsanalyse	104		
5.2.1 Unsicherheit über die Zeitreihe	104		
5.2.2 Unsicherheit innerhalb eines Jahres	106		

6	Schlussfolgerungen und Ausblick	108
6.1	Schlussfolgerungen	108
6.2	Forschungs- und Weiterentwicklungsbedarf	110
<hr/>		
	Literatur	112
	Verzeichnisse	115
	Glossar	119

> Abstracts

What impact have Switzerland's consumption patterns had on the domestic and foreign environment in the last 15 years? This study uses emissions, trade and life cycle assessment data to examine this question. It reveals that the total environmental impact caused within Switzerland during the period of study has significantly decreased. However, this decrease has largely been offset by Switzerland's environmental impact abroad, which has increased significantly. The share of Switzerland's overall environmental impact that was caused abroad was approximately 56 % in 1996, but this rose to around 73 % in 2011. In order to reach an environmentally-sustainable level, Switzerland's overall environmental impact must be reduced by at least half. In addition to the overall environmental impact, specific consumption-based indicators were calculated for selected environmental aspects: greenhouse gas emissions, air pollution, land use, water use, nitrogen and primary energy consumption. This yielded a similar result: domestic impacts are diminishing, while impacts abroad are on the rise. Domestic greenhouse gas emissions, for instance, are falling to some extent. At the same time, the emissions caused abroad are rising so quickly that the overall greenhouse gas emissions caused by Swiss consumption are increasing.

Keywords:

Consumption-Based
Environmental Impact,
Footprint Indicators,
Carbon Footprint,
Life Cycle Assessment,
Resource Efficiency

Wie hat sich die Umweltbelastung durch den Konsum der Schweiz im In- und Ausland in den letzten 15 Jahren entwickelt? Dieser Frage geht die vorliegende Studie mit Hilfe von Emissionsdaten, kombiniert mit Handels- und Ökobilanzdaten nach. Es zeigt sich, dass die im Inland verursachte Gesamtumweltbelastung im untersuchten Zeitraum deutlich abnimmt. Diese Abnahme wird jedoch durch die im Ausland verursachte Umweltbelastung weitgehend kompensiert, da diese deutlich zunimmt. Der im Ausland verursachte Anteil der Gesamtumweltbelastung ist von rund 56 % im Jahr 1996 bis ins Jahr 2011 auf rund 73 % angestiegen. Um ein naturverträgliches Mass zu erreichen, müsste die Gesamtumweltbelastung insgesamt mindestens halbiert werden. Neben der Gesamtumweltbelastung wird auch für ausgewählte Umweltbereiche die jeweilige konsumbedingte Umweltbelastung berechnet: Nämlich für Treibhausgasemissionen, Luftverschmutzung, Landnutzung, Wassernutzung, Stickstoff und Primärenergieverbrauch. Dabei zeigt sich ein ähnliches Bild: Fortschritte im Inland stehen steigender Belastung im Ausland gegenüber. Die Treibhausgasemissionen, zum Beispiel, nehmen im Inland leicht ab. Gleichzeitig steigen die im Ausland verursachten Emissionen so stark an, dass die durch den schweizerischen Konsum insgesamt verursachten Treibhausgasemissionen insgesamt zunehmen.

Stichwörter:

Konsumbedingte
Umweltbelastung,
Fussabdruck-Indikatoren,
Treibhausgas-Fussabdruck,
Ökobilanz,
Ressourceneffizienz

Comment les impacts environnementaux dans le pays et à l'étranger liés à la consommation suisse ont-ils évolué ces quinze dernières années? La présente étude tente de répondre à cette question à l'aide de données sur les émissions en combinaison avec des données sur le commerce et les écobilans. L'étude révèle que l'impact environnemental dans le pays a nettement diminué durant la période considérée. Cette diminution est cependant largement compensée par l'impact environnemental occasionné à l'étranger, qui, lui, a sensiblement augmenté. La part de l'impact environnemental global à l'étranger a progressé de 56 % en 1996 à 73 % en 2011. Afin d'atteindre un niveau supportable pour la nature, l'impact environnemental global devrait être réduit au moins de moitié. En outre, la présente étude s'est également attachée à calculer l'impact environnemental dû à la consommation dans certains domaines, à savoir les émissions de gaz à effet de serre, la pollution de l'air, l'utilisation des sols, l'utilisation des eaux, l'azote et la consommation d'énergies primaires. L'analyse affiche un tableau similaire: des progrès dans le pays et une pollution accrue à l'étranger. A titre d'exemple, les émissions de gaz à effet de serre diminuent légèrement en Suisse alors que celles occasionnées à l'étranger affichent une hausse telle que les émissions de gaz à effet de serre totales dues à la consommation suisse progressent.

Qual è stata l'evoluzione negli ultimi 15 anni dell'impatto ambientale dovuto ai consumi in Svizzera e all'estero nel nostro Paese? Il presente studio risponde a questo interrogativo con l'ausilio di dati sulle emissioni combinati con dati commerciali e di ecobilanci. Dallo studio si evince che l'impatto ambientale complessivo generato in Svizzera è diminuito in misura significativa nel periodo esaminato. La riduzione è tuttavia stata in gran parte controbilanciata dall'impatto ambientale generato all'estero, in forte aumento. Esso è infatti lievitato da circa il 56 per cento nel 1996 a circa il 73 per cento nel 2011. Per ottenere un livello rispettoso dell'ambiente, occorrerebbe almeno dimezzare l'impatto ambientale complessivo. Oltre all'impatto ambientale complessivo dovuto ai consumi si calcola anche l'impatto in alcuni settori ambientali selezionati riferito a: emissioni di gas serra, inquinamento atmosferico, utilizzazione del suolo e delle acque, azoto e consumo di energia primaria. Lo scenario è simile ovunque: ai progressi registrati in Svizzera si contrappone un aumento dell'impatto all'estero. Le emissioni di gas serra, ad esempio, sono leggermente diminuite in Svizzera. Al contempo, le emissioni generate all'estero sono cresciute al punto tale da far lievitare le emissioni di gas serra generate nel complesso dai consumi della Svizzera.

Mots-clés:

Impact environnemental de la consommation, Indicateurs d'empreinte, Empreinte Carbone, Ecobilan, Efficacité des Ressources

Parole chiave:

Impatto ambientale del consumo, Indicatori d'impronta, Impronta di carbonio, Ecobilancio, Efficienza nell'uso delle risorse

> Vorwort

Die Schweiz hat im Inland viele Umweltprobleme wirksam angepackt. Die Luftqualität hat sich hierzulande deutlich verbessert und auch die Qualität der Oberflächengewässer und des Grundwassers ist heute generell gut. Weiter verfügt die Schweiz über eine wettbewerbsfähige Wirtschaft und einen international überdurchschnittlich hohen Lebensstandard. Uns geht es in vielerlei Hinsicht sehr gut.

Aber die Schweiz ist keine Insel, sondern eng mit dem Ausland verflochten. Für viele Güter unseres täglichen Konsums sind wir auf Ressourcen aus dem Ausland angewiesen. Kaufen wir hierzulande zum Beispiel ein Smartphone, so wurde dieses im Ausland zusammengesetzt und basiert auf Rohstoffen, deren Abbau im Ausland Umweltbelastung verursacht. Um ein zuverlässiges Bild über die von uns verursachte Umweltbelastung zu erhalten, ist es also wichtig, eine umfassende Konsumperspektive, also den «Fussabdruck» unseres Konsums über den gesamten Lebenszyklus der Produkte hinweg zu betrachten, denn die Schweiz trägt hierfür eine Mitverantwortung.

Die im In- und Ausland verursachte Umweltbelastung, wurde für die Schweiz erstmals 2011 im Auftrag des BAFU umfassend untersucht (Jungbluth. et al. 2011). Dabei hat sich unter anderem gezeigt, dass deutlich mehr als die Hälfte der Umweltbelastung im Ausland anfällt. Die damalige Betrachtung bezog sich auf das Jahr 2005. Die vorliegende Studie wendet die darin angewandte Methode nun erstmals zur Messung der Entwicklung der Gesamtumweltbelastung über die Zeit an. Während die aggregierte Gesamtzahl einen groben Überblick verschafft, sind die Fussabdrücke nach einzelnen Umweltbereichen in ihren jeweiligen biophysikalischen Einheiten (z.B. Treibhausgase, Landverbrauch, Stickstoff) zentral für die Messung der Fortschritte der Schweiz auf dem Weg Richtung Grüne Wirtschaft.

Die Resultate zeigen, dass wir einen steigenden Anteil an Umweltbelastung im Ausland verursachen und insgesamt noch weit von einem naturverträglichen Mass an Ressourcenverbrauch entfernt sind.

Die Schweiz darf sich also nicht auf den umweltpolitischen Erfolgen im Inland ausruhen. Mit den Arbeiten zur Grünen Wirtschaft soll sie einen weiteren Beitrag zur Schonung der natürlichen Ressourcen leisten, beispielsweise mit der Stärkung der Kreislaufwirtschaft im Inland, um den Ressourcenverbrauch und die weltweit damit verbundene Umweltbelastung zu senken.

Wir wünschen Ihnen eine anregende Lektüre!

Christine Hofmann
Stellvertretende Direktorin
Bundesamt für Umwelt (BAFU)

> Zusammenfassung

Ausgangslage und Zielsetzung

Während in der Schweiz einzelne Umweltprobleme gelöst werden konnten und andere vermehrt angegangen werden, nimmt weltweit der Druck auf die natürliche Umwelt ungebremszt zu. Vielerorts übersteigen der Verbrauch und die Schädigung natürlicher Ressourcen ein langfristig naturverträgliches Mass: So werden beispielsweise Regenwälder abgeholzt, Böden verlieren an Fruchtbarkeit und die Biodiversität nimmt ab, Meere werden mit Stickstoff belastet und die Emissionen an Treibhausgasen beeinflussen das Klima. Unser Konsumverhalten wirkt sich nicht allein direkt auf unsere nächste Umgebung aus, sondern auch über die ganze vorausgehende und nachgelagerte Wertschöpfungskette. So wird für die Herstellung von Schweizer Schokolade in tropischen Ländern Kakao angebaut und für Smartphones Coltan aus Minen in Afrika gewonnen und abgebaut. Diese Smartphones können bei der Entsorgung eine Quelle für langfristige Bodenverunreinigungen sein. Unser Konsumverhalten wirkt sich somit weltweit aus. Bei einer stark auf Dienstleistungen ausgerichteten und global vernetzten Volkswirtschaft wie derjenigen der Schweiz sind diese im Ausland verursachten Umweltbelastungen besonders relevant.

Der weltweite Druck auf die natürliche Umwelt nimmt zu

Die Arbeiten des Bundes zur Grünen Wirtschaft orientieren sich deshalb an der gesamten Wertschöpfungskette. Sie haben zum Ziel, die Ressourceneffizienz von Konsum und Produktion zu verbessern, um die natürlichen Ressourcen zu schonen. Die Umweltbelastung von Konsum und Produktion in der Schweiz soll reduziert werden, auch unter Berücksichtigung der im Ausland mitverursachten Emissionen und Ressourcenverbräuche.

Grüne Wirtschaft

Die durch die Schweiz verursachte Umweltbelastung kann aus zwei Perspektiven betrachtet werden:

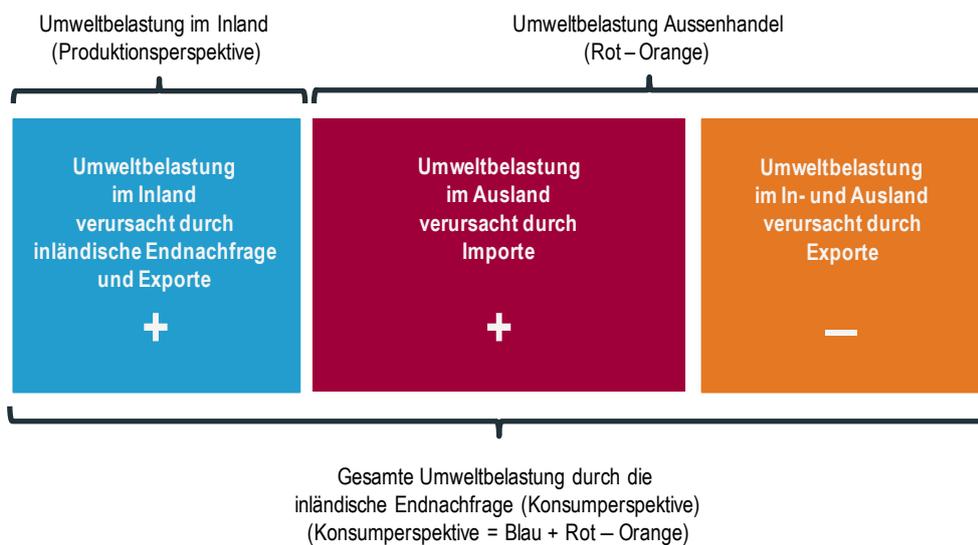
Produktions- und
Konsumperspektive

- > In der so genannten Produktionsperspektive steht die Umweltbelastung durch Unternehmen und Haushalte im Vordergrund, die im Inland entsteht.
- > Die Konsumperspektive hingegen geht von den in der Schweiz konsumierten Produkten aus. Sie rechnet der Schweiz die Umweltbelastungen zu, die durch den Konsum in unserem Land weltweit verursacht werden. Dabei wird der gesamte Lebenszyklus der konsumierten Güter einbezogen.

Die beiden Perspektiven sind in Abb. A dargestellt.

Abb. A > Produktionsperspektive, Aussenhandel und Konsumperspektive

Die Grafik zeigt den Zusammenhang zwischen der Produktions- und Konsumperspektive.



BAFU-Abbildung in Anlehnung an Jungbluth et al. 2011

Die Umweltbelastung, die der Schweizer Konsum im Ausland verursacht, ist deutlich grösser als diejenige im Inland. Dies hat bereits eine Pilotstudie (Jungbluth et al. 2011) im Auftrag des BAFU für das Jahr 2005 gezeigt.

Fragestellung

Die vorliegende Studie berechnet die Entwicklung der Umweltbelastung, die durch den Schweizer Endkonsum verursacht wird über den Zeitraum von 1996 bis 2011. Diese Umweltbelastung wird sowohl in der Gesamtsicht als auch für einzelne Umweltaspekte analysiert und diskutiert. Mit den Ergebnissen der Studie werden die folgenden Fragen beantwortet:

- > Wie haben sich die im Inland verursachte Umweltbelastung (Produktionsperspektive) und die durch den Schweizer Endkonsum im In- und Ausland verursachte Umweltbelastung (Konsumperspektive) entwickelt?
- > Wie hat sich die Umweltbelastung insgesamt entwickelt und welche einzelnen Umweltbereiche bzw. Umweltprobleme sind bezüglich Anteil und Dynamik besonders relevant?
- > Wie hat sich das Verhältnis zwischen Umweltbelastung im Inland und der grenzüberschreitenden Umweltbelastung entwickelt? Hat der Anteil der im Ausland verursachten Umweltbelastung im Laufe der Zeit zu- oder abgenommen?
- > Wie hat sich die Umweltbelastung im Vergleich zur Wirtschaftsleistung der Schweiz entwickelt? Hat eine nennenswerte Entkopplung stattgefunden und, wenn ja, in welchen Umweltbereichen?

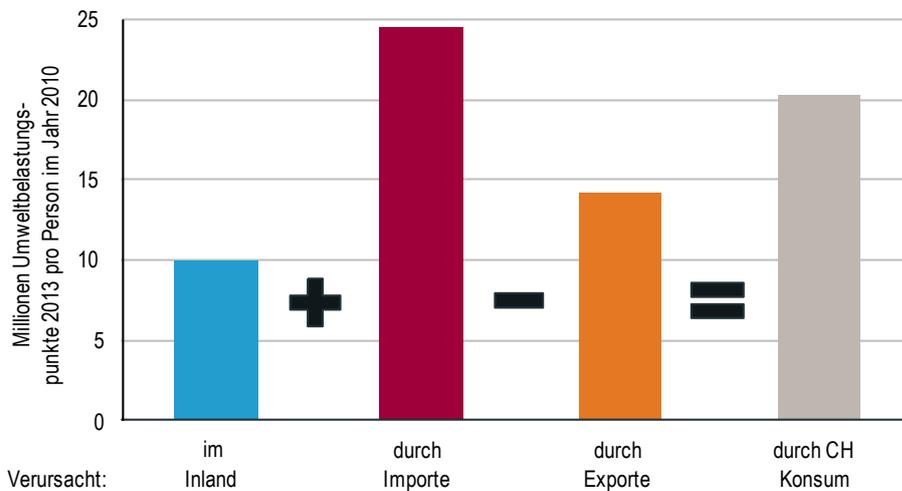
Methodik und Vorgehen

Die hier verwendete Methodik wird in der Pilotstudie (Jungbluth et al. 2011) als «LCA&trade» bezeichnet und beschrieben. Im Unterschied zur Methode «Environmentally-Extended Input-Output-Analysis», die in der Pilotstudie hauptsächlich verwendet worden ist, basiert die Berechnung der inländischen Umweltbelastung nicht auf einer ökologischen Input-Output-Analyse. Vielmehr werden die Emissionen und Ressourcenverbräuche der Zeitreihe direkt und gesamthaft betrachtet. Ein weiterer wichtiger Unterschied liegt in einer vereinfachten Berechnungsweise der Umweltintensitäten, sprich Umweltbelastung pro Gewicht oder Franken, der Exporte.

Die Umweltbelastung der Schweiz aus der Konsumperspektive wird in der vorliegenden Studie folgendermassen berechnet: Zur im Inland verursachten Umweltbelastung wird die Belastung durch Importe addiert und die Umweltbelastung durch die Exporte abgezogen. Die im Inland direkt verursachte Umweltbelastung, blau in Abb. B, entspricht den Ergebnissen aus Sicht der Produktionsperspektive.

Berechnung der konsumbedingten Umweltbelastung

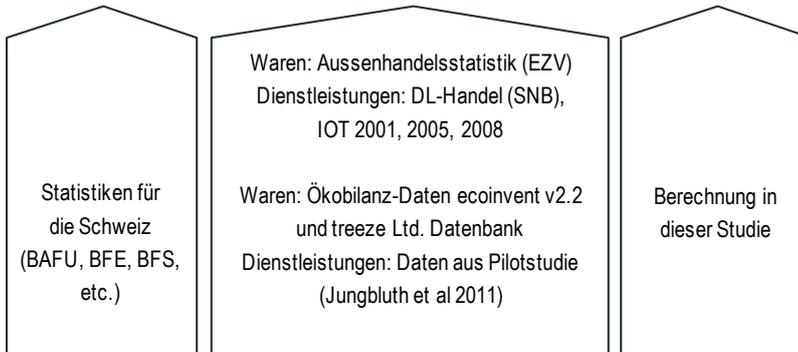
Abb. B > Schema zur Berechnung der konsumbedingten Umweltbelastung



Datengrundlage:

Ökonomische Daten

Daten zu Emissionen und Ressourcennutzung



BAFU-Abbildung in Anlehnung an Jungbluth et al. 2011

Zur Erfassung der inländischen Emissionen und Ressourcenverbräuche werden Daten aus amtlichen Statistiken (hauptsächlich von den Bundesämtern für Umwelt BAFU, Energie BFE, Statistik BFS und Landwirtschaft BLW) verwendet. Die Daten der Warenimporte und -exporte stammen aus der Zollstatistik. Sie werden zur Berechnung der Umweltbelastungen auf der Ebene einzelner Gütergruppen mit spezifischen Ökobilanzdaten verknüpft. Zur Ermittlung der Dienstleistungsimporte und -exporte werden die Zahlungsbilanz der Schweizerischen Nationalbank und die Schweizerischen Input-Output-Tabellen ausgewertet. Die Berechnung der damit verbundenen Umweltbelastungen erfolgt mit Umweltintensitäten aus Jungbluth et al. (2011). Dieser Berechnungsweg erlaubt eine vollständige Erfassung der gesamthaft anfallenden konsumbedingten Umweltbelastung. Es ist jedoch nicht möglich, mit der angewandten Methodik die Entwicklung der Umweltbelastung nach einzelnen Wirtschaftsbranchen und Konsumbereichen detailliert auszuwerten.

Datengrundlage

Verwendete Indikatoren

Für die Beurteilung der gesamten Umweltbelastung wird in der vorliegenden Studie hauptsächlich die in der Ökobilanzierung häufig eingesetzte UBP-Methode (UBP: Umweltbelastungspunkte) verwendet. Diese Methode fasst ein sehr breites Spektrum von Umweltbelastungen (z. B. Klimawandel, Nutzung verschiedener Landtypen, Emissionen an Schadstoffen in Luft, Gewässer und Boden) zu einer Kennzahl zusammen. Die Methode wurde 2013 aktualisiert. Sie orientiert sich an den schweizerischen oder den von der Schweiz mitgetragenen internationalen Zielen. Um zu überprüfen, wie stark die Resultate von der Wahl der Bewertungsmethode abhängen, werden die Gesamtergebnisse mit weiteren Bewertungsmethoden ausgewiesen.

Indikatoren zur Wirkungsabschätzung

Als Teilindikatoren für ausgewählte wichtige Umweltbereiche («thematische Footprints») werden die Fussabdrücke der Treibhausgas-Emissionen (Carbon Footprint), der Wassernutzung, der Luftverschmutzung, der Landnutzung (Einfluss auf die Biodiversität), des Stickstoffs (Eutrophierung) sowie der Energieaufwand quantifiziert.

Entwicklung der konsumbedingten Gesamtumweltbelastung

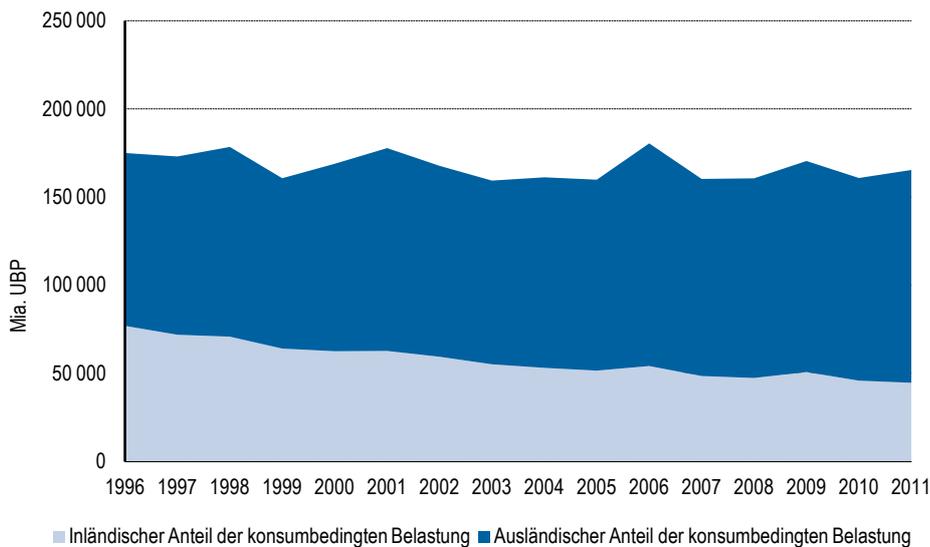
Der Anteil der im Inland verursachten Umweltbelastung nahm im Betrachtungszeitraum deutlich und kontinuierlich ab. Dieser Fortschritt wurde aber zu einem grossen Teil durch die Zunahme der im Ausland verursachten Umweltbelastung kompensiert. Im Jahr 2011 verursachte der Konsum in der Schweiz fast drei Viertel seiner Umweltbelastung im Ausland.

Drei Viertel der Umweltbelastungen werden im Ausland verursacht.

Über die vergangenen fünfzehn Jahre kann keine Gesamtzunahme der Umweltbelastung, die durch den inländischen Konsum verursacht worden ist, nachgewiesen werden. Mit der hauptsächlich verwendeten Methode zeigt sich tendenziell sogar eine leichte Abnahme der konsumbedingten Gesamtumweltbelastung (vgl. Abb. C). Die mittelfristig notwendige markante Senkung der Gesamtumweltbelastung zeichnet sich dagegen noch nicht ab.

Abb. C > Entwicklung der konsumbedingten Gesamtumweltbelastung der Schweiz

Entwicklung der Gesamtumweltbelastung durch den inländischen Endkonsum in Mia. Umweltbelastungspunkten (UBP-Methode 2013), unterteilt in die im Aus- und Inland verursachte Belastung.



Berechnungen treeze und Rütter Soceco AG

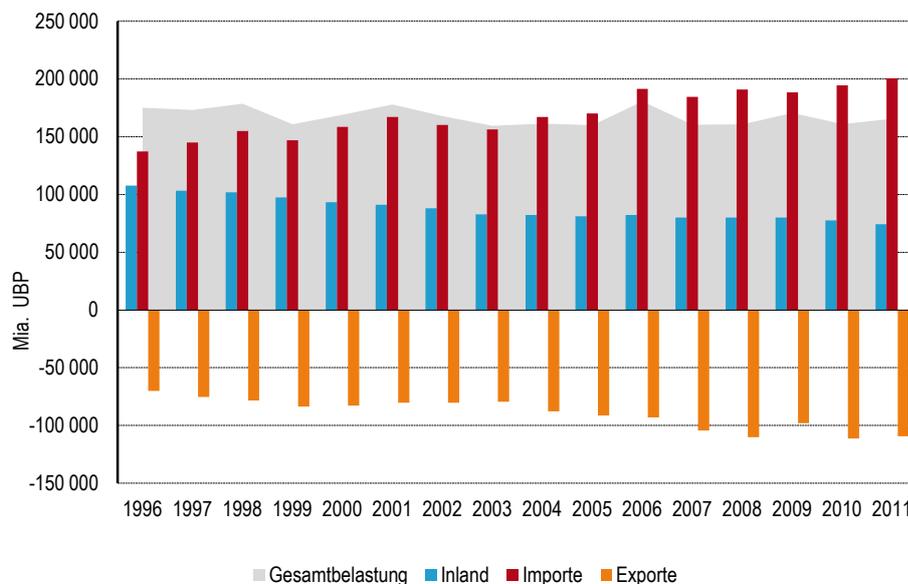
Um umweltpolitische Verbesserungen und Verschlechterungen beurteilen zu können, sollte die Entwicklung im Rahmen von Zehnjahresperioden betrachtet werden. Jährliche Schwankungen werden von kurzfristigen Effekten dominiert. So zum Beispiel vom konjunkturell bedingten Auf- und Abbau von Lagern im Zusammenhang mit dem Handel von Metallen (vor allem Platin und Palladium) und fossilen Brenn- und Treibstoffen.

jährliche Schwankungen

Entwicklungen pro Kopf: Der Verlauf pro Person ist vergleichbar mit demjenigen der absoluten konsumbedingten Gesamtumweltbelastung der Schweiz. Gesamthaft sinkt die konsumbedingte Umweltbelastung (in UBP) pro Person in der untersuchten Zeitreihe von 24.6 Mio. UBP/Kopf im Jahr 1996 auf 20.7 Mio. für 2011 ab. Aufgrund der Bevölkerungszunahme nimmt die absolute Umweltbelastung über die Jahre hinweg allerdings weniger stark ab als jene pro Person.

Abb. D > Entwicklung der konsumbedingten Gesamtumweltbelastung der Schweiz

Entwicklung der Gesamtumweltbelastung in Mia. Umweltbelastungspunkten (UBP-Methode 2013).



Berechnungen treeze und Rütter Sococo AG

Abb. D zeigt die konsumbedingte Umweltbelastung mit ihrer Zusammensetzung aus inländischer Umweltbelastung, importbedingter Belastung und der exportbedingten Belastung, die abzuziehen ist, um die konsumbedingte Belastung zu erhalten.

Vergleich mit dem naturverträglichen Mass

Wie stark die Umweltbelastung das naturverträgliche Mass überschreitet, lässt sich aufgrund der heute verfügbaren Informationen nicht eindeutig beantworten. Dennoch können die Grössenordnungen von verschiedenen Seiten her eingegrenzt werden:

Überschreitung des naturverträglichen Masses

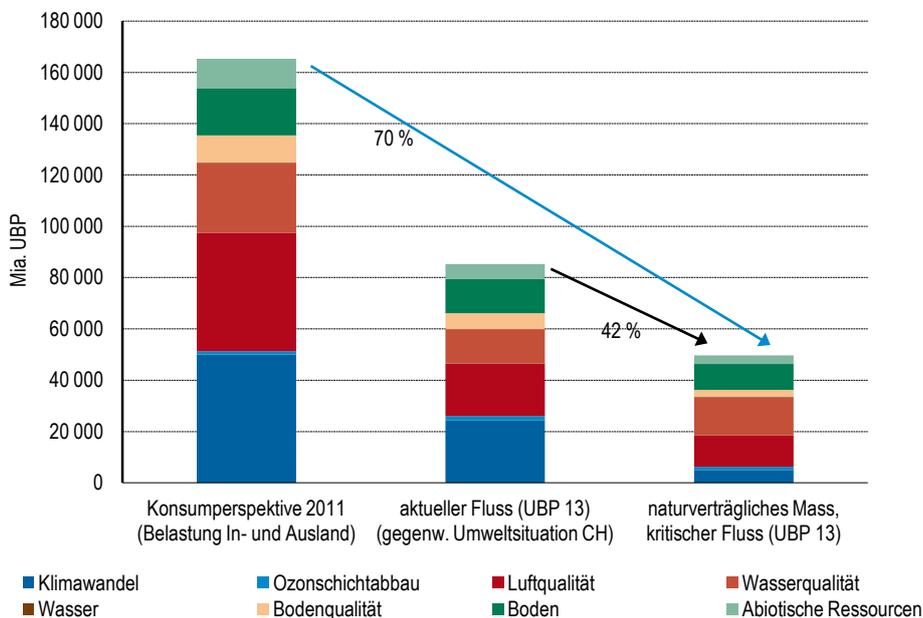
- > Vergleicht man die Gesamtumweltbelastung von 2011 in der Konsumperspektive mit dem kritischen Fluss¹, welcher sich wie die UBP-Methode aus den Zielen der Schweizer Umweltpolitik ableiten lässt, so ergibt sich eine Differenz von 70 % (vgl. Abb. E). In dieser Betrachtung werden für die konsumbedingten Umweltbelastungen die gleichen nationalen Zielwerte unterstellt wie für die inländischen. Allerdings berücksichtigt diese Betrachtung die unterschiedlichen Gegebenheiten im Ausland nicht (z. B. stärkere Wasserknappheit in manchen Weltregionen im Ausland als in der Schweiz). Das kann zu einer Über- oder auch Unterschätzung des Reduktionsbedarfs führen.

¹ Der kritische Fluss quantifiziert die durch die Umweltpolitik angestrebte Zielsituation. Beispiel: Der Schweizerische Bundesrat will die Stickoxid-Emissionen um rund 50 % gegenüber dem Stand vom Jahr 2005 reduzieren, um den Immissionsgrenzwert von Ozon und die Limiten für Säuredepositionen einhalten zu können. Dies entspricht einer jährlichen Stickoxidfracht von 45 000 Tonnen.

- > Vergleicht man die aktuelle Umweltbelastung im Inland (aktueller Fluss² gemäss UBP-Methode) mit dem kritischen Fluss, liegt letzterer 42 % tiefer (vgl. Abb. E). Dieser aktuelle Fluss entspricht näherungsweise der Produktionsperspektive. Er berücksichtigt also mit wenigen Ausnahmen die im Ausland verursachte Umweltbelastung nicht.

Abb. E > Vergleich der aktuellen Belastung mit dem «naturverträglichen» Mass³

Ergebnisse der Umweltbelastung (UBP-Methode 2013) in Mia. UBP für die Konsumperspektive sowie des aktuellen Flusses gemäss UBP-Methode 2013.



Berechnungen treeze und Rütter Soceco AG

- > Die konsumbedingten Treibhausgas-Emissionen (Kyoto-Substanzen) im Jahr 2011 entsprachen 13.6 t CO₂-Äquivalenten (CO₂-eq) pro Person. Dies kann mit diversen Zielsetzungen in der Klimadiskussion verglichen werden. Gemessen zum Beispiel am Ziel von 1 Tonne CO₂-eq pro Person und Jahr besteht demnach in der Konsumperspektive ein Reduktionsbedarf von knapp 93 %. Das 1-Tonnen-Ziel basiert auf dem von der Weltgemeinschaft gesetzten 2°C-Ziel und sollte Mitte dieses Jahrhunderts erreicht werden.

Aufgrund dieser Eckwerten ist davon auszugehen, dass ein für die Natur langfristig verträgliches Mass der Gesamtumweltbelastung mindestens 50 % unter der heutigen Gesamtumweltbelastung des Konsums liegt.

Gesamtumweltbelastung muss um mindestens 50 % gesenkt werden

² Der aktuelle Fluss quantifiziert die gegenwärtige Umweltsituation. Die aktuelle jährliche Stickoxidfracht beispielsweise beträgt rund 78 700 Tonnen.

³ «Naturverträgliches» Mass gemäss kritischem Fluss der UBP-Methode 2013.

Verschiedene Methoden zur Bewertung der Gesamtumweltbelastung

Neben der hier hauptsächlich verwendeten UBP-Methode gibt es eine Reihe weiterer Methoden, welche die Gesamtumweltbelastung in einem einzigen Indikator zusammenfassen. Zur Validierung der mit der UBP-Methode erzielten Ergebnisse werden zum Vergleich weitere solche Methoden beigezogen. Dazu gehören

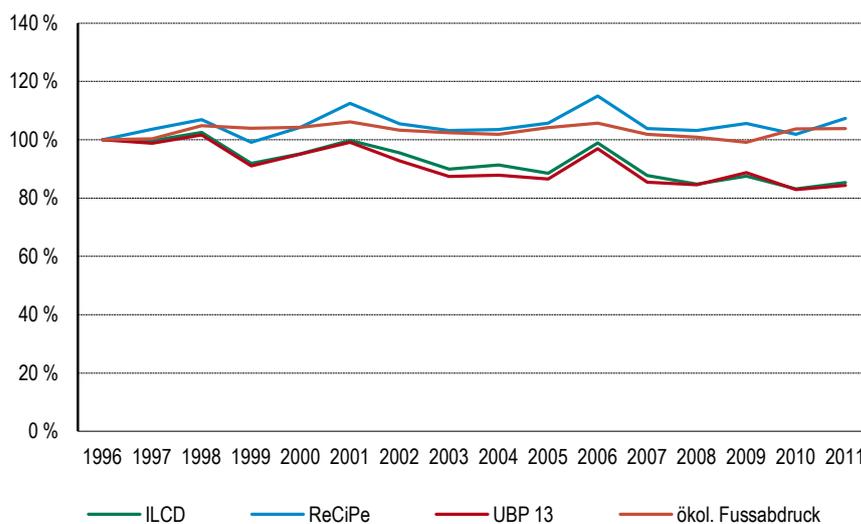
Vergleich mit weitere vollaggregierenden Indikatoren

- > die ILCD-Methode, welche vom Forschungszentrum Joint Research Centre (JRC) der EU vorgeschlagen wird,
- > die an der Universität Leiden entwickelte ReCiPe-Methode
- > sowie der ökologische Fussabdruck, berechnet mit der Datengrundlage aus dieser Studie.

Die Bewertungen mit ILCD und der UBP-Methode 2013 führen zu geringeren Umweltbelastungen im Jahr 2011 im Vergleich zu 1996. Die Bewertungen mit ReCiPe und dem hier berechneten ökologischen Fussabdruck⁴ hingegen ergeben geringfügig höhere Umweltbelastungen (vgl. Abb. F). Dieser Unterschied lässt sich hauptsächlich darauf zurückführen, dass die Bedeutung der Inlandbelastung im Vergleich zur Gesamtbelastung bei einer Bewertung mit ReCiPe deutlich geringer ist als bei einer Bewertung mit der UBP-Methode 2013 und ILCD. Diese geringere Belastung im Inland kann darum mit ihrer Verbesserung die Zunahme der Umweltbelastung im Ausland weniger stark kompensieren. Dies führt gesamthaft zu einer steigenden konsumbedingten Umweltbelastung.

Abb. F > Vergleich verschiedener Bewertungsmethoden zur Berechnung der konsumbedingten Gesamtumweltbelastung

Entwicklung der konsumbedingten Gesamtumweltbelastung pro Person, indexiert.



Berechnungen treeze und Rütter Sococo AG

⁴ Aufgrund unterschiedlicher Datenquellen und Methodik resultieren in dieser Studie andere Werte bei der Bewertung mit dem ökologischen Fussabdruck als vom global footprint network für die Schweiz errechnet werden.

In der Feinauflösung (Veränderungen von Jahr zu Jahr) stimmt der ökologische Fussabdruck relativ schlecht mit den anderen vollaggregierenden Bewertungsmethoden überein. Dies kommt daher, dass mit dem ökologischen Fussabdruck nur die CO₂-Emissionen und die Landnutzung bewertet werden. Andere Umweltprobleme wie Luftverschmutzung oder übermässige Wassernutzung werden nicht berücksichtigt. Über die gesamte Zeitdauer von 15 Jahren entwickeln sich die Umweltbelastung gemäss ReCiPe und der ökologische Fussabdruck in eine ähnliche Richtung, da bei beiden Indikatoren die CO₂-Emissionen und die Landnutzung wichtige Einflussgrössen sind.

Betrachtung einzelner Umweltbereiche

Abb. G zeigt die Entwicklung der Umweltbelastung für ausgewählte wichtige Umweltindikatoren. Die leichte Reduktion der inländischen Treibhausgas-Emissionen vermag die zusätzlichen Emissionen aus dem Aussenhandel nicht zu kompensieren. Die absoluten konsumbedingten Treibhausgas-Emissionen («Carbon Footprint») nahmen deshalb im betrachteten Zeitraum zu und waren im Jahr 2011 17 % höher als im Jahr 1996 (Kyoto-Substanzen). Da die Bevölkerung in diesem Zeitraum um 12 % zunahm, stiegen die konsumbedingten Treibhausgasemissionen pro Person lediglich um knapp 5 % von 13.0 Tonnen (1996) auf 13.6 Tonnen (2011).

13.6 Tonnen CO₂-eq pro Person
und Jahr

Die konsumbedingte Umweltbelastung durch Luftverschmutzung schwankte während des untersuchten Zeitraums beträchtlich und nahm gesamthaft gesehen leicht ab. Die übrigen Umweltauswirkungen nahmen im Betrachtungszeitraum tendenziell zu (Primärenergieaufwand, Eutrophierung, Landnutzung (Einfluss auf Biodiversität) und Wassernutzung). Die Luftverschmutzung unterliegt starken Schwankungen, die vor allem mit dem Platinhandel verbunden sind.

Teilindikatoren

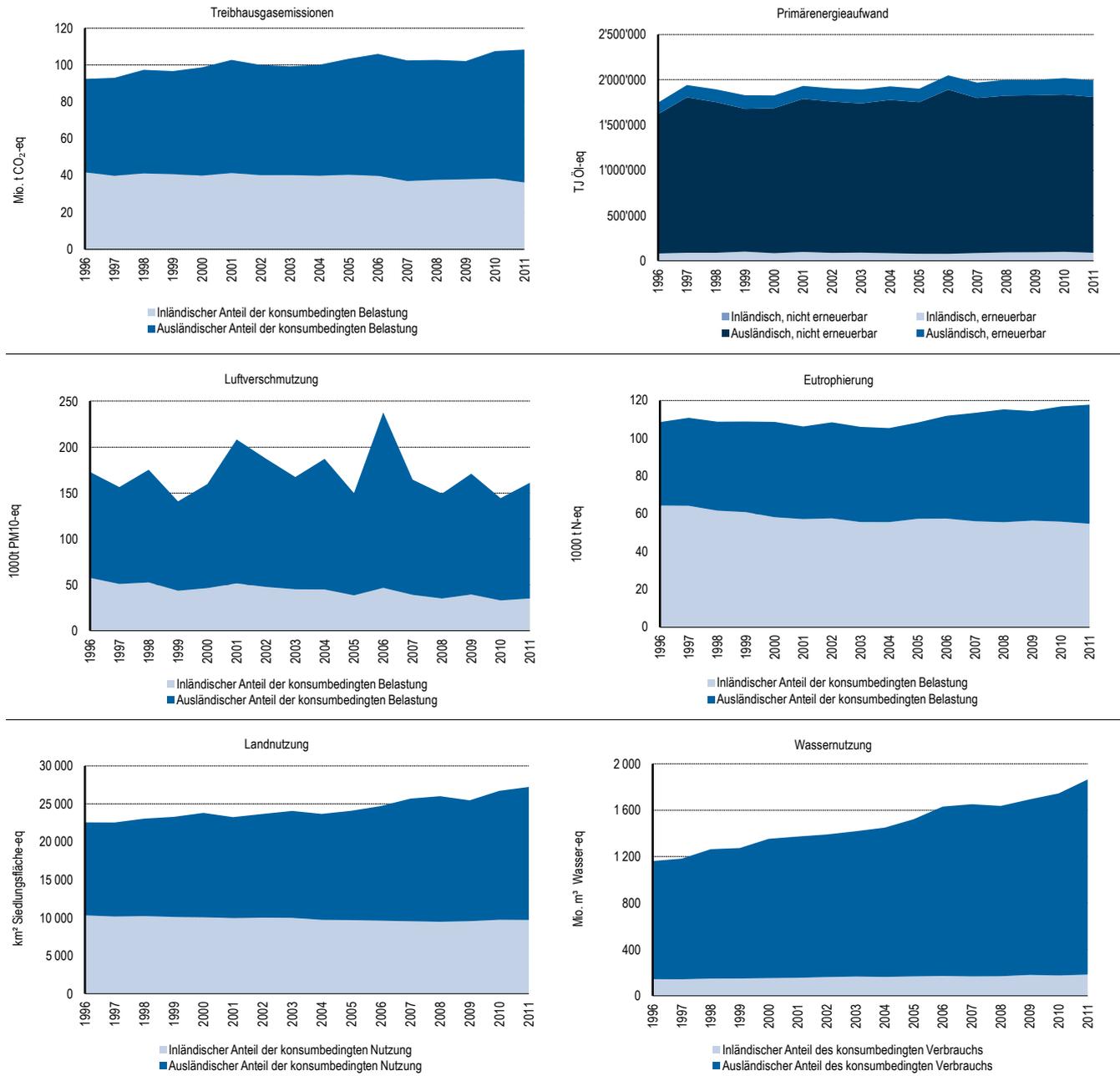
Die Zunahme der Belastung in etlichen Umweltbereichen steht im scheinbaren Widerspruch zur leicht abnehmenden Gesamttendenz mit der UBP-Methode. Dies hat damit zu tun, dass die umfassende UBP-Methode eine Vielzahl von Umweltbelastungen umfasst. In Bereichen wie Luftverschmutzung und Ozonschichtabbau, die einen relativ grossen Anteil der Gesamtumweltbelastung verursachen, ist eine Abnahme zu verzeichnen. Dies trägt zur Verbesserung der Gesamtumweltbelastung bei. Die Emissionen Ozonschichtabbauender Substanzen werden aber in der vorliegenden Studie nicht als eigener Umweltbereich vertieft. Die ausgewählten einzelnen Umweltbereiche betreffen dagegen Umweltbelastungen, die in den letzten Jahren mehrheitlich zugenommen haben.

Der Anteil Inland an der konsumbedingten Belastung nimmt für alle untersuchten Umweltindikatoren über den Betrachtungszeitraum ab. Die insgesamt steigende Tendenz ist also auf die steigende Belastung im Ausland zurückzuführen. Bezüglich Luftverschmutzung und Wassernutzung lag der konsumbedingte Anteil Inland schon im Jahr 1996 relativ tief. Für die Landnutzung war die konsumbedingte Belastung im Inland im Jahr 1996 nur geringfügig tiefer und für die Eutrophierung sogar höher als der Anteil der im Ausland verursachten Belastung.

kontinuierliche Zunahme des
ausländischen Anteils an den
konsumbedingten
Umweltbelastungen

Abb. G > Konsumperspektive nach einzelnen Umweltaspekten

Entwicklung der konsumbedingten Umweltbelastung unterteilt nach In- und Ausland. Die Treibhausgas-Emissionen (Kyoto-Substanzen) wurden auf das Inlandsprinzip umgerechnet und mit den Treibhauspotenzialen aus IPCC (2007, Table TS.2, 100a) bewertet; sie entsprechen somit bezüglich Systemgrenzen und berücksichtigter Substanzen nicht exakt den Emissionen gemäss dem offiziellen Treibhausgasinventar der Schweiz (BAFU 2012b).



Berechnungen treeze und Rütter Sococo AG

Umweltbelastung und Wirtschaftswachstum – Ressourceneffizienz des Konsums

Neben der Entwicklung der absoluten Umweltbelastung und der pro-Person Umweltbelastung ist auch der Vergleich mit dem Wirtschaftswachstum von Interesse. Dies erlaubt u.a. eine Aussage dazu, ob sich die Ressourceneffizienz, also die Umweltbelastung im Vergleich zur Wirtschaftsleistung der Schweizer Volkswirtschaft verbessert hat.

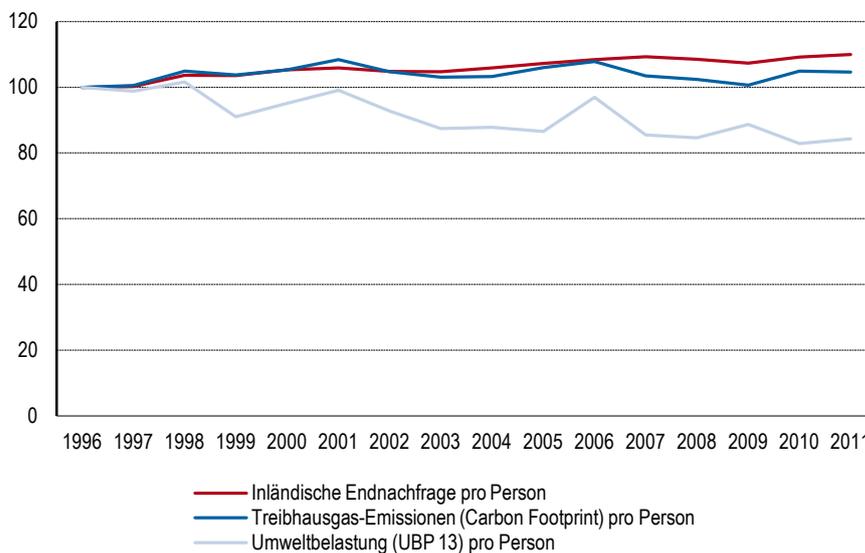
Die direkt mit der Umweltbelastung in der Konsumperspektive vergleichbare Wirtschaftsgrösse ist die inländische Endnachfrage. Sie ist die Summe der Konsumausgaben privater Haushalte, der staatlichen Endnachfrage und der gesamtwirtschaftlichen Investitionen. Während die inländische Endnachfrage und die Treibhausgasemissionen pro Person zwischen 1996 und 2011 zugenommen haben, hat sich die Gesamtumweltbelastung pro Person um knapp 16 % verringert (Abb. H).

Umwelteffizienz

Zunahme der inländischen Endnachfrage bei gleichzeitiger Abnahme der konsumbedingten Treibhausgas-Emissionen und Umweltbelastungen pro Person

Abb. H > Entwicklung der Wirtschaftsleistung, Treibhausgasemissionen und Umweltbelastung

Inländische Endnachfrage (CHF), konsumbedingte Umweltbelastung (UBP 13) und konsumbedingte Treibhausgas-Emissionen (kg CO₂-eq, Kyoto-Substanzen) pro Person zwischen 1996 und 2011 (1996 = 100).



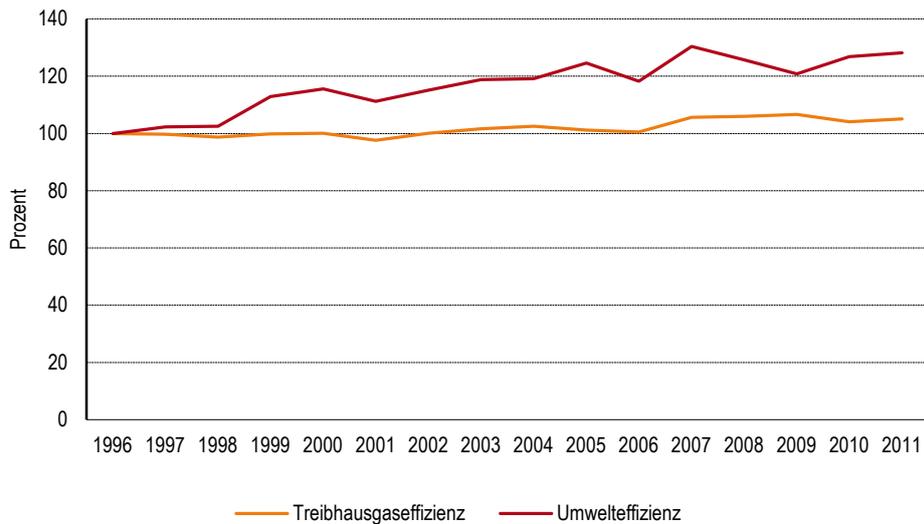
Berechnungen treeze und Rütter Sococo AG

Die daraus errechnete Entwicklung der konsumbedingten Umwelteffizienz bzw. Treibhausgaseffizienz zwischen 1996 und 2011 ist in der nachfolgenden Abb. I dargestellt. Diese Effizienzindikatoren zeigen die inländische Endnachfrage als wirtschaftliche Grösse pro Einheit verursachter konsumbedingter Umweltbelastung resp. Treibhausgas-Emission. Im Betrachtungszeitraum hat sich die Umwelteffizienz deutlich und die Treibhausgaseffizienz leicht erhöht.

Entwicklung der Umwelt- und Treibhausgaseffizienz

Abb. 1 > Treibhausgaseffizienz und Umwelteffizienz

Entwicklung der konsumbedingten Treibhausgaseffizienz (Kyoto-Substanzen) und Umwelteffizienz (UBP-Methode 2013) zwischen 1996 und 2011, indiziert (1996 = 100).



Berechnungen treeze und Rütter Sococo AG

Schlussfolgerungen

Diese Studie legt dar, dass Umweltschutzbemühungen im Inland Wirkung zeigen und die inländische Umweltbelastung tendenziell sinkt. Diese Erfolge werden aber durch die steigenden Umweltauswirkungen im Ausland weitgehend kompensiert. Es ist davon auszugehen, dass ein für die Natur langfristig verträgliches Mass der Gesamtumweltbelastung mindestens 50% unter der heutigen Gesamtumweltbelastung des Konsums liegt.

Bewertet mit der UBP-Methode und mit ILCD hat die konsumbedingte Umweltbelastung über den untersuchten Zeitraum hinweg insgesamt nur leicht abgenommen. Im gleichen Zeitraum haben Bevölkerung und Wirtschaft zugenommen. Dies führt zu sinkender Umweltbelastung (gemessen in UBP) pro Person und steigender Umwelteffizienz. Ein grosser und kontinuierlich zunehmender Anteil der Gesamtumweltbelastung wird im Ausland verursacht.

Bewertet mit ReCiPe und ökologischem Fussabdruck hat die konsumbedingte Umweltbelastung hingegen zugenommen.

Werden nur einzelne Umweltaspekte berücksichtigt zeigt sich, dass die konsumbedingten Treibhausgas-Emissionen, die eutrophierenden Emissionen, die Landnutzung, die Wassernutzung und der Verbrauch an Primärenergieressourcen insgesamt ebenfalls zugenommen haben. Die Luftverschmutzung hingegen hat abgenommen.

Abnahme der inländischen und Zunahme der importierten Umweltbelastung

Im Gegensatz zur inländischen Umweltbelastung (gemäss Produktionsperspektive) unterliegt die Gesamtumweltbelastung in der Konsumperspektive starken Schwankungen. Diese Schwankungen stimmen nicht durchgehend mit der konsumierten Gütermenge überein. Sie sind vielmehr zum grossen Teil auf Lagerauf- und -abbau zurückzuführen, insbesondere von Edelmetallen (Platin und Palladium) und von Erdölprodukten. Diese Schwankungen betreffen unter anderem die im Ausland mitverursachte Luftverschmutzung.

Jährliche Schwankungen

Die jährlichen Unterschiede können darum nicht zuverlässig Verbesserungen oder Verschlechterungen in der Umweltbelastung abbilden. Über den ganzen untersuchten Betrachtungszeitraum von 15 Jahren hinweg sind die beobachteten Trends jedoch statistisch signifikant. Um die Entwicklung der Schweiz in Richtung Grüne Wirtschaft zu beurteilen, sollte das Augenmerk deshalb auf die in Zehnjahresperioden erkennbaren Unterschiede statt auf kurzfristige Jahresschwankungen gelegt werden. Ausserdem ist es zur vertieften Beurteilung wichtig, einzelne Umweltauswirkungen wie beispielsweise den Klimawandel separat und in den jeweiligen physikalischen Grössen zu betrachten (z. B. die Treibhausgasemissionen in Tonnen CO₂-Äquivalenten, nur Kyoto-Substanzen).

Zehnjahresperioden und einzelne Umweltbereiche

Es besteht zusätzlicher Forschungsbedarf in der Frage, wie hoch die Umweltbelastung sein darf, um die natürlichen Lebensgrundlagen langfristig zu sichern. Schätzungen und der Vergleich mit bestehenden Zielwerten weisen jedoch auf einen erheblichen Reduktionsbedarf hin. Weiterer Forschungsbedarf besteht im Bereich von zeitlich und regional differenzierten Ökobilanzdaten, welche die ausländische Entwicklung der Umweltauswirkungen in der Produktion von Waren oder die Veränderung der Umweltintensität von Dienstleistungen über die Jahre abbilden.

Weiterer Forschungsbedarf

1 > Einleitung

1.1 Ausgangslage

Während in der Schweiz einzelne Umweltprobleme gelöst werden konnten und andere vermehrt angegangen werden, nimmt weltweit der Druck auf die natürliche Umwelt ungebremst zu. Vielerorts übersteigen der Verbrauch und die Schädigung natürlicher Ressourcen ein langfristig naturverträgliches Mass: So werden beispielsweise Regenwälder abgeholzt, Böden verlieren an Fruchtbarkeit und die Biodiversität nimmt ab, Meere werden mit Stickstoff belastet und die Emissionen an Treibhausgasen beeinflussen das Klima. Unser Konsumverhalten wirkt sich nicht allein direkt auf unsere nächste Umgebung aus, sondern auch über die ganze vorausgehende und nachgelagerte Wertschöpfungskette.⁵ So wird für die Herstellung von Schweizer Schokolade in tropischen Ländern Kakao angebaut und für Smartphones Coltan aus Minen in Afrika gewonnen und abgebaut. Diese Smartphones können bei der Entsorgung eine Quelle für langfristige Bodenverunreinigungen sein. Unser Konsumverhalten wirkt sich somit weltweit aus. Bei einer stark auf Dienstleistungen ausgerichteten und global vernetzten Volkswirtschaft wie derjenigen der Schweiz sind diese im Ausland verursachten Umweltbelastungen besonders relevant.

Der weltweite Druck auf die natürliche Umwelt nimmt zu

Die Arbeiten des Bundes zur Grünen Wirtschaft orientieren sich deshalb an der gesamten Wertschöpfungskette. Sie haben zum Ziel, die Ressourceneffizienz von Konsum und Produktion zu verbessern, um die natürlichen Ressourcen zu schonen. Die Umweltbelastung von Konsum und Produktion in der Schweiz soll reduziert werden, auch unter Berücksichtigung der im Ausland mitverursachten Emissionen und Ressourcenverbräuche.

Grüne Wirtschaft

Die durch die Schweiz verursachte Umweltbelastung kann aus zwei Perspektiven betrachtet werden:

Produktions- und Konsumperspektive

- > In der so genannten Produktionsperspektive steht die Umweltbelastung durch Unternehmen und Haushalte im Vordergrund, die im Inland entsteht.
- > Die Konsumperspektive hingegen geht von den in der Schweiz konsumierten Produkten aus. Sie rechnet der Schweiz die Umweltbelastungen zu, die durch den Konsum in unserem Land weltweit verursacht werden. Dabei wird der gesamte Lebenszyklus der konsumierten Güter einbezogen.

Die beiden Perspektiven sind in Abb. 1 dargestellt.

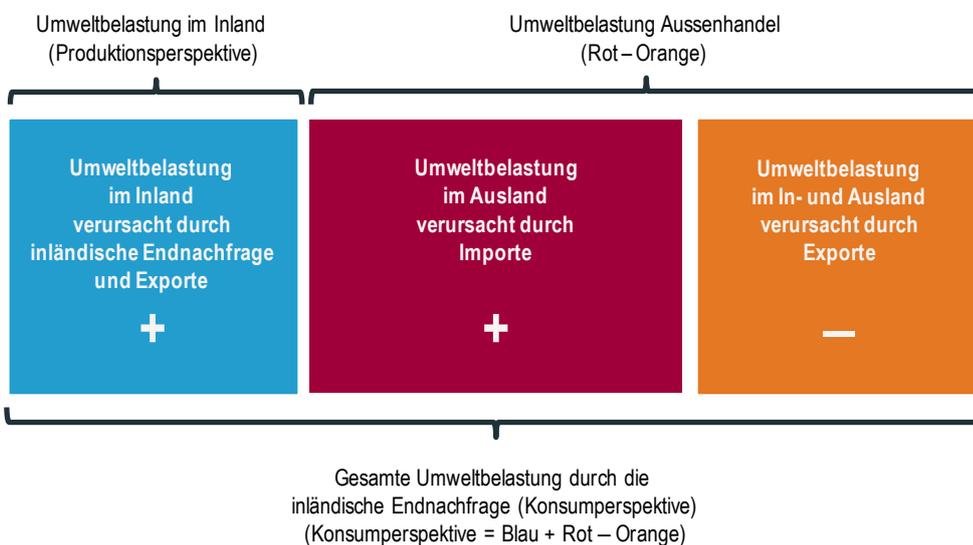
Diese beiden Perspektiven spiegeln auch die grundsätzlichen Handlungsoptionen der Umweltpolitik wider, die entweder an den direkten Umweltbelastungen der inländi-

⁵ Eine Wertschöpfungskette ist die Abfolge von Aktivitäten eines Unternehmens, um seine Produkte oder Dienstleistungen zu entwerfen, herzustellen, zu verkaufen und auszuliefern sowie die nachfolgende Kundenbetreuung.

schen Wirtschaftsakteure (Unternehmen, Verwaltung und Haushalte) ansetzen kann oder am Güter- und Dienstleistungskonsum der Verbraucher. Eine Pilotstudie im Auftrag des BAFU hat für das Jahr 2005 gezeigt, dass die durch den Schweizer Konsum ausgelöste Umweltbelastung deutlich grösser ist als die im Inland entstehende (Jungbluth et al. 2011). Demnach fallen rund 60% der konsumbedingten Umweltbelastungen im Ausland an. Insgesamt ist die Schweiz ein Nettoimporteur von Umweltbelastungen.

Abb. 1 > Produktionsperspektive, Aussenhandel und Konsumperspektive

Die Graphik zeigt den Zusammenhang zwischen der Produktions- und der Konsumperspektive.



Eigene Abbildung in Anlehnung an Jungbluth et al. 2011

Um den Erfolg der Anstrengungen für eine Grüne Wirtschaft einschätzen zu können, ist es wichtig zu wissen, wie sich die konsumbedingte Umweltbelastung im Zeitverlauf entwickelt. So kann beispielsweise ermittelt werden, ob eine allfällige Verbesserung der Umweltsituation im Inland mit einer Verlagerung von Umweltbelastungen ins Ausland einhergeht oder ob sich die Gesamtumweltbelastung tatsächlich verringert. Die Analyse der zeitlichen Dynamik hilft auch bei der Prioritätenfindung für die nationale Umweltpolitik.

1.2 Zielsetzung

Diese Studie verfolgt folgende Ziele:

- > Erstellung einer plausibilisierten Zeitreihe der Gesamtumweltbelastung, die durch den Schweizer Endkonsum ausgelöst wird, für den Zeitraum 1996 bis 2011. Dies schliesst Umweltbelastungen im Ausland ein.
- > Auswertung der Entwicklung der inländischen Umweltbelastung (Produktionsperspektive) sowie der konsumbedingten Gesamtumweltbelastung in UBP sowie für ausgewählte Umweltindikatoren. Analyse der zeitlichen Entwicklung einzelner Umweltindikatoren sowie der Anteile der in- und ausländischen Umweltbelastungen. Auswertung der durch Importe und Exporte ausgelösten Umweltbelastungen.
- > Analyse und Diskussion wichtiger Bestimmungsfaktoren der Entwicklung der Gesamtumweltbelastung.

Die erstellten Zeitreihen werden sorgfältig plausibilisiert und interpretiert, um sicherzustellen, dass sie im Wesentlichen reale Entwicklungen wiedergeben und nicht durch methodisch bedingte Brüche oder Verzerrungen verfälscht werden. Unvermeidliche erkannte Datenlücken werden erläutert. Das Ziel des Projektes ist es, eine Zeitreihe zu erstellen, die eine hohe Glaubwürdigkeit genießt.

Mit den Ergebnissen der Studie werden die folgenden Fragen beantwortet:

- > Wie haben sich die im Inland verursachte Umweltbelastung (Produktionsperspektive) und die durch den Schweizer Endkonsum im In- und Ausland verursachte Umweltbelastung (Konsumperspektive) entwickelt?
- > Wie hat sich die Umweltbelastung insgesamt entwickelt und welche einzelnen Umweltbereiche bzw. Umweltprobleme sind bezüglich Anteil und Dynamik besonders relevant?
- > Wie hat sich das Verhältnis zwischen Umweltbelastung im Inland und der grenzüberschreitenden Umweltbelastung entwickelt? Hat der Anteil der im Ausland verursachten Umweltbelastung im Laufe der Zeit zu- oder abgenommen?
- > Wie hat sich die Umweltbelastung im Vergleich zur Wirtschaftsleistung der Schweiz entwickelt? Hat eine nennenswerte Entkopplung stattgefunden und, wenn ja, in welchen Umweltbereichen?

1.3 Inhalt dieses Berichts

In Kapitel 2 wird ein Überblick gegeben über den verwendeten methodischen Ansatz (Unterkapitel 2.1), über Systemgrenzen und Modellierung bei der Quantifizierung der inländischen Emissionen und Ressourcenverbräuche (Produktionsperspektive, Unterkapitel 2.2) und des Aussenhandels sowie dessen Verknüpfung zu Ökobilanzdaten (Unterkapitel 2.2.3), über Datengrundlage und Methodik bei den zugrunde gelegten Ökobilanzen (Unterkapitel 2.4), bezüglich der Modellierung der konsumbedingten Umweltbelastungen im In- und Ausland (Unterkapitel 2.5) sowie bezüglich der Modellierung der Transportvorgänge zur Einfuhr der Güter (Unterkapitel 2.6).

Kapitel 3 enthält Ausführungen zu den Zeitreihen der Schweizerischen Importe und Exporte.

Die Ergebnisse der Studie werden in Kapitel 4 ausführlich diskutiert. Datenqualität und Unsicherheiten werden in Kapitel 5 thematisiert. Im abschliessenden Kapitel 6 werden die Folgerungen aus den durchgeführten Analysen und Berechnungen formuliert und der weitere Forschungsbedarf und Möglichkeiten zur Weiterentwicklung der hier erarbeiteten Zeitreihe der Gesamtumweltbelastung der Schweiz angesprochen.

Weitergehende Informationen zu den Grundlagendaten und den Modellierungen sind in einem separaten technischen Bericht zu diesem Projekt enthalten (Frischknecht et al. 2014).

2 > Methodik und Vorgehen

2.1 Verwendete Methodik

In einer Vorstudie zuhanden des BAFU wurden verschiedene Ansätze zur Bestimmung der Gesamtumweltbelastung durch den Konsum in der Schweiz vorgeschlagen und miteinander verglichen (Nathani & Jungbluth 2012). In dieser Studie wird der Ansatz «vereinfachte Methode» nach Nathani & Jungbluth (2012) verwendet um die Gesamtumweltbelastung zu quantifizieren.

vereinfachte Methodik

Dieser Ansatz beinhaltet die Zusammenstellung von Zeitreihen zur Entwicklung der inländischen Umweltbelastung (siehe Unterkapitel 2.2), zur Entwicklung der durch die Schweizerischen Güterexporte und -importe verursachten Umweltbelastung (siehe Unterkapitel 2.3), zur Entwicklung der durch die Schweizer Endnachfrage ausgelösten Gesamtumweltbelastung. Dazu werden die inländischen und die importbedingten Umweltbelastungen addiert und die exportbedingten Umweltbelastungen abgezogen (siehe Abb. 11).

Die Entwicklung der durch die Schweizerischen Güterexporte und -importe verursachten Umweltbelastung wurde berechnet, indem Zeitreihen der Import- und Exportmengen nach Gütergruppen (rot in Abb. 2) mit Ökobilanzdaten zur spezifischen Umweltbelastung der importierten und exportierten Güter (blau in Abb. 2) verknüpft wurden.

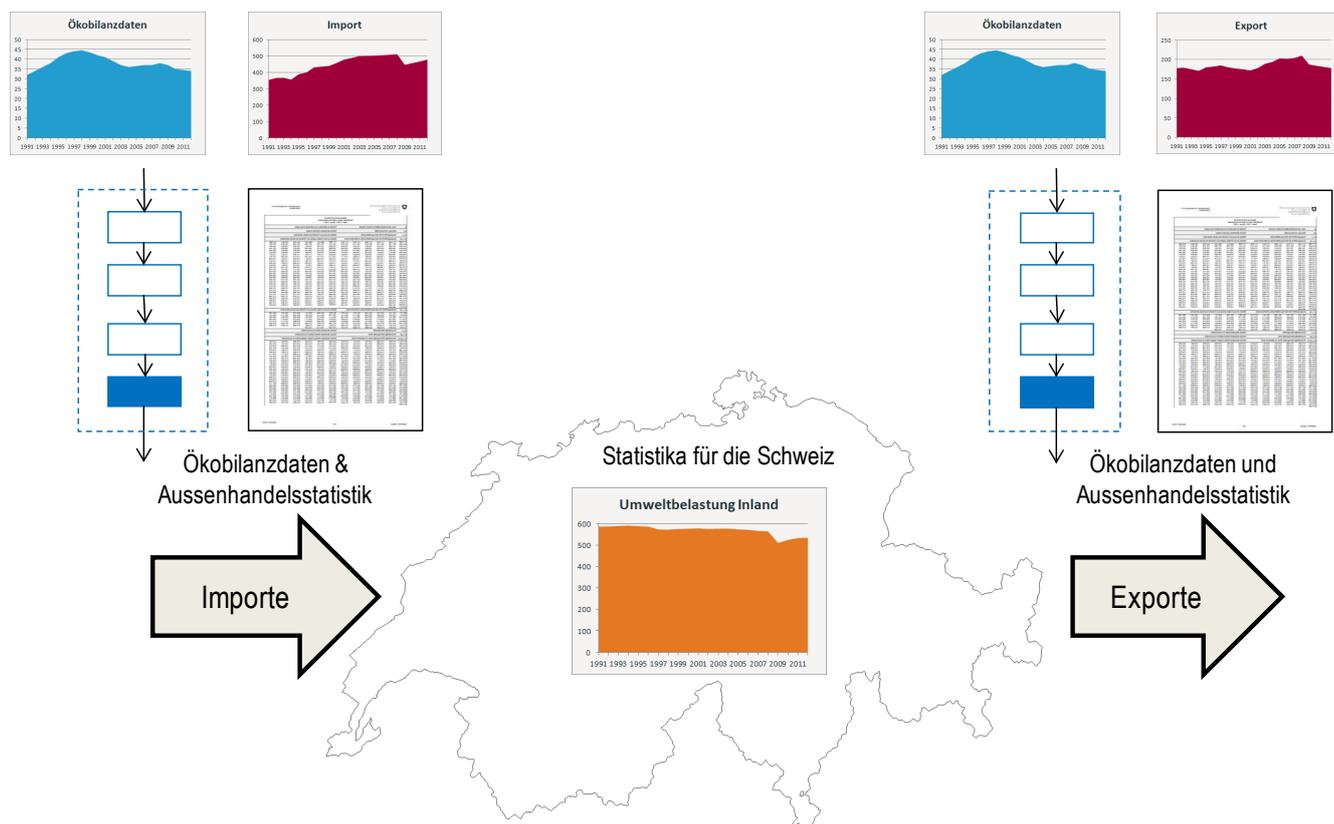
Verknüpfung mit Ökobilanzdaten

Im Unterschied zur Pilotstudie (Jungbluth et al. 2011) basiert die Berechnung der inländischen Umweltbelastung nicht auf einer ökologischen Input-Output-Analyse, sondern auf Jahresreihen zu inländischen Emissionen und Ressourcenverbräuchen, welche durch verschiedener Bundesämter (BAFU, BFE, BFS, BLW etc.) erhoben wurden. Ein weiterer relevanter Unterschied liegt in der Berechnungsweise der Umweltintensitäten der Exporte. Dieser vereinfachte Berechnungsweg erlaubt keine detaillierte Auswertung für einzelne Wirtschaftsbranchen und Konsumbereiche wie dies mit der in der Pilotstudie verwendeten Modellierung möglich war.

Vergleich mit Pilotstudie

Abb. 2 > Grundschematische Vorgehen Ermittlung der Umweltbelastung in der Konsumerspektive

Zeitreihen werden bei der Umweltbelastung Inland, bei den Importen und Exporten und teilweise bei den Ökobilanzdaten erarbeitet und verwendet.



treeze

2.2 Inländische Umweltbelastung

2.2.1 Methodischer Ansatz

Die inländische Umweltbelastung wird im Wesentlichen auf Basis statistischer Grundlagen der Bundesämter für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Statistik quantifiziert. Es handelt sich dabei in der Regel um Jahresfrachten auf dem Schweizer Territorium, die somit dem Territorialprinzip entsprechen (zu den unterschiedlichen Sichtweisen siehe Abschnitt 2.2.3). Die in dieser Studie ausgewiesenen Umweltbelastungen sollen jedoch dem Inlandsprinzip entsprechen, damit sie konzeptionell mit Daten der volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung (z. B. Bruttoinlandprodukt BIP) kompatibel sind. Die transportbedingten Treibhausgas- und Luftschadstoff-Emissionen sind vor allem für Unterschiede zwischen den beiden Prinzipien verantwortlich. Beim BFS liegen für Treibhausgas- und ausgewählte Luftschadstoff-Emissionen Zeitreihen vor, die den Übergang vom Territorial-⁶ zum Inlandsprinzip zeigen. Diese Daten wurden für die vorliegende Studie verwendet. Damit entsprechen die verwendeten Umweltdaten weit-

Inlandbelastung:
Territorial- und Inlandsprinzip

⁶ bzw. für transportbedingte Emissionen vom im Treibhausgasinventar verwendeten Absatzprinzip zum Inlandsprinzip

gehend dem Inlandsprinzip. Unterkapitel 4.8 enthält für die Treibhausgase einen Vergleich zwischen den in der vorliegenden Studie verwendeten Daten gemäss Inlands- und Territorialprinzip. Die Gesamtfrachten werden nicht nach Bereichen wie Haushalte, Gewerbe und Dienstleistung, Industrie, Mobilität oder innerhalb der Industrie nach einzelnen Branchen unterteilt.

Die jährlichen Emissionsfrachten von CO₂, CH₄ und N₂O unterscheiden sich je nach Betrachtungsweise. Bei HFC, PFC und SF₆ sind keine Unterschiede zu beobachten. Für ausgewählte verkehrsbedingte Luftschadstoffe (NO_x und Partikel) werden die Statistiken nach dem Territorialprinzip umgerechnet auf das Inlandsprinzip. Bei allen anderen Schadstoff-Emissionen und Ressourcenentnahmen sind die Frachten gemäss Territorialprinzip identisch mit denjenigen des Inlandsprinzips. Eine genauere Beschreibung und ein Vergleich des Territorial- und des Inlandsprinzips sind in Abschnitt 2.2.3 zu finden.

2.2.2 Datengrundlage, Modellierungen und Annahmen

Abb. 2 zeigt eine Übersicht der verwendeten Datengrundlage für die verschiedenen Schadstoffe und Ressourcen. Für grau markierte Jahre sind Daten vorhanden. Die restlichen Jahre wurden linear interpoliert oder extrapoliert.

Für den Grossteil der Luftschadstoffe, für etliche Wasserschadstoffe, für den Nitratreintrag ins Grundwasser, für die Einträge von Pflanzenschutzmitteln in den Boden, sowie für die meisten Ressourcen (Energie, Mineralien, Wasser) und Abfälle sind jährlich erfasste Statistiken vorhanden, und es muss keine Interpolation oder Extrapolation vorgenommen werden.

Jährlich erfasste Statistiken

Die Zeitreihen des Eintrags von Phosphor, Stickstoff und organischen Stoffen in Oberflächengewässer basieren hingegen auf Inter- und Extrapolationen auf Basis von Werten von drei Jahren (P, N) beziehungsweise einem Jahr (organische Stoffe). Die Schweizer Arealstatistik wird etwa alle zehn Jahre aktualisiert, weshalb für den hier interessierenden Zeitraum zwei vollständige Datensätze existieren und dazwischen interpoliert wird.

Inter- und Extrapolationen

Die Zeitreihe für die Emissionen in die Atmosphäre basieren hauptsächlich auf den Submissionen des BAFU für die Statistiken der UN-ECE (CLRTAP, BAFU 2013b) und der UNFCCC (BAFU 2013c), sowie anderen internen Statistiken oder Datenbanken des BAFU.

Emissionen in die Luft

Die Zeitreihen für die Schadstoff-Emissionen in die Gewässer basieren auf verschiedenen Datenquellen. Die wichtigsten Datenquellen sind Statistiken der Kommission für eutrophierende Schadstoffe der OSPAR (OSPAR Commission 2003, 2006, 2008), Messungen der Rheinüberwachungsstation (RÜS) in Weil am Rhein (AUE 2013) und der nationalen Daueruntersuchung der Schweizer Fliessgewässer (NADUF, BAFU 2013a).

Emissionen in Gewässer

Die Zeitreihen für die Schadstoff-Emissionen ins Grundwasser und in den Boden basieren auf verschiedenen Datenquellen des BAFU und des BLW.

Die Zeitreihen zur Ressourcennutzung und -entnahme beruhen hauptsächlich auf der Gesamtenergiestatistik (BFE 2012a) und der Statistik der erneuerbaren Energien (BFE 2012b) des BFE, der Arealstatistik (BFS 2013a), der STAT-TAB Datenbank (BFS 2011a) des BFS und der AQUASTAT Datenbank der FAO (FAO 1998–2010).

Ressourcennutzung

Die Zeitreihen für den Anfall von Sonderabfällen und radioaktiven Abfällen basieren auf verschiedenen Datenquellen des BAFU. Die während der gesamten Laufzeit der Kernkraftwerke und danach anfallenden Mengen radioaktiver Abfälle wurden auf die gesamte Stromproduktion umgelegt. Damit wird ein Grossteil der erst in mehreren Jahrzehnten anfallenden Abfallmengen zur Zeit der Stromproduktion verbucht. Die Mengen radioaktiver Abfälle im hier zugrunde gelegten Modell weichen also ab von den in der Aussenhandelsstatistik publizierten Mengen. Ein analoges Vorgehen wurde gewählt für die Importe der Kernbrennstäbe (siehe Abschnitt 2.3.4).

Abfälle

Die Lärmemissionen wurden erstmals im Jahr 2009 flächendeckend erfasst. Eine Interpolation auf die Lärmbelastung früherer Jahre ist mit den vorhandenen Informationen nicht möglich. Die Lärmbelastung wird daher nur für das Jahr 2009 ausgewiesen.

Lärmemissionen

Eine detaillierte Beschreibung der Datenquellen und den erforderlichen Anpassungen, Interpolationen und Annahmen für alle Zeitreihen ist im technischen Bericht zu dieser Studie zu finden (Frischknecht et al. 2014).

Tab. 1 > Datengrundlage der Zeitreihen für die Schadstoff-Emissionen und Ressourcenentnahmen in der Schweiz

Die Lärmbelastung wird nur für das Jahr 2009 ausgewiesen.

		1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Atmosphäre	Treibhausgase																
	Ozonschichtabbauende Substanzen																
	Luftschadstoffe (NO _x , CO, NMVOC, SO ₂ , NH ₃)																
	Partikelemissionen TSP, PM ₁₀ , PM _{2.5}																
	Partikelemissionen Dieselruss																
	Benzol																
	Dioxine																
	PAK																
	Schwermetalle (Pb, Cd, Hg, Zn)																
Radioaktive Emissionen in Luft (H-3, C-14, Cs-134, Cs-137)																	
Oberflächengewässer	Stickstoff																
	Phosphor																
	organische Stoffe																
	Schwermetalle (in die Gewässer)																
	Radioaktive Emissionen in Oberflächengewässer (H-3, Co-60, Cs-134, Cs-137, I-131)																
	AOX, PAK																
	Chloroform																
	Hormonaktive Stoffe																
Grundwasser	Nitrat																
Boden	Schwermetalle																
	Pflanzenschutzmittel																
Ressourcen	Energie (erneuerbare, in der Schweiz gewonnen)																
	Landnutzung																
	mineralische Primärressourcen (Granit und andere Natursteine, Tonschiefer, Kreide und Dolomit, Kalk- und Gipsstein, Ton und Kaolin, Kies und Sand)																
	Wasserverbrauch Trinkwasserversorgung																
	Wasserverbrauch Landwirtschaft																
Abfälle	Wasserverbrauch Industrie																
	Deponierte Abfallmenge nach Deponietyp																
	Kohlenstoffgehalt Deponien																
Radioaktive Abfälle	Sonderabfälle																
	Schwach und mittelaktive Abfälle (SMA)																
Nicht stoffliche	Hochaktive Abfälle (HAA) und alphanotoxische Abfälle (ATA)																
	Lärm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Legende

	Keine Daten vorhanden (interpoliert oder extrapoliert)
	Daten vorhanden
-	Keine Daten erfasst

2.2.3 Exkurs zu Inlands-, Territorial-, Absatz-, und Verbrauchsprinzip

Die Ergebnisse des vorliegenden Projektes sollen möglichst mit den Daten der volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung (VGR) und den zugehörigen Umwelt-Satellitenkonten kompatibel sein. Dies erlaubt eine eindeutige Zuordnung von Emissionen und Ressourcenverbrauch zu wirtschaftlichen Akteuren und ihren jeweiligen Aktivitäten⁷ sowie den Vergleich mit wirtschaftlichen Indikatoren aus der VGR (z. B. dem Bruttoinlandsprodukt, BIP).

In der VGR wird das ökonomische System eines Landes nach dem Inlandsprinzip abgegrenzt. Es umfasst die ökonomischen Aktivitäten der auf dem Territorium eines Landes gebietsansässigen Wirtschaftseinheiten (GWE)⁸, unabhängig davon, ob diese Aktivitäten im Inland oder im Ausland stattfinden (Eurostat 2009)⁹. Analog werden in den Umwelt-Satellitenkonten zur Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung die Umweltbelastungen, die im Zuge dieser wirtschaftlichen Aktivitäten entstehen, den GWE zugerechnet. Dies schliesst Umweltbelastungen durch Aktivitäten von GWE im Ausland ein.

Inlandsprinzip

In den Umwelt-Satellitenkonten wird zudem das ökonomische System von der natürlichen Umwelt abgegrenzt. Letztere besteht aus allen natürlichen Beständen und Flüssen in der natürlichen Umwelt, die nicht zum ökonomischen System gehören (Eurostat 2009). In den Satellitenkonten werden lediglich diejenigen Emissionen und Ressourcenverbräuche erfasst, die aufgrund von wirtschaftlichen Aktivitäten anfallen. Emissionen aus der natürlichen Umwelt bzw. ihre Aufnahme in die natürliche Umwelt werden daher nicht berücksichtigt. Bei den Luftschadstoff-Emissionen bestehen bezüglich der Abgrenzung zwischen ökonomischem System und Umwelt einige Grenzfälle, die von Eurostat wie folgt behandelt werden (vgl. Eurostat 2009):

- > Die Emission und Aufnahme von Luftschadstoffen durch kultivierte Pflanzen und Wälder sind grundsätzlich zu berücksichtigen, da diese zum ökonomischen System gehören. Aufgrund fehlender Daten erfolgt dies jedoch nicht in den Emissionskonten von Eurostat. Dies betrifft u.a. die Kohlenstoffbindung in Wäldern sowie die Emission von Wasser und Sauerstoff.
- > Emissionen durch den menschlichen Körper werden nicht berücksichtigt. Von den Emissionen durch domestizierte Tiere wird nur Methan einbezogen.
- > Luftschadstoff-Emissionen aus landwirtschaftlich genutzten Böden werden berücksichtigt, soweit Daten verfügbar sind.
- > Bei den Luftschadstoff-Emissionen aus Deponien werden nur die nicht gefassten Emissionen gezählt.
- > Emissionen aus «Flaring» und «Venting» (Abfackeln und Abblasen, beispielsweise in Erdöl-Raffinerien) werden einbezogen.

Die Basisstatistiken zu Energie- und Ressourcenverbrauch sowie zu Emissionen folgen in der Regel nicht dem Inlandsprinzip, sondern dem Territorialprinzip. Beim Territorialprinzip werden Emissionen und Ressourcenverbräuche auf dem Territorium eines Landes erfasst (BAFU 2012c).

Territorialprinzip

⁷ Wirtschaftliche Aktivitäten umfassen Produktion und Konsum von Gütern und Dienstleistungen.

⁸ d. h. Unternehmen, Einheiten der öffentlichen Verwaltung, Non-Profit-Organisationen sowie private Haushalte

⁹ Ausländische Tochtergesellschaften von einheimischen Unternehmen werden beim Inlandsprinzip jedoch nicht berücksichtigt.

Beim Energieverbrauch und den energiebedingten Luftschadstoff-Emissionen spielen zudem das Verbrauchs- und das Absatzprinzip eine Rolle. Luftschadstoff-Emissionen, die aus der Verbrennung von Energieträgern stammen, können aus der Menge der auf dem Landesgebiet abgesetzten Energieträger berechnet werden oder aus der Menge der im Land verbrauchten Energieträger. Der Unterschied zwischen Absatz und Verbrauch ergibt sich aus

- > der Lagerhaltung der betroffenen Energieträger zwischen dem Punkt, wo der Absatz gemessen wird, und dem Endverbrauch,
- > dem Absatz an Verbraucher, die die Energieträger im Inland kaufen, aber (zum Teil) im Ausland verbrauchen, sowie Verbrauchern, die Energieträger im Ausland kaufen, aber (zum Teil) im Inland verbrauchen (insb. Tanktourismus).

Die Gesamtenergiestatistik des Bundesamtes für Energie, die Basisdaten für energiebedingten Emissionen liefert, folgt in der Regel dem Verbrauchsprinzip. Bei Treibstoffen folgt sie dem Absatzprinzip.

Tab. 2 enthält einen Vergleich zwischen den vier Bilanzierungsprinzipien am Beispiel der energiebedingten Luftschadstoff-Emissionen. Die Unterschiede sind vor allem bei den treibstoffbedingten Emissionen relevant, da hier Unterschiede zwischen dem Standortland der Akteure, dem Land des Treibstoffkaufs und dem Land des Verbrauchs bzw. der Emission zum Tragen kommen.

Die Tabelle zeigt zunächst, dass sich für die energiebedingten Luftschadstoff-Emissionen keine Unterschiede zwischen dem Territorial- und dem Verbrauchsprinzip ergeben. Unterschiede zwischen Territorial- und Absatzprinzip sind vor allem auf den grenzüberschreitenden Tanktourismus zurückzuführen.

Um vom Absatzprinzip, das dem Treibhausgasinventar bei den treibstoffbedingten Emissionen zugrundeliegt, zum Inlandsprinzip zu gelangen, sind die folgenden Schritte durchzuführen:

- > Addition des Treibstoffkaufs durch GWE im Ausland sowie der damit verbundenen Emissionen,
- > Abzug des Treibstoffkaufs durch nicht gebietsansässige Wirtschaftseinheiten (nGWE) im Inland sowie der damit verbundenen Emissionen.

Diese Anpassungen sind vor allem für Benzin, Diesel und Flugtreibstoffe vorzunehmen.

Eine analoge Anpassung erfolgt für treibstoffbedingte Luftschadstoff-Emissionen.

Verbrauchs- und Absatzprinzip

Tab. 2 > Vergleich zwischen den vier Bilanzierungsprinzipien

	Inland- prinzip	Territorial- prinzip	Absatz- prinzip	Verbrauchs- prinzip
Gebietsansässige Wirtschaftseinheiten (GWE)				
Absatz und Verbrauch von Energieträgern (ET) im Inland, Emission über Schweizer Territorium	x	x	x	x
Absatz ET im Inland, Verbrauch und Emission im Ausland	x		x	
Absatz ET im Inland, weder Verbrauch noch Emission (Lagerhaltung)			x	
Absatz ET im Ausland, Verbrauch und Emission im Inland	x	x		x
Absatz ET im Ausland, Verbrauch und Emission im Ausland	x			
Nicht gebietsansässige Wirtschaftseinheiten (nGWE)				
Absatz und Verbrauch ET im Inland, Emission über Schweizer Territorium		x	x	x
Absatz ET im Inland, Verbrauch und Emission im Ausland			x	
Absatz ET im Ausland, Verbrauch und Emission im Inland		x		x
Absatz ET im Ausland, Verbrauch und Emission im Ausland				

Im vorliegenden Projekt wird das Inlandsprinzip für die Berechnung der direkten Emissionen und Ressourcenverbräuche (Produktionsperspektive) angewendet. Die Berechnung der konsumbedingten Umweltbelastungen ist davon nicht betroffen, da sie sich in jedem Fall auf die Endnachfrage durch die gebietsansässigen Wirtschaftseinheiten bezieht.

2.3 Aussenhandel

2.3.1 Übersicht

Aus Sicht der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung umfasst der Aussenhandel den Handel mit Waren sowie mit Dienstleistungen. Der Warenhandel ist aus Umweltsicht deutlich relevanter. Der Handel mit Dienstleistungen spielt in der Schweiz hingegen ökonomisch eine wichtige Rolle und weist zudem grössere Wachstumsraten auf als der Warenhandel.

2.3.2 Aussenhandel mit Waren

Für die Berechnung der import- und exportbedingten Umweltbelastungen werden die folgenden Datensätze bereitgestellt:

Die importbezogenen Daten umfassen zwei Datensätze, die für die Modellierung der Warentransporte benötigt werden,

- > Importe nach Gütergruppen und Herkunftsregionen und
- > Importe nach Gütergruppen und Verkehrsmitteln bei Grenzübertritt.

Die exportbezogenen Daten umfassen

- > Exporte nach Gütergruppen und Verkehrsmitteln.

Bei den Importen und Exporten von Waren werden 396 Gütergruppen unterschieden. Die Daten werden in der Güterklassifikation SITC 3 bereitgestellt, da diese bereits für die Zuordnung von Ökobilanzdaten zu Gütergruppen in der Pilotstudie verwendet wurde.

Die folgenden Herkunftsregionen werden unterschieden:

- > Europa (ohne Russland, inkl. Ukraine, Weissrussland und Türkei)
- > Russland
- > Nordafrika und Mittlerer Osten
- > Übriges Afrika
- > Süd- und Zentralasien
- > Ostasien
- > Ozeanien
- > Nord- und Mittelamerika, Karibik
- > Südamerika

Die folgenden Transportmittel werden unterschieden:

- > Eisenbahn
- > Lastwagen
- > Flugzeug
- > Pipeline
- > Schiff

Die Daten zum Import und Export von Waren stammen aus der Aussenhandelsstatistik der Eidgenössischen Zollverwaltung (EZV 2013), die seit kurzem online verfügbar ist.

Für den Zeitraum 1996 bis 2011 liegen die benötigten Grunddaten in verschiedenen Güterklassifikationen vor¹⁰:

- > Daten zum Import nach Herkunftsregionen und zum Export liegen für die Jahre 1996 bis 2005 in der Klassifikation SITC Rev. 3 vor, für die Jahre 2006 bis 2011 in der Klassifikation SITC Rev. 4.
- > Daten zum Import und Export nach Verkehrsmitteln bei Grenzübertritt liegen für die Jahre 1996 bis 2006 in der Klassifikation NST/R vor, für die Jahre 2007 bis 2011 in der Klassifikation NST 2007.

Zur Erstellung einer durchgehenden Zeitreihe in der Klassifikation SITC Rev. 3 waren daher umfangreiche Umschlüsselungsberechnungen erforderlich. Diese Arbeiten umfassten die folgenden Schritte:

¹⁰ vgl. Erläuterungen der Eidgenössischen Zollverwaltung:
www.ezv.admin.ch/themen/04096/04103/04129/index.html?lang=de#sprungmarke10_19

- > Erstellung eines Übergangsschlüssels von SITC Rev. 4 zu SITC Rev. 3. Gemäss UN (2006) unterscheidet sich SITC Rev. 4 von SITC Rev. 3 vor allem auf den tieferen Ebenen (Basic headings), aber kaum auf den hier benötigten Ebenen. Eine Ausnahme sind die Erdölprodukte, die in der neuen Klassifikation weniger detailliert vorliegen als in der alten. Um die Erdölprodukte für die Jahre ab 2006 gemäss SITC Rev. 3 darzustellen, wurden daher tiefgegliederte Daten, die in der HS-Klassifikation vorliegen, ausgewertet. Zudem wurde die neue Gütergruppe SITC 599 (Rückstände der chemischen Industrie, Siedlungsabfälle, Klärschlämme) der entsprechenden Gütergruppe in SITC Rev.3 zugeordnet. Schliesslich wurden vier Gütergruppen zu zweien zusammengefasst, da sie sich kaum voneinander unterscheiden. Eine weitergehende Berücksichtigung aller feineren Unterschiede zwischen beiden Klassifikationen war im Rahmen dieses Projektes nicht möglich. Für die übrigen Gütergruppen wird daher angenommen, dass SITC Rev. 3 und Rev. 4 identisch sind.
- > Erstellung eines Übergangsschlüssels von NST/R bzw. NST 2007 zu SITC Rev. 3. Die verschiedenen Klassifikationen sind untereinander nicht kompatibel. Die Zuordnung erfolgte mit Hilfe von Übergangsschlüsseln von HS zu SITC Rev. 3 sowie von HS zu NST/R bzw. NST 2007, die vom Statistischen Amt der UNO bzw. der EZV bereitgestellt werden, sowie den Importdaten gemäss HS-Klassifikation für das Jahr 2007. In den Fällen, in denen die Zuordnung auf der Basis dieser Hilfsschlüssel nicht eindeutig war, wurde sie manuell vorgenommen.
- > Umrechnung der Daten zu Importen und Exporten nach Verkehrsmitteln von der Klassifikation NST/R bzw. NST 2007 in die Klassifikation SITC Rev. 3.
- > Aufbereitung der Daten für die Übernahme in die Ökobilanzsoftware SimaPro.

Bezüglich der Herkunftsregionen der importierten Güter ist anzumerken, dass in der Aussenhandelsstatistik bis 2011, dem letzten Bezugsjahr der vorliegenden Studie, dasjenige Land als «Erzeugungsland» registriert wurde, in dem das Produkt vor der Einfuhr in die Schweiz im freien Verkehr war (Fischer 2013). Dieses muss nicht das Land sein, in dem das Produkt tatsächlich erzeugt wurde, sondern kann auch ein Land sein, in dem das Produkt in Verkehr gebracht wurde, bevor es in die Schweiz exportiert wurde. Wenn zum Beispiel Produkte eines chinesischen Unternehmens, die für die Schweiz bestimmt sind, zunächst in ein Zentrallager in Deutschland geliefert und von dort aus in die Schweiz exportiert werden, so wird Deutschland in der Aussenhandelsstatistik als Erzeugungsland registriert und nicht China. Ab dem Bezugsjahr 2012 wird in der Statistik das «Ursprungsland» statt dem «Erzeugungsland» ausgewiesen. Ersteres entspricht in der Regel dem Land, in dem die Ware überwiegend hergestellt wurde. Der Wechsel zum Ursprungslandprinzip zeigt, dass rund 5 % der wertmässigen Importe, die bisher Europa zugerechnet wurden, effektiv aus Asien bzw. Amerika stammen (Fischer 2013).

Erzeugungsland und
Ursprungsland

Da für die in der vorliegenden Studie verwendeten Bezugsjahre Daten nur nach dem Erzeugungslandprinzip vorliegen, werden die Transportdistanzen unterschätzt, auch wenn der Fehler nicht gravierend sein dürfte. In Zukunft werden sich die Herkunftsländer von Warenimporten besser abbilden lassen.

2.3.3 Aussenhandel mit Dienstleistungen

In der Pilotstudie zur Gesamtumweltbelastung der Schweiz (Jungbluth et al. 2011) wurden die mit dem Dienstleistungshandel verbundenen Umweltauswirkungen geschätzt, indem die in der Input-Output-Tabelle (IOT) erfassten monetären Werte zu Dienstleistungsimporten und -exporten mit branchenspezifischen Umweltintensitäten verknüpft wurden. Zur Bestimmung der durch Dienstleistungsimporte und -exporte der Schweiz verursachten Umweltauswirkungen in der vorliegenden Studie werden monetäre Daten zum Dienstleistungshandel mit den Daten zur Umweltintensität aus der Pilotstudie verknüpft. Der in der volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung erfasste Dienstleistungshandel umfasst dabei nicht nur den Handel mit Dienstleistungen, sondern zum Teil auch den Handel mit Waren. So werden zum Beispiel Einnahmen der Schweiz aus dem Fremdenverkehr als Dienstleistungsexport erfasst, obwohl die Ausgaben der Touristen auch in Waren wie z. B. Lebensmittel, Uhren oder Souvenirs fließen. Auch die zum Dienstleistungshandel gehörenden Patent- und Lizenzträge werden zum Teil Industriebranchen wie der chemischen Industrie oder dem Maschinenbau zugeordnet.

monetäre Daten zum
Dienstleistungshandel

Zum jährlichen Aussenhandel mit Dienstleistungen liegen deutlich weniger differenzierte Daten vor als zum Aussenhandel mit Waren. Aus der Zahlungsbilanz der Schweizerischen Nationalbank (SNB 2013) liegen jährliche Daten für rund zehn Dienstleistungskategorien vor. Zudem liegt vom Bundesamt für Statistik (BFS 2013c) das Total der Dienstleistungsimporte und -exporte vor. Das Total gemäss BFS liegt generell über dem Total gemäss SNB, was vor allem an einer unterschiedlichen Bewertung von Privatversicherungen sowie Lizenz- und Patenterträgen liegt. Für die Zuordnung der Dienstleistungskategorien zu den Gütergruppen der IOT liegen zum einen Daten aus den IOT 2001, 2005 und 2008 vor und zudem Hintergrunddaten aus der Erstellung der IOT 2001 (Nathani 2006).

Um den Dienstleistungshandel auf die 43 Gütergruppen der IOT zuzuordnen, werden die folgenden Schritte durchgeführt:

- > Anpassung der Zeitreihe der SNB zum Dienstleistungshandel auf die Eckwerte des BFS durch Anpassung der Daten zu Privatversicherungen sowie Patent- und Lizenzträgen. Dazu werden Daten aus den IOT 2001, 2005 und 2008 verwendet und für die übrigen Jahre inter- und extrapoliert.
- > Zuordnung der Dienstleistungskategorien der SNB zu den Gütergruppen der IOT mit Verteilungsschlüsseln, die aus den Daten aus den IOT 2001, 2005 und 2008 sowie den bei der Erstellung der IOT 2001 verwendeten Hintergrunddaten abgeleitet werden.

Schliesslich werden die Werte zum Dienstleistungshandel auf die Preisbasis 2005 umgerechnet, da sich die verwendeten Umweltintensitäten auf dieses Jahr beziehen. Da Preisindizes zu Dienstleistungen nur lückenhaft vorhanden sind, werden diese aus dem amtlichen Produktionskonto des Bundesamt für Statistik (BFS 2013b) abgeleitet, das die Bruttoproduktionswerte der einzelnen Branchen zu laufenden und zu Preisen des Vorjahres enthält.

2.3.4 Verknüpfung des Warenhandels mit Ökobilanzdaten

Der Warenhandel der Schweiz (Importe und Exporte von Waren, siehe Abschnitt 2.3.2) wird mit vorhandenen Ökobilanzdaten verknüpft (ecoinvent Centre 2010; treeze Ltd. 2013). Dafür werden die Umweltbelastungen pro Kilogramm importierter Ware einer SITC 2-Steller Kategorie abgebildet. Für die Modellierung werden die Anteile der SITC 3-Steller mit ähnlichen vorhandenen Ökobilanzdaten abgebildet und somit die Anteile an der SITC-2-Steller Kategorie berechnet. Wichtige Sektoren, für welche genügend detaillierte Ökobilanzdaten zur Verfügung stehen, werden mit Informationen zu SITC 4-Steller verknüpft. Details können dem technischen Bericht (Frischknecht et al. 2014) entnommen werden. Insgesamt werden auf diese Weise 65 Gütergruppen für jedes Jahr individuell, jeweils unterteilt in Export und Import, abgebildet.

Güterklassifikationssystem

Hervorgehoben werden die Modellierungen der Kategorien SITC-52 (anorganische chemische Erzeugnisse) und SITC-68 (Nichteisenmetalle). Die Import- und Exportmengen von Uran in SITC-52 werden aufgrund des Bedarfs der Kernkraftwerke in der Schweiz modelliert. Die Aufbereitung der verbrauchten Brennstäbe im Ausland wird als Dienstleistung, welche die Schweiz einkauft, betrachtet. Daher wird die Aufbereitung im Ausland als Import modelliert.

anorganische chemische Erzeugnisse

SITC-68 enthält verschiedene Nichteisenmetalle. Gold, welches zu rein monetären Zwecken gehandelt wird, ist in der Aussenhandelsstatistik separat erfasst und wird von der Modellierung ausgeschlossen. Beim Handel von anderen Edelmetallen, insbesondere Platin und Palladium, ist es nicht möglich, zwischen der Verwendung zur materiellen Verarbeitung (z. B. in der Uhren- und Schmuckindustrie) und zu monetären Zwecken (z. B. Spekulation oder Wertaufbewahrung) zu unterscheiden. Der Handel von Platin und Palladium kann aufgrund der hohen spezifischen Umweltbelastungen bei deren Abbau und die Gesamtumweltbelastungen des Aussenhandels wesentlich beeinflussen. Zudem ist in Zürich eine der beiden physischen Handelsplattformen der Welt ansässig. Diese Organisation führt aber keine Statistik zu den Handelsvolumina.¹¹ Um diese reine Handelsaktivität mindestens teilweise zu berücksichtigen, werden die Import- und Exportmengen Platin und Palladium auf Jahresbasis saldiert. In den Jahresbilanzen der Modellierung erscheint deshalb entweder ein Nettoimport oder ein Nettoexport von Platin und Palladium.

Nichteisenmetalle

2.3.5 Verknüpfung der Dienstleistungen mit Ökobilanzdaten

Der Dienstleistungshandel der Schweiz (Importe und Exporte von Dienstleistungen, siehe Abschnitt 2.3.3) wird mit vorhandenen Daten zur Umweltintensität der 43 verschiedenen Dienstleistungssektoren verknüpft. Hierzu werden die Ergebnisse zur Umweltintensität der Dienstleistungssektoren aus der Pilotstudie (Jungbluth et al. 2011) und weitere Ökobilanzdaten (ecoinvent Centre 2010; treeze Ltd. 2013) verwendet. Die Umweltbelastungen werden pro CHF importierte und exportierte Dienstleistung (teuerungskorrigiert) bezogen auf das Referenzjahr 2005 abgebildet.

¹¹ Persönliche Mitteilung, Margaret Davis, Secretary, London Platinum and Palladium Market (www.lppm.com), 1. Juli 2013

Die Umweltintensitäten der Dienstleistungen beinhalten direkte Umweltbelastungen bei der Bereitstellung der Dienstleistungen sowie in deren Lebenszyklus ausgelöste Umweltbelastungen. Indirekte Umweltbelastungen, die mit bestimmten Dienstleistungen verbunden sein können, sind nicht berücksichtigt. So werden z. B. beim Rohstoff-grosshandel, der in der Schweiz eine hohe wirtschaftliche Bedeutung hat, die mit der Rohstoffgewinnung und -verarbeitung verbundenen Umweltbelastungen nicht einbezogen. Analog werden Umweltbelastungen, die durch die Verwendung von Finanzmitteln induziert werden können (z. B. für die Finanzierung von Bergbauprojekten), nicht den Finanzdienstleistungen zugeordnet.

Umweltbelastungen ausserhalb
der Systemgrenzen

Für den Import und den Export von Dienstleistungen werden für alle Dienstleistungs-sektoren ausser Dienstleistungen aus Hotellerie und Gastgewerbe (G55), Transportdienstleistungen (G60b62), Gesundheitsdienstleistungen (G85) und Entsorgungsdienstleistungen (G90) dieselben Umweltintensitäten für die importierten und exportierten Dienstleistungen angenommen, da keine detaillierten Sachbilanzdaten zur Umweltintensität der ausländischen Dienstleistungssektoren verfügbar sind. Die Modellierung der Sektoren Dienstleistungen aus Hotellerie und Gastgewerbe (G55), Transportdienstleistungen (G60b62) und Gesundheitsdienstleistungen (G85) ist im technischen Bericht zu dieser Studie (Frischknecht et al. 2014) dokumentiert.

Ein Sonderfall in der Modellierung stellt der Import von Entsorgungsdienstleistungen dar (G90). Dieser wird nicht über monetäre Einheiten sondern über physikalische Einheiten modelliert. Die Sonderabfallstatistik des BAFU (BAFU 2012a) und der Abfallwirtschaftsbericht (Hügi et al. 2008) ermöglichen eine Berechnung der Zeitreihe von exportierten Sonderabfällen. Bei diesem physikalischen Export handelt es sich aber in der Tat um den Import einer Entsorgungsdienstleistung. Deshalb wird die jährliche im Ausland entsorgte Menge an Sonderabfällen mit dem Dienstleistungssektor Entsorgungsdienstleistungen (G90) verknüpft. Da die Entsorgungsdienstleistungen über physikalische Grössen quantifiziert werden, kann dieser Dienstleistungssektor präziser modelliert werden.

Entsorgungsdienstleistungen

2.4 Ökobilanz

2.4.1 Sachbilanzen

Die in der vorliegenden Studie verwendeten und erstellten Sachbilanzen basieren auf den methodischen Grundlagen und den Hintergrunddaten des ecoinvent Datenbestandes Version 2.2 (ecoinvent Centre 2010). In manchen Bereichen, in denen der ecoinvent Datenbestand keine Daten bereitstellt, wurden Sachbilanzdaten der firmeneigenen Ökobilanzdatenbank verwendet (treeze Ltd. 2013).

ecoinvent v2.2

Die Material- und Energieeffizienz sowie die Umweltauswirkungen der Produktion von Halbfabrikaten und Konsumgütern ausserhalb Westeuropas sind oftmals nicht bekannt. In vielen Fällen basieren die Ökobilanzen deshalb auf Daten, welche westeuropäische Verhältnisse widerspiegeln.

westeuropäische Verhältnisse

Die Sachbilanzdaten werden mit Ausnahme des europäischen Strommixes und ausgewählter Kraftwerkstechnologien (siehe Unterkapitel 3.1) über den Zeitraum 1996 bis 2011 als konstant angenommen.

Die Transporte in die Schweiz werden mithilfe von Datensätzen zu regionenspezifischen Transportketten modelliert (siehe Unterkapitel 2.6). In Kombination mit den Jahresangaben zur Herkunft der importierten Güter sind die Transporte somit als Jahresreihe modelliert.

Regionenspezifische
Transportdaten

2.4.2 Umweltindikatoren

Aus der Sachbilanz können im nächsten Schritt verschiedene Indikatoren errechnet werden. Einerseits ist es wichtig, eine Gesamtsicht über die verursachte Umweltbelastung und den Ressourcenverbrauch zu erhalten. Diese Gesamtumweltbelastung von Konsum und Produktion der Schweiz wird mit den folgenden vollaggregierenden Bewertungsmethoden quantifiziert:

Gesamtsicht: vollaggregierende
Bewertungsmethoden

- > **UBP-Methode 2013:** Die Methode orientiert sich an gesetzlich oder politisch festgelegten Umweltzielen der Schweiz und wird von zahlreichen Schweizer Unternehmen eingesetzt. Publiziert in Frischknecht & Büsser Knöpfel (2013). Spezifikation: 2013, in Umweltbelastungspunkten (UBP), ausgewiesen als Total (Aggregation über alle Arten von Umweltauswirkungen), sowie aufgeteilt in 8 Umweltbereiche. Die Aufteilung in die 8 Umweltbereiche ist im Technischen Bericht zu dieser Studie (Frischknecht et al. 2014) dokumentiert. Die Methode wird auch Methode der Ökologischen Knappheit (MoeK) bzw. Ecological Scarcity Method genannt.
- > **ReCiPe:** Eine weit verbreitete, an der Universität Leiden (Niederlande) entwickelte Methode zur Analyse von Umweltschäden. Auch mit dieser Methode können die verschiedenen Arten von Umweltauswirkungen in einer Zahl zusammengefasst werden. Dabei wird der Schaden an den Schutzgütern menschliche Gesundheit, Ökosystemqualität und Ressourcenverbrauch quantifiziert. Spezifikationen: 2008, H/A, Langzeitemissionen nicht berücksichtigt (Goedkoop et al. 2009).
- > **Ökologischer Fussabdruck:** Dieser Indikator fasst die direkte Landnutzung und die zur Kompensation der fossilen CO₂-Emissionen erforderlichen Flächen in einer Zahl zusammen. Dies kann mit der weltweit oder in der Schweiz pro Person zur Verfügung stehenden Fläche verglichen werden. Spezifikationen: Nukleare Energieressourcen nicht berücksichtigt (Huijbregts et al. 2008; Wackernagel et al. 1996; Wackernagel et al. 2005)
- > **ILCD 2012:** Das Joint Research Centre (JRC) der Europäischen Kommission erarbeitet Richtlinien und Empfehlungen für Produkt- und Unternehmensökobilanzen. Die Gewichtung der hier verwendete Methode wurde im Rahmen eines ähnlichen Forschungsprojekts für Europa bereits angewendet und strebt an, ein möglichst umfassendes und in einer Zahl ausgedrücktes Gesamtbild über die vielfältigen Umweltauswirkungen wiedergeben zu können. Spezifikationen: EU-27 adjusted weight, Langzeitemissionen nicht berücksichtigt (Hauschild et al. 2011).

Neben der Gesamtsicht ist es wichtig, ausgewählte Umweltaspekte vertieft zu analysieren. In einer Machbarkeitsstudie wurden geeignete Indikatoren gesucht, um die Umweltauswirkungen des Schweizer Konsums inklusive der im Ausland mitverursachten

Belastung zu quantifizieren. Die mit * gekennzeichneten Indikatoren stammen aus dieser Studie und sind dort detailliert beschrieben (Frischknecht et al. 2013). Die Ergebnisse werden somit auch für die folgenden sechs Umweltbereiche mit passenden Teilindikatoren aufbereitet:

- > **Wassernutzung***: Beschreibt wie stark die Schweiz die globale Ressource (Süss)Wasser beansprucht, unter Berücksichtigung der in den Produktionsregionen vorherrschenden Wasserknappheit (Pfister et al. 2009). Dies wird mit dem Wasserstressindex nach Pfister (WSI) abgebildet.
- > **Landnutzung***: Die Landnutzung ist einer der grossen Einflussfaktoren auf die Biodiversität. Dieser Indikator quantifiziert das Schadenspotenzial der Landnutzung bezogen auf die Biodiversität gemäss de Baan et al. (2012) und Olson et al. (2001), implementiert in Frischknecht und Büsser Knöpfel (2013).
- > **Klima (Carbon Footprint)**: Treibhausgas-Emissionen gemäss Methodik des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC 1997). Zur umfassenden Analyse wird zusätzlich auch ein umfassenderer Indikator berechnet. Dieser berücksichtigt neben den im Rahmen der Klimakonvention und dem Kyoto-Protokoll geregelten Treibhausgasen («Kyoto-Substanzen») auch die Ozonschicht abbauenden Substanzen. Spezifikationen: GWP 100a gemäss IPCC (2007, Table TS.2).
- > **Luftverschmutzung***: Das Ausmass der Luftverschmutzung hat einen grossen Einfluss auf die Gesundheit und somit das Wohlbefinden der Bevölkerung. Die Luftverschmutzung wird mit primären und sekundären Partikeln und den damit verbundenen Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit, wie Atemwegserkrankungen, beschrieben (Goedkoop et al. 2009).
- > **Eutrophierungspotenzial***: Der Eintrag von Stickstoff in die Umwelt verursacht eine grosse Bandbreite von Problemen. Das augenscheinlichste davon ist Eutrophierung: Dieser Indikator quantifiziert die Menge an Stickstoff, welche potenziell über die Emission von Stickstoffverbindungen in Wasser, Luft und Boden in die Ozeane gelangt und dort zur Überdüngung beiträgt (Goedkoop et al. 2009).
- > **Primärenergie**: Die Bereitstellung von Endenergie benötigt selbst Energie. Energie wird benötigt, um die Energie zu gewinnen, umzuwandeln, zu raffinieren, zu transportieren und zu verteilen, sowie bei allen Vorgängen, die erforderlich sind, um die Energie dem Gebäude oder dem Fahrzeug, das sie verbraucht, bis zum Bilanzperimeter zuzuführen. Der Primärenergieaufwand (auch kumulierter Energieaufwand, KEA) widerspiegelt den Input an Primärenergieressourcen (Erdgas, Rohöl, Steinkohle, Braunkohle, Uran, Biomasse, Wasserkraft etc.) welche für die Bereitstellung der Endenergie (Brennstoffe, Treibstoffe, Strom, Fernwärme) nötig sind, inklusive Energieinhalt der Brenn- und Treibstoffe. In dieser Studie wird der nicht erneuerbare (fossile und nukleare Energieträger) und der erneuerbare Primärenergieaufwand gezeigt, gemäss Frischknecht et al. (2007).

Indikatoren für Umweltbereiche –
Thematische Fussabdrücke

2.5 Konsumbedingte Umweltbelastungen In- und Ausland

Die Ergebnisse werden einerseits differenziert nach Umweltproblemen dargestellt. Andererseits werden die Anteile der konsumbedingten Umweltbelastung im Inland sowie im Ausland abgeschätzt. Eine Quantifizierung dieser Aufteilung ist mit dem hier verwendeten einfachen Ansatz (d. h. ohne Input-Output-Tabellen) nur näherungsweise möglich. Mit dem vereinfachten Ansatz ist es nicht möglich, die Inlandemissionen den

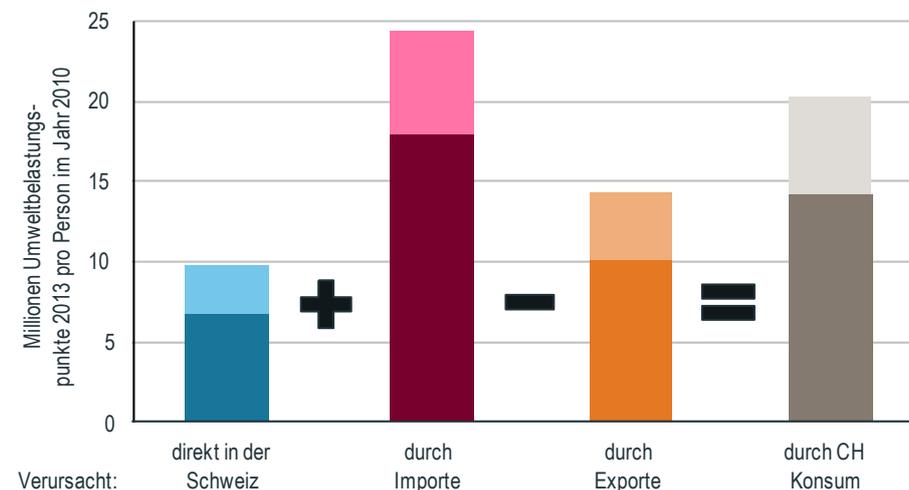
exportierenden Betrieben zuzuordnen. Zudem lässt sich nicht eruieren, welche importierten Vorleistungen in der Schweiz verarbeitet und wieder exportiert werden.

Die Abschätzung des Inlandanteils der Gesamtumweltbelastung basiert auf der folgenden vereinfachenden Annahme: die exportierte Umweltbelastung weist die gleichen Anteile aus inländischer Umweltbelastung und Umweltbelastung durch Importe aus wie der Gesamtkonsum in der Schweiz. Den mit dieser Vereinfachung gemachte Fehler schätzen wir auf rund plus/minus 10 %.

Diese Studie unterscheidet zwischen der inländischen Umweltbelastung und der konsumbedingten Umweltbelastung im Inland. Die **inländische Umweltbelastung** umfasst dabei die Umweltbelastungen nach Produktionsperspektive, d.h. diejenige Umweltbelastung, welche im Inland durch den Schweizerischen Endkonsum und Exporte verursacht wird (vgl. Säule «direkt in der Schweiz» in Abb. 3). Die **inländische konsumbedingte Umweltbelastung** oder **konsumbedingte Umweltbelastung im Inland** hingegen beschreibt die Inlandbelastung als Inland-Anteil der Gesamtumweltbelastung gemäss Konsumperspektive (heller Anteil der Säule «durch CH Konsum» in Abb. 3).

Abb. 3 > Die Grafik zeigt die Anteile der konsumbedingten Umweltbelastungen welche im In- und Ausland verursacht werden.

Die dunklen Farben entsprechen den ausländischen und die hellen Farben den inländischen Anteilen.



treeze

2.6 Transport

2.6.1 Transport bei Grenzübertritt

Für jede Gütergruppe sind das Herkunftsland und das Transportmittel bei Grenzübertritt bekannt. Die per Flugzeug importierten Güter werden direkt in die Schweiz importiert. Alle übrigen Güter werden zunächst nach Europa transportiert und danach von Europa in die Schweiz importiert. Der Transport bei Grenzübertritt (Europa – Schweiz)

Berechnung des inländischen
Anteils an der
Gesamtumweltbelastung

wird direkt pro Gütergruppe erfasst. Die hierfür eingesetzten Distanzen sind in Tab. 3 gezeigt. Der Export wird für alle Transportmittel mit einer Distanz von 200 km gerechnet. Dies entspricht dem Transport bis zur Schweizer Grenze. Die Vorkette der Transporte (d. h. Transportkette bis nach Europa) wird spezifisch für 9 Herkunftsregionen modelliert (siehe folgendes Unterkapitel 2.6.2).

Tab. 3 > Transportdistanzen für den Güterimport und -export bei Grenzübertritt.

Transportmittel	Importe Distanz in km	Exporte Distanz in km
Lastwagen	700	200
Bahn	700	200
Binnenschiff	700	200
Pipeline	500	200
Flugzeug	regionenabhängig	200

2.6.2 Transportdistanzen Vorkette internationaler Transport

Viele Güter werden per Hochseeschiff oder Flugzeug nach Europa transportiert, umgelagert und per Zug oder LKW in die Schweiz verfrachtet. Mit welchen Transportmitteln und über welche Distanzen diese Güter nach Europa transportiert werden (d. h. die Vorkette der Transporte bis nach Europa) ist nicht bekannt. Pro Herkunftsregion wird daher ein allgemein gültiger Transportdatensatz modelliert, welcher mit den entsprechenden Gütergruppen verknüpft wird.

Einerseits erfahren die Güter im Herstellungsland Zuliefertransport zum Exporthafen (Frachthafen oder Flughafen) und andererseits den internationalen Transport mittels Güterzug, Lastwagen, Frachtschiff oder -flugzeug in die Schweiz.

Für den Schiffstransport wird aufgrund des Umschlagsvolumens angenommen, dass 70 % der importierten Güter via Rotterdam und 30 % via Marseille nach Europa gelangen. Es wird pro Region eine repräsentative Hafendestination ermittelt und angenommen, dass diese Transportdistanz für die gesamte Region stellvertretend ist. Die Binnenschiffahrt wird von Rotterdam nach Basel modelliert (siehe Tab. 4).

Schiffstransport

Pro Region wird ein repräsentativer Frachtflughafen gewählt und die Distanz in die Schweiz ermittelt. Es wird angenommen, dass diese Distanz für die ganze Region repräsentativ ist. Die Transportdistanzen und die Ausgangsflughäfen für den Transport per Flugzeug sind in Tab. 4 aufgeführt.

Flugtransport

Es wird davon ausgegangen, dass nur die Regionen Europa, Russland und Nordafrika/Mittlerer Osten Waren direkt per Güterzug oder LKW nach Europa transportieren. Für die Regionen Europa, Russland und Nordafrika/Mittlerer Osten wird LKW- resp. Zugtransport als interkontinentaler Transport und LKW- resp. Zugtransport als Zulieferung zum Hafen/Flughafen verbucht (siehe Tab. 4). Die übrigen Regionen beinhalten Strassen- und Schienentransport nur als Zuliefertransport zum Hafen/Flughafen (siehe Tab. 4).

Strassen- und Schienentransport

2.6.3 Anteile pro Transportmittel

Für die Abschätzung der mittleren Distanz pro Transportmittel und Region werden Daten der Eurostat Datenbank von 1999 bis 2011 verwendet (EUROSTAT 2013). Die Datenbank gibt Auskunft über die importierte Gütermenge und die Transportmittel bei Grenzübertritt. Stellvertretend für jede Region wird für ein Land die Importstatistik nach Europa (EU27¹²) ausgewertet. Die folgende Tab. 4 zeigt, welcher Anteil der Gesamtdistanz den einzelnen Transportmitteln angerechnet wird. Daraus kann die zurückgelegte Distanz pro Transportmittel und Region berechnet werden. Die so ermittelten regionenspezifischen Werte werden für die gesamte Zeitreihe 1996 bis 2011 verwendet.

Die Regionen Europa, Russland und Nordafrika/Mittlerer Osten transportieren ihre Güter grösstenteils per Strasse, Bahn oder auf dem Wasserweg nach Europa. Die Regionen Übriges Afrika, Süd- und Zentralasien, Ostasien, Ozeanien, Nord- und Mittelamerika sowie Südamerika exportieren ihre Güter aus naheliegenden Gründen ausschliesslich per Frachtschiff oder per Flugzeug.

Tab. 4 > Prozentuale Anteile und daraus abgeleitete Distanz für den internationalen Import nach Europa und die Zulieferung sowie die modellierten Transportdistanzen in km

		Einheit	Europa (ohne Russland, inkl. Ukraine, Weissrussland und Türkei)	Russland	Nordafrika und Mittlerer Osten	Übriges Afrika	Süd- und Zentralasien	Ostasien	Ozeanien	Nord- und Mittelamerika, Karibik	Südamerika
Vorkette internat. Transport	Hochseeschiff	%	12.1 %	0.0 %	91.5 %	99.9 %	98.7 %	98.4 %	99.9 %	98.9 %	99.9 %
	Flugzeug	%	0.1 %	0.04 %	0.2 %	0.1 %	1.3 %	1.6 %	0.1 %	1.1 %	0.1 %
	Güterzug	%	8.8 %	95.6 %	0.7 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %
	Lastwagen	%	68.3 %	4.4 %	7.6 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %
	Binnenschiff	%	10.8 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %
	Hochseeschiff	km	542	0	823	7582	10832	18249	19732	6031	9978
	Flugzeug	km	1	1	5	7	88	145	11	71	12
	Güterzug	km	26	2390	31	0	0	0	0	0	0
	Lastwagen	km	205	109	315	0	0	0	0	0	0
Binnenschiff	km	76	0	0	0	0	0	0	0	0	
Vorkette Zulieferung	Güterzug	%	50 %	50 %	50 %	50 %	50 %	50 %	50 %	50 %	50 %
	Lastwagen	%	50 %	50 %	50 %	50 %	50 %	50 %	50 %	50 %	50 %
	Güterzug	km	11.5	0.1	137.5	150	375	375	250	325	250
	Lastwagen	km	11.5	0.1	137.5	150	125	125	250	325	250

¹² EU 27 umfasst die folgenden Länder: AT, BE, BG, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LT, LU, LV, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK (EUROSTAT 2013)

3 > Entwicklung des Schweizerischen Aussenhandels

3.1 Warenimporte und -exporte

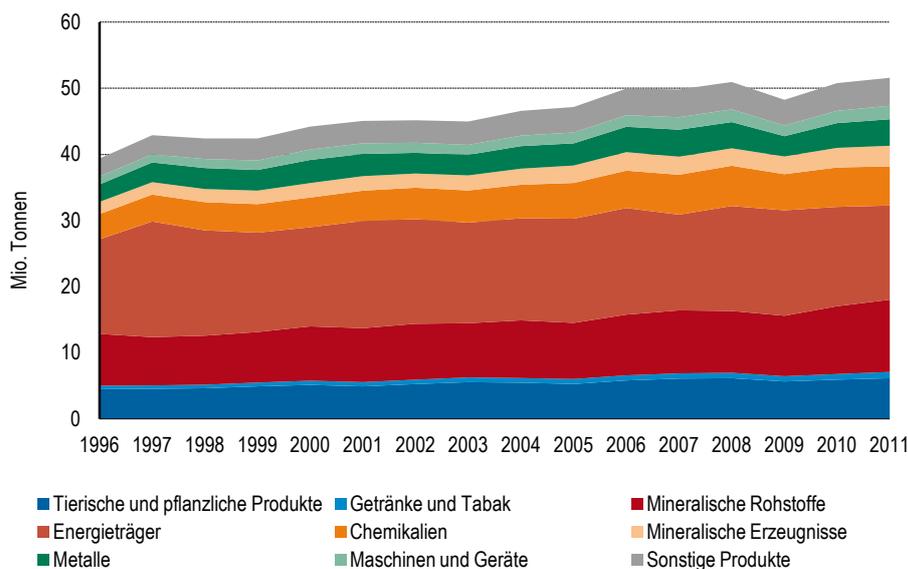
Bei den Importen und Exporten von Waren werden 396 Gütergruppen unterschieden. Die Daten werden in der Güterklassifikation SITC 3 bereitgestellt und zu 9 übergeordneten Gütergruppen zusammengefasst.

3.1.1 Warenimporte

Zwischen 1996 und 2011 sind die totalen Warenimporte in die Schweiz von 39.4 Mio. Tonnen auf 51.6 Mio. Tonnen angestiegen (siehe Abb. 4). Der leichte Einbruch im Jahr 2009 ist auf die Wirtschaftskrise zurückzuführen. Die bedeutendsten Gütergruppen waren die Energieträger, die mineralischen Rohstoffe sowie die tierischen und pflanzlichen Produkte. Die Energieträger sind die einzige Gütergruppe, die kein Wachstum aufweist. Ihr Anteil am Total der Importe ist daher von 36 % in 1996 auf knapp 28 % gesunken. Das stärkste Wachstum ist bei den mineralischen Erzeugnissen und den Maschinen und Geräten zu verzeichnen.

Entwicklung Warenimporte

Abb. 4 > Entwicklung der Importe nach Gütergruppen

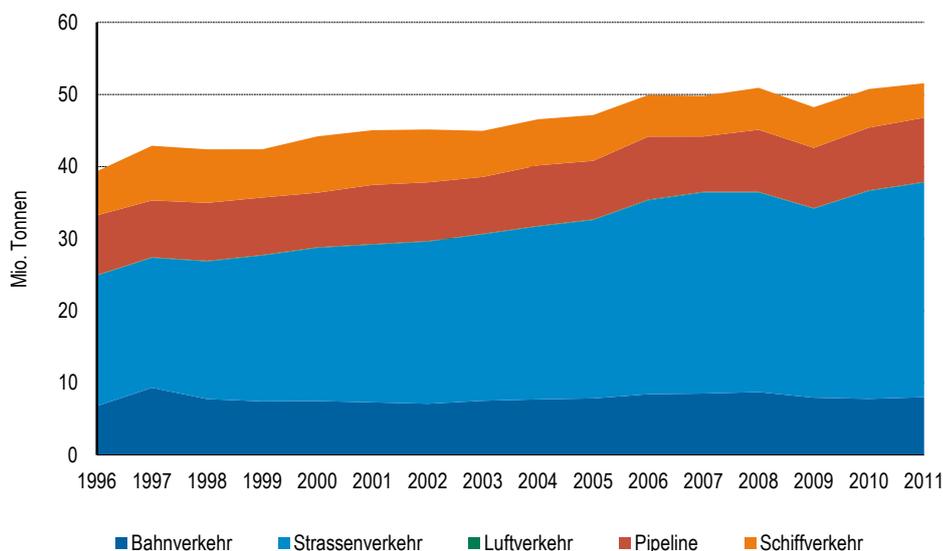


Über 80% der Importe in die Schweiz kommen aus Europa¹³. Aus Europa stammt auch der grösste Zuwachs an Importen über die betrachtete Periode: 1996 kamen 81 % aller Importe aus Europa. 2011 stammten 84 % aller Importe aus Europa. Importe aus Afrika haben über den betrachteten Zeitraum hinweg abgenommen, während Importe aus Asien zugenommen haben.

Das wichtigste und am schnellsten wachsende Verkehrsmittel für Importe ist der Lastwagen (Abb. 5). Während 1996 46 % aller Importe auf der Strasse importiert wurden, waren es 2011 schon 57 %. Die Bedeutung des Schiffsverkehrs hat während der betrachteten Zeitperiode abgenommen, während die Pipeline an Bedeutung gewonnen hat. Der Luftverkehr spielt mit rund 0.2 % der Importe eine minimale Rolle.

Verkehrsmittel Importe

Abb. 5 > Entwicklung der Importe nach Transportmitteln



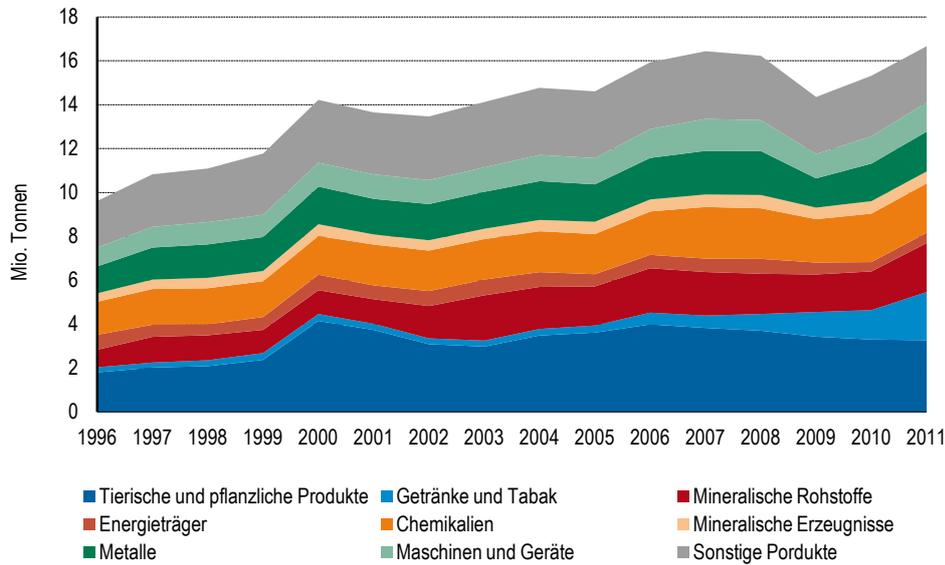
Aussenhandelsstatistik EZV; Berechnungen Rütter Soceco

3.1.2 Warenexporte

Exporte aus der Schweiz haben sich von 9.6 Mio. Tonnen in 1996 auf 17 Mio. Tonnen in 2011 fast verdoppelt (Abb. 6). 2009 sind die Exporte noch stärker eingebrochen als die Importe. Den grössten Anteil machten mit 19 % aller Exporte im Jahr 2011 die tierischen und pflanzlichen Produkte aus. Seit kurzem steigt insbesondere der Export der Gütergruppe Getränke (insb. Wasser) und Tabak. Zudem hat der Export von mineralischen Rohstoffen überdurchschnittlich zugenommen.

Entwicklung Warenexporte

¹³ Aus erfassungstechnischen Gründen ist der Handel mit dem übrigen Europa in der Aussenhandelsstatistik tendenziell überschätzt sein, vgl. methodische Anmerkungen zur Erfassung der Herkunftsländer in Unterkapitel 2.3.2.

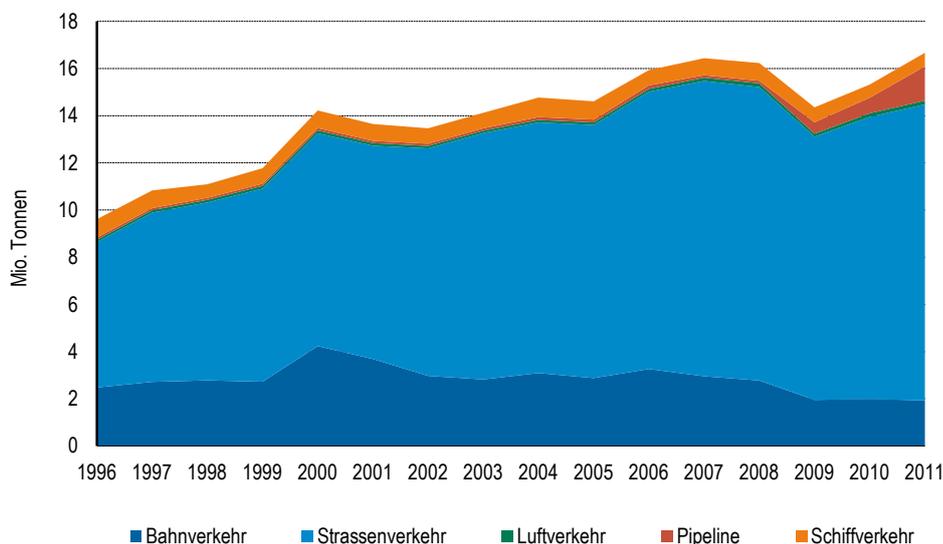
Abb. 6 > Warenexporte nach Gütergruppen in Mio. Tonnen

Aussenhandelsstatistik EZV; Berechnungen Rütter Soceco

Das bei weitem wichtigste Verkehrsmittel für die Exporte aus der Schweiz ist der Strassenverkehr (Abb. 7). Im Jahr 2011 wurden 12.5 Mio. Tonnen von insgesamt 17 Mio. Tonnen via Strassenverkehr exportiert. Der Strassenverkehr erlebt in der Periode zwischen 1996 und 2011 auch den grössten anteiligen Zuwachs. 1996 wurden 64 % aller Güter per Strassenverkehr exportiert, 2011 waren es 73 %. Zudem hat der Anteil der Pipeline zugenommen. Seit einigen Jahren werden in zunehmendem Umfang Getränke per Pipeline exportiert (insb. Wasser nach Frankreich).

Verkehrsmittel Exporte

Abb. 7 > Warenexporte nach Verkehrsmitteln in Mio. Tonnen



Aussenhandelsstatistik EZV; Berechnungen Rütter Soceco

3.2 Dienstleistungsimporte und -exporte

Die Dienstleistungsimporte sind zwischen 1996 und 2011 von gut 19 Mrd. CHF auf fast 49 Mrd. CHF gestiegen (vgl. Abb. 8). 2011 hatten Versicherungs- und Bankdienstleistungen einen relativ grossen Anteil (33 % resp. 11 %). Leistungen des Gastgewerbes (insb. Hotels und Restaurants) machten rund 14 % der Dienstleistungsimporte aus. Weitere wichtige Gütergruppen sind Reise- und Transportdienstleistungen sowie Post und Telekommunikation. Güter aus dem Primär- und Sekundärsektor tragen rund ein Viertel zu den Dienstleistungsimporten bei. Wichtige Gütergruppen sind hier Lebensmittel und Leistungen der chemischen Industrie. Bei letzteren ist hervorzuheben, dass es sich nicht nur um chemische Erzeugnisse handelt, sondern überwiegend um Lizenz- und Patenterträge.

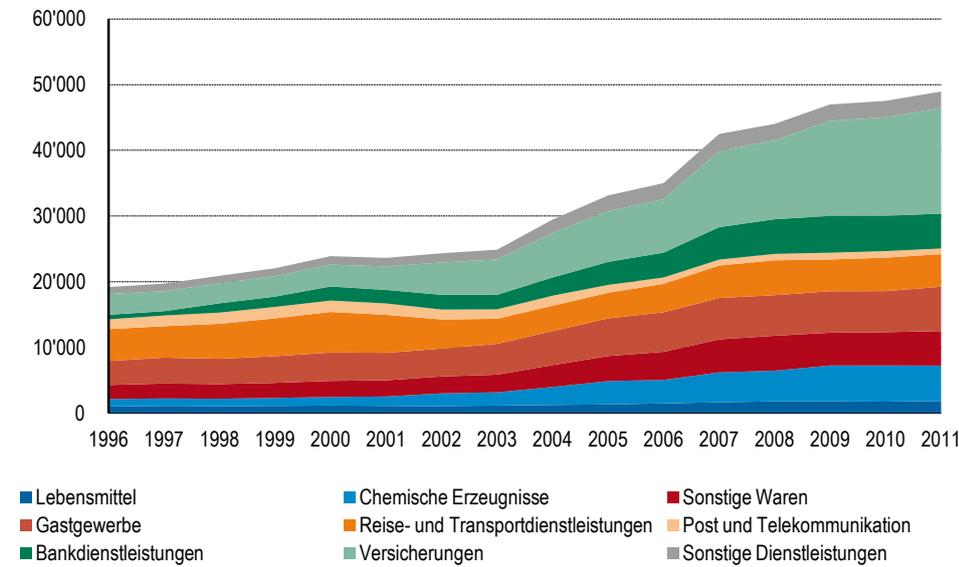
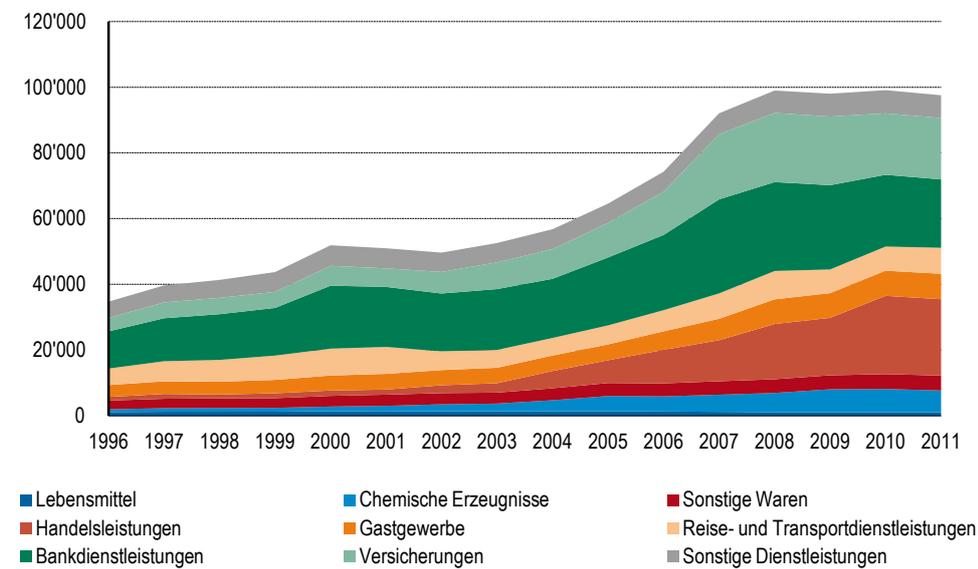
Zwischen 1996 und 2011 haben die Dienstleistungsimporte also um rund 150 % zugenommen. Der stärkste Zuwachs ist für Bank- und Versicherungsdienstleistungen zu verzeichnen (ca. 660 % resp. 400 %). Demgegenüber sind Importe von Post- und Telekommunikationsdienstleistungen um gut 40 % gesunken.

Dienstleistungsexporte der Schweiz haben von fast 35 Mrd. CHF auf rund 98 Mia CHF zugenommen (Abb. 9). Die grösste Bedeutung für den Export hatten 2011 Handelsleistungen (24 % vom Total), Bankdienstleistungen (21 %) und Leistungen der Versicherungen (19 %). Leistungen des Primär- und Sekundärsektors machten nur 13 % aus.

Dienstleistungsexporte haben zwischen 1996 und 2011 also um rund 180 % zugenommen. Die bei weitem grösste Steigerung weisen dabei die Handelsleistungen auf, die um das zwanzigfache gewachsen sind. Ein überdurchschnittliches Wachstum ist auch für Güter der chemischen Industrie (+700 %) und Versicherungsleistungen (+360 %) zu verzeichnen.

Entwicklung
Dienstleistungsimporte

Entwicklung
Dienstleistungsexporte

Abb. 8 > Dienstleistungsimporte nach Gütergruppen in Mrd. CHF (Preise von 2005)**Abb. 9 > Dienstleistungsexporte nach Gütergruppen in Mrd. CHF (Preise von 2005)**

3.3 Exkurs: Entwicklung des ENTSO-E Strommix

3.3.1 Modellierung Strommix und Kraftwerke

Im Modell der Gesamtumweltbelastung Schweiz werden die Entwicklung des ENTSO-Strommix¹⁴ und diejenige der Strommixe Deutschlands, Frankreichs, Italiens und Österreichs von 1996 bis 2011 berücksichtigt. Zudem werden die Entwicklung der Effizienz und die Emissionsfaktoren der Hauptluftschadstoffe von Kohle- und Schwerölkraftwerken berücksichtigt.

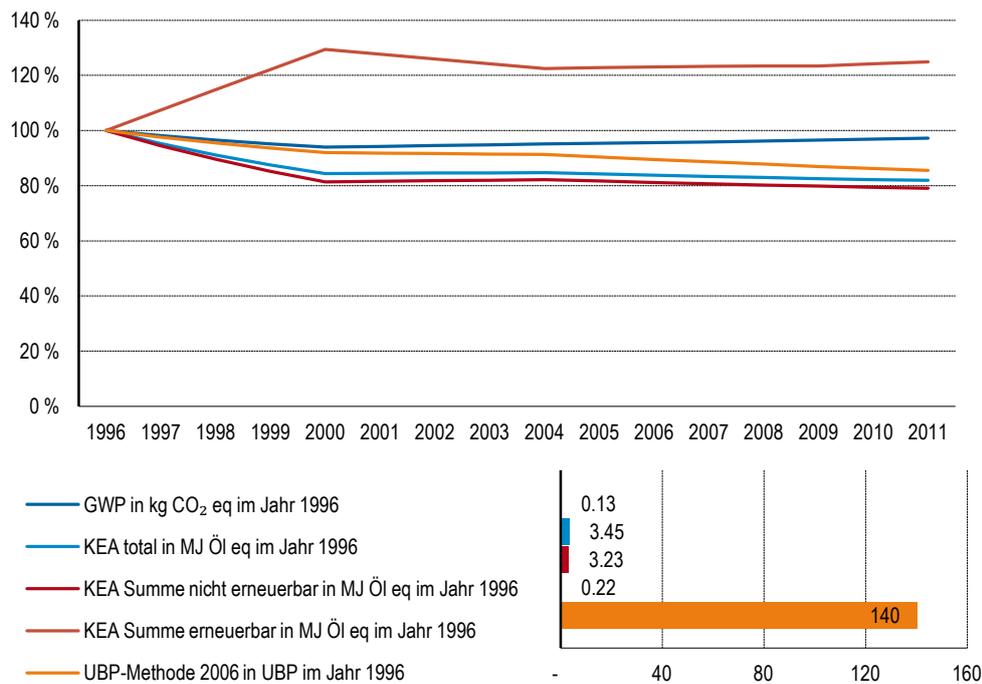
Die der Modellierung der Strommixe zugrunde liegenden Daten basieren auf den Ökoinventaren von Energiesystemen aus dem Jahr 1994 (Frischknecht et al. 1996) sowie auf den Hauptversionen des ecoinvent Datenbestands, in denen die Daten zu den Strommixen und den Kraftwerkstechnologien jeweils aktualisiert wurden. Es handelt sich dabei um die Datenbestände der Versionen 1.01, 2.01, 2.2 und um die Aktualisierung des Datenbestands Version 2.2 aus dem Jahr 2012 (Itten et al. 2012). Weitere Details sind im technischen Hintergrundbericht (Frischknecht et al. 2014) beschrieben.

3.3.2 Entwicklung der Umweltauswirkungen des ENTSO-Strommixes

Nachfolgend werden die Umweltauswirkungen der Erzeugung von 1 MJ Strom des europäischen ENTSO-Strommix der Jahre 1996 bis 2011 ab Klemme Kraftwerk beschrieben. Abb. 10 gibt einen Überblick über Entwicklung der Treibhausgas-Emissionen, des kumulierten Energieaufwandes (Primärenergieaufwand) und der Gesamtumweltbelastung (in UBP 2006) des ENTSO-E Strommixes über die Jahre 1996 bis 2011.

¹⁴ Der ENTSO-Strommix umfasst die Staaten Österreich (A), Belgien (BE), Bosnien-Herzegowina (BA), Bulgarien (BG), Kroatien (HR), Estland (EE), Frankreich (FR), Deutschland (DE), Griechenland (GR), Irland (IE), Island (IS), Italien (IT), Lettland (LV), Litauen (LT), Luxemburg (LU), Mazedonien (MK), Niederlande (NL), Portugal (PT), Rumänien (RO), Serbien und Montenegro (CS), Slowenien (SI), Spanien (ES), Schweiz (CH), Grossbritannien (GB), Tschechien (CZ), Ungarn (HU), Polen (PL), Slowakei (SK), Dänemark (DK), Finnland (FI), Norwegen (NO) und Schweden (SE).

Abb. 10 > Entwicklung der Treibhausgas-Emissionen (GWP), des kumulierten Energieaufwands (KEA, unterschieden in erneuerbar und nicht-erneuerbar) und der Gesamtumweltbelastung (UBP-Methode 2006) des ENTSO-Strommix von 1996 bis 2011, bezogen auf 1 MJ Strom ab Kraftwerksklemme



Berechnungen treeze

Die Treibhausgas-Emissionen pro kWh Strom des ENTSO-Strommix nehmen von 1996 bis 2000 leicht ab. Dies ist auf eine teilweise Substitution von Steinkohle und Schweröl durch Erdgas zur Stromgewinnung in den Hauptproduktionsländern (wie Deutschland und Italien) zurückzuführen. Zudem hat in dieser Zeit der Anteil der Stromproduktion mit Wasserkraft und mit Biomasse zugenommen (Erweiterung des Netzverbands um die NORDEL Länder Schweden, Norwegen, Dänemark und Finnland). Ab dem Jahr 2000 steigen die spezifischen Treibhausgas-Emissionen mit ca. 0.04 % pro Jahr wieder leicht an. Hier zeigt sich unter anderem der Effekt einer Ausweitung des Verbundnetzes auf Bulgarien, Rumänien (2004), Grossbritannien, Irland, Island und auf die baltischen Staaten (2009), welche in ihrem Land einen Grossteil der Elektrizität mit fossilen Energieträgern erzeugen.

Von 1996 bis 2011 wurde die Verwendung der Energieträger Stein- und Braunkohle sowie Schweröl um bis zu 60 % reduziert. Andererseits wurde mehr als 45 % mehr Erdgas verstromt. Die erneuerbaren Energieträger haben eine Zunahme von 25 % und Uran einen ebenso grossen Rückgang erfahren.

Die Gesamtumweltbelastung pro kWh Strom, ermittelt anhand der UBP-Methode 2006, hat sich im Verlauf von 1996 bis 2011 um ca. 14 % vermindert. Dies beruht hauptsächlich auf dem Rückgang der Kernkraft im Strommix seit 2004. Ausserdem hat die Belastung durch den Verbrauch von fossilen Energieträgern zur Stromerzeugung (wie beispielsweise Braunkohle) um rund 18 % (gemessen als kumulierter Energieauf-

Substitution von Steinkohle und Schweröl durch Erdgas

Reduktion der spezifischen Umweltbelastung von Strom

wand) abgenommen zugunsten höherer Anteile der erneuerbaren Energieträger Wind, Biomasse und Fotovoltaik. Die spezifischen Luftschadstoffemissionen (Feinstaub, Schwefeldioxid, Stickoxide) konnten zwischen 1996 und 2011 ebenfalls reduziert werden.

Der kumulierte Energieaufwand pro kWh Strom hat sich von 1996 bis 2011 spürbar verringert, nämlich von 3.45 MJ Öl-*eq*/MJ auf 2.83 MJ Öl-*eq*/MJ. Der Anteil der nicht-erneuerbaren Energieträger entspricht dabei 91 % des totalen kumulierten Energieaufwands (Mittelwert über den Betrachtungszeitraum). Der Anteil der erneuerbaren Energieträger ist leicht gestiegen, während derjenige der nicht-erneuerbaren Energieträger zurückgegangen ist.

Durch eine Substitution von nicht-erneuerbaren durch erneuerbare Energieressourcen sinkt der kumulierte Energieaufwand überproportional, da nicht-erneuerbare Energieressourcen einen grösseren Einfluss auf den totalen kumulierten Energieaufwand haben. Die Energieressourcen Uran, Steinkohle, Schweröl und Braunkohle haben einen Rückgang zu verzeichnen, während Erdgas und erneuerbare Energieträger zugenommen haben. Windkraft, Solarenergie (Photovoltaik), und Torf spielen bis heute in Bezug auf den kumulierten Energieaufwand eine marginale Rolle.

4 > Ergebnisse – Entwicklung der Umweltbelastung von 1996 bis 2011

4.1 Übersicht

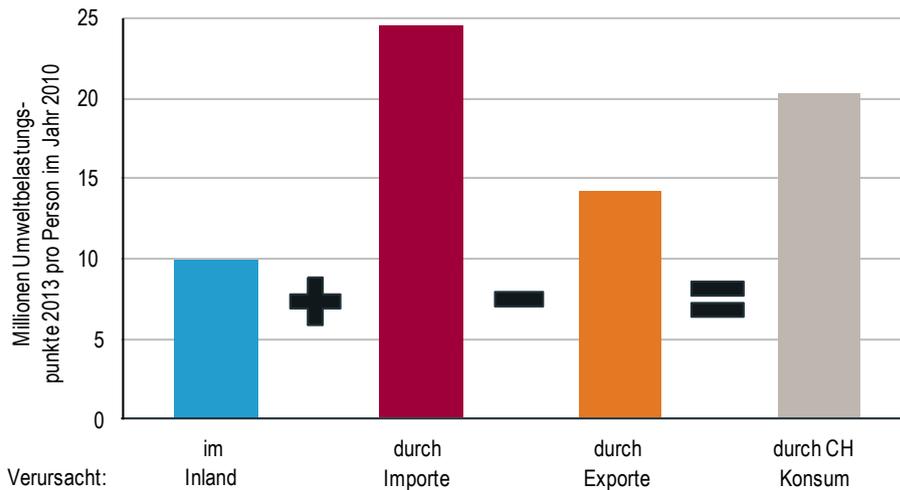
In Unterkapitel 4.2 werden die Resultate für die Gesamtumweltbelastung (in UBP-Methode 2013) im Detail gezeigt und beschrieben. Zur Sensitivitätsanalyse werden die Ergebnisse mit weiteren analysierten vollaggregierenden Methoden verglichen und auf unterschiedliche Resultate hingewiesen.

Die Umweltauswirkungen werden jeweils zunächst gemäss Produktionsperspektive (verursacht durch die Aktivitäten im Inland) und danach gemäss der Konsumperspektive diskutiert (vgl. Abb. 1). Abb. 11 zeigt, wie die Gesamtumweltbelastung berechnet wird. Im Weiteren werden die Entwicklung der Umweltauswirkungen des Aussenhandels und die Anteile der konsumbedingten Umweltbelastung im In- und Ausland beschrieben.

Abb. 11 > Berechnung der Gesamtumweltbelastung der Schweiz aus Sicht der Konsumperspektive für das Jahr 2010

Die Gesamtumweltbelastung berechnet sich durch die im Inland verursachte Belastung plus die Belastungen durch die Importe minus die Belastungen durch die Exporte. Die im Inland verursachten Belastungen entsprechen den Ergebnissen aus Sicht der Produktionsperspektive.

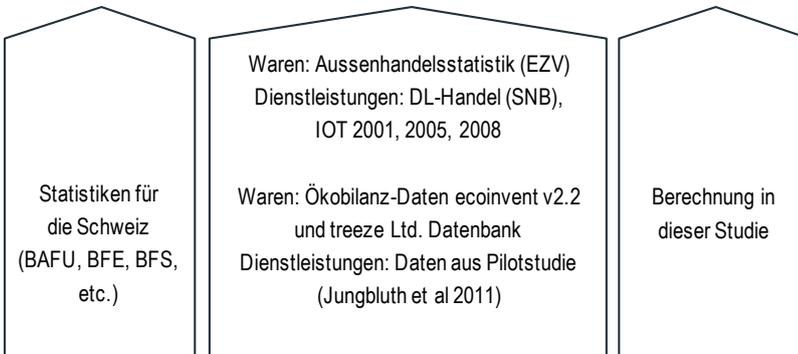
Berechnung der konsumbedingten Umweltbelastung



Datengrundlage:

Ökonomische Daten

Daten zu Emissionen und Ressourcennutzung



eigene Abbildung in Anlehnung an Jungbluth et al. 2011

In Unterkapitel 4.3 wird die Entwicklung der Belastungssituation in ausgewählten Umweltbereichen beschrieben. Der Zusammenhang zwischen der Gesamtumweltbelastung und der wirtschaftlichen Leistung wird in Unterkapitel 4.5 beschrieben. In Unterkapitel 4.5 werden die Ergebnisse mit europäischen Studien verglichen. Unterkapitel 4.7 enthält Betrachtungen zum Reduktionsbedarf der Umweltbelastung unter verschiedenen Gesichtspunkten. In den Unterkapiteln 4.8 und 4.9 wird näher auf die Unterschiede in den Ergebnissen zwischen dem Inlands- und dem Territorialprinzip beziehungsweise zwischen der Konsum- und der Produktionsperspektive eingegangen. In Unterkapitel 4.10 schliesslich wird die Entwicklung der Umweltbelastung der Haushalte in den drei Konsumbereichen Ernährung, Mobilität und Wohnen quantifiziert und in Beziehung gesetzt zu der Gesamtumweltbelastung.

4.2 Gesamtsicht über alle Umweltbereiche

4.2.1 Die UBP-Methode 2013

Produktionsperspektive

Abb. 12 zeigt die Entwicklung der Umweltbelastung aus Sicht der Produktionsperspektive (vgl. Abb. 1). Die Belastung durch inländische Aktivitäten nimmt zwischen 1996 und 2011 um 30 % ab. Der grösste Teil der Reduktion erfolgte dabei bis 2003; danach zeigt sich eine Stagnation bis 2008. Seither ist die Umweltbelastung wieder deutlich gesunken.

In den neunziger Jahren haben die Auswirkungen auf die Luftqualität, den Klimawandel, die Landnutzung, die Wasserqualität und die Ozonschicht die inländische Gesamtbilanz wesentlich geprägt. Die Anstrengungen der Schweiz bezüglich Luftreinhaltung und die konsequente Umsetzung des Montreal-Protokolls zeigen ihre Wirkung. Sie sind die wesentlichen Haupttreiber der Reduktion der inländischen Umweltbelastung. Inwieweit das Auslagern von energie- und ressourcenintensive Tätigkeiten ins Ausland die inländischen Umweltbelastungen prägt, kann mit der hier verwendeten Methodik nicht beurteilt werden.

Die Ozonschicht abbauende Wirkung konnte im Wesentlichen durch eine Verringerung der Emissionen von CFC-11 und CFC-12 reduziert, und die Verbesserung der Luftqualität durch einen substanziellen Rückgang der Dioxin- und Schwermetallemissionen erreicht werden. Hinsichtlich Luftqualität wird der Effekt verstärkt durch die Reduktion der NO_x-, SO₂-, und Benzolemissionen.

Für den Lärm und dessen Auswirkungen liegt bisher nur für das Jahr 2009 eine flächendeckende Erfassung vor (siehe Abschnitt 2.2.2). Die Lärmemissionen tragen im Jahr 2009 3 % zur Gesamtumweltbelastung der Schweiz bei.

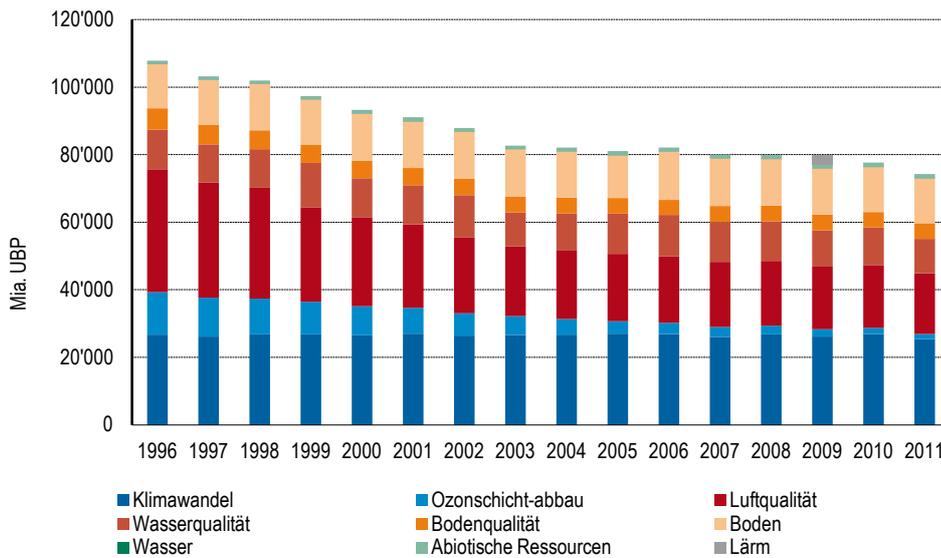
Im Umweltbereich «Boden» werden die Umweltauswirkungen verschiedener Abfälle einerseits und der Biodiversitätsverluste durch Bodennutzung durch landwirtschaftliche Tätigkeiten, Gebäudenutzung, Industrie, Infrastruktur, etc. andererseits zusammengefasst. Über die Hälfte der Belastungen in diesem Bereich werden durch die Deponierung radioaktiven Abfalls verursacht. Die Entwicklung der Belastungen korreliert daher stark mit der mit Kernkraft erzeugten Elektrizität. Diese Produktion nahm von 1996 bis 2007 stetig zu mit einem Einbruch im Jahr 2005 (mehrmonatiger Ausfall des Kernkraftwerks Leibstadt) und einer leichten Abnahme ab 2007.

Zwischen 30 % und 40 % der Auswirkungen auf die Wasserqualität werden von Nitratemissionen ins Grundwasser bestimmt. Diese sind über den betrachteten Zeitraum unverändert (vgl. technischer Bericht Frischknecht et al. [2014]). Weitere Substanzen von Bedeutung sind Phosphor, Stickstoff und Schwermetalle. Die Emissionen von Phosphor nehmen, ohne gross zu schwanken, tendenziell zu, wogegen die Schwermetallemissionen eine hohe Variabilität aufweisen.

Abnahme der inländischen
Luftbelastung

Abb. 12 > Produktionsperspektive

Entwicklung der inländischen Umweltbelastung in Mia. Umweltbelastungspunkten (UBP-Methode 2013) aufgeteilt in 8 Umweltbereiche. Die Zusammensetzung der einzelnen Umweltkategorien ist im technischen Bericht (Frischknecht et al. 2014, Kapitel 2.2.1) erläutert. Daten zu Lärm sind nur für das Jahr 2009 verfügbar.



Berechnungen treeze

Die Inlandbelastung in der Schweiz nahm um 30 % ab.

Konsumperspektive

Abb. 13 zeigt die Zeitreihe der konsumbedingten Gesamtumweltbelastung in Mrd. Umweltbelastungspunkten aus Sicht der Konsumperspektive (im Inland verursachte Belastung plus die durch Importe verursachte Belastung minus die durch Exporte verursachte Belastung; vergleiche Abb. 11). Abb. 14 zeigt die Entwicklung der Gesamtumweltbelastung, die eine in der Schweiz wohnhafte Person pro Jahr verursacht hat. Die Gesamtumweltbelastungen sind aufgeteilt in die inländische Belastung, in die Belastung durch Importe von Waren und Dienstleistungen und in die Belastung durch Exporte von Waren und Dienstleistungen.

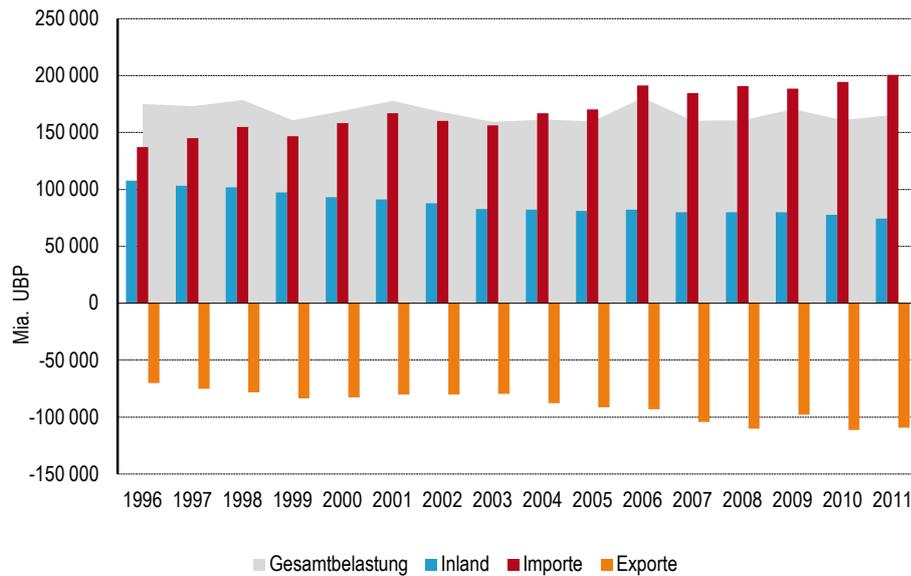
Die durch den Aussenhandel importierten und exportierten Umweltbelastungen nehmen innerhalb des Betrachtungszeitraums um 46 % beziehungsweise 56 % zu (Abb. 13). Auch die netto in die Schweiz importierte Umweltbelastung nimmt zwischen 1996 und 2011 zu, nämlich um 36 %. Die deutliche Abnahme der inländischen Umweltbelastung wird durch die mit dem Aussenhandel verbundene Zunahme der Umweltbelastung weitgehend kompensiert und führt gesamthaft zu einer nur leichten Abnahme der Umweltbelastungen von rund 6 % im Jahr 2011 im Vergleich zum Jahr 1996.

Zunahme des Aussenhandels

Der Verlauf der Gesamtumweltbelastung pro Person (Abb. 14) ist ähnlich wie derjenige der absoluten Gesamtumweltbelastung (Abb. 13). Aufgrund der Bevölkerungsentwicklung nimmt die Gesamtumweltbelastung pro Person über die Jahre stärker ab als die absolute. Die Gesamtumweltbelastung pro Person im Jahr 2011 ist 16 % tiefer als im Jahr 1996.

Abb. 13 > Konsumperspektive – Gesamtumweltbelastung absolut

Entwicklung der Gesamtumweltbelastung der Schweiz in Mio. Umweltbelastungspunkten (UBP-Methode 2013) aufgeteilt in die Gesamtbelastung (Inland+Import-Export), inländische Belastung, Belastung durch Importe von Waren und Dienstleistungen und Belastung durch Exporte von Waren und Dienstleistungen.

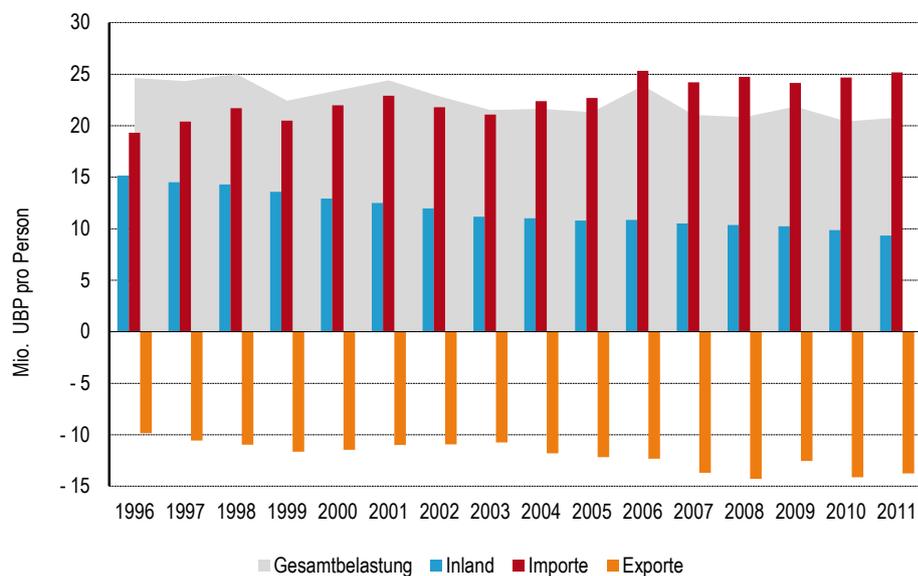


Berechnungen treeze und Rütter Sococo

leichte Abnahme der absoluten konsumbedingten Umweltbelastung

Abb. 14 > Konsumperspektive – Gesamtumweltbelastung pro Person

Entwicklung der Gesamtumweltbelastung pro Person (ständige Wohnbevölkerung in der Schweiz) in Mio. Umweltbelastungspunkten (UBP-Methode 2013), aufgeteilt in die Gesamtbelastung (Inland+Import-Export), inländische Belastung, Belastung durch Importe von Waren und Dienstleistungen und Belastung durch Exporte von Waren und Dienstleistungen.



Berechnungen treeze und Rütter Sococo

Abnahme der konsumbedingten Umweltbelastung pro Person

Die Gesamtumweltbelastung ist relativ starken Schwankungen unterworfen. Auffallend sind die beiden Jahre 1999 und 2006. Im Jahr 1999 werden im Vergleich zu Vor- und Folgejahren geringe Belastungen importiert und hohe Belastungen exportiert, womit im Saldo eine tiefe Gesamtumweltbelastung resultiert. Im Jahr 2006 wurden aussergewöhnlich hohe Belastungen importiert, wobei die Exporte nicht wesentlich anstiegen, womit ein hoher Saldo resultiert. Die Schwankungen sind hauptsächlich auf den Handel von Metallen, Energieträgern und Chemikalien zurückzuführen. Die grossen Schwankungen widerspiegeln also in erster Linie nicht die Umweltbelastung des Konsums, sondern vor allem den konjunkturellen Auf- und Abbau von Warenlagern (siehe auch Diskussion zu Abb. 16 und Abschnitt 4.10.5)

**Zusammenhang Umweltbelastung
und Warenhandel**

Die Gesamtumweltbelastung korreliert nicht durchgehend mit der gehandelten Warenmenge (vgl. Unterkapitel 3.1¹⁵ und Abb. 20). Beispielsweise ist die Gesamtmenge importierter und exportierter Waren und Dienstleistungen im Jahr 2009 aufgrund einer wirtschaftlichen Krise markant eingebrochen, die Gesamtumweltbelastung hingegen haben im Vergleich zum Vor- oder Folgejahr zugenommen. Durch die Krise im Jahr 2009 sind die Exporte in deutlich höherem Masse zurückgegangen als die Importe, sowohl mengenmässig wie auch aus Sicht der spezifischen Umweltbelastung. Dies führt netto zu einem höheren Importsaldo.

Die Auswirkungen des Terroranschlags auf die Twin Towers in den USA im Jahr 2001 (9/11) und des Groundings der Swissair im selben Jahr sind nicht ersichtlich, weder in Bezug auf die gehandelte Warenmenge noch auf die Gesamtumweltbelastung (siehe auch Unterkapitel 4.4).

Der Anteil der Belastungen der Dienstleistungen an den Importen nimmt stetig zu und belief sich 2011 auf 10 %. Der Anteil der Umweltauswirkungen exportierter Dienstleistungen steigt von 15 % im Jahr 1996 auf 22 % im Jahr 2011. Diese Zunahme ist zum grossen Teil auf die Dienstleistungsexporte in den Bereichen Gross- und Detailhandel, Chemische Industrie, Versicherungen und Gastronomie zurückzuführen.

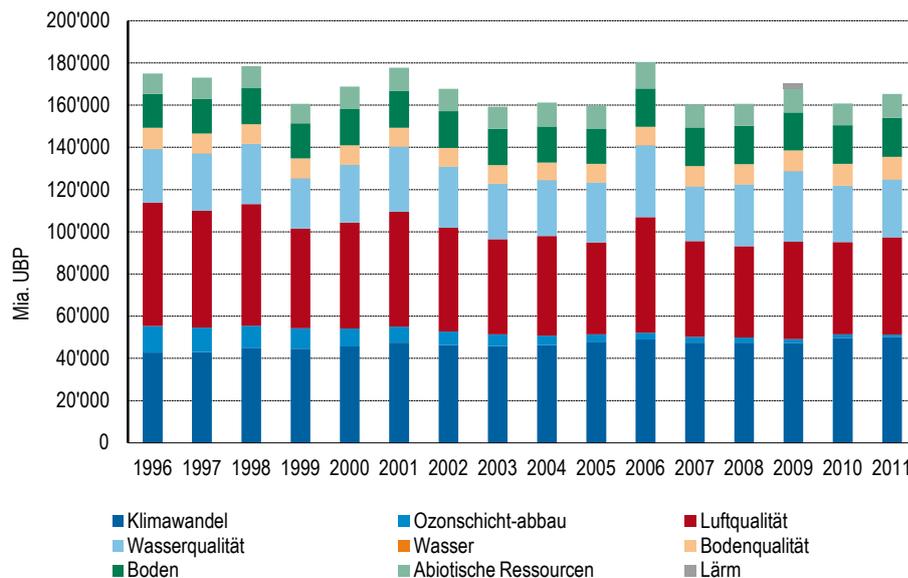
Zunahme der Dienstleistungen

Die folgende Abb. 15 zeigt die Aufteilung der Gesamtumweltbelastung auf die zusammenfassenden 8 Umweltbereiche.

¹⁵ Die dort gezeigte Zeitreihe klammert allerdings den Handel mit Elektrizität aus (da in Energieeinheiten gemessen).

Abb. 15 > Konsumperspektive

Entwicklung der Gesamtumweltbelastung in Mia. Umweltbelastungspunkten (UBP-Methode 2013) unterteilt in 8 Umweltbereiche. Die Zusammensetzung der einzelnen Umweltkategorien ist im technischen Bericht (Frischknecht et al. 2014, Kapitel 2.2.1) erläutert. Daten zu Lärm sind nur für das Jahr 2009 verfügbar.



Berechnungen treeze und Rütter Soceco

Die grösste Bedeutung kommt den Auswirkungen auf die Luftqualität zu, gefolgt vom Klimawandel, der Wasserqualität und der Kategorie Boden. Der Beitrag der Treibhausgas-Emissionen (Umweltbereich Klimawandel) zu den Gesamtumweltbelastungen nimmt innerhalb der Schweiz zu (vgl. Ergebnisse Produktionsperspektive Abb. 12). Grund dafür ist die abnehmende Bedeutung der im Inland anfallenden Emissionen von Luftschadstoffen und Ozonschicht abbauenden Substanzen. Bedingt durch das grössere gehandelte Volumen an Waren und Dienstleistungen nimmt auch die Bedeutung der Treibhausgase bezüglich der Gesamtumweltbelastungen durch den Schweizer Endkonsum zu. Innerhalb der Kategorie Luftqualität sind Stickoxide, Ammoniak, Partikel und Schwermetalle in dieser Reihenfolge die wichtigsten Luftschadstoffe. Diese Emissionen nehmen in der Schweiz kontinuierlich ab (vgl. Ergebnisse Produktionsperspektive Abb. 12). Durch die Zunahme des Aussenhandels ist diese Tendenz bezüglich Gesamtumweltbelastung aber nicht mehr eindeutig ersichtlich beziehungsweise stärkeren Schwankungen unterworfen.

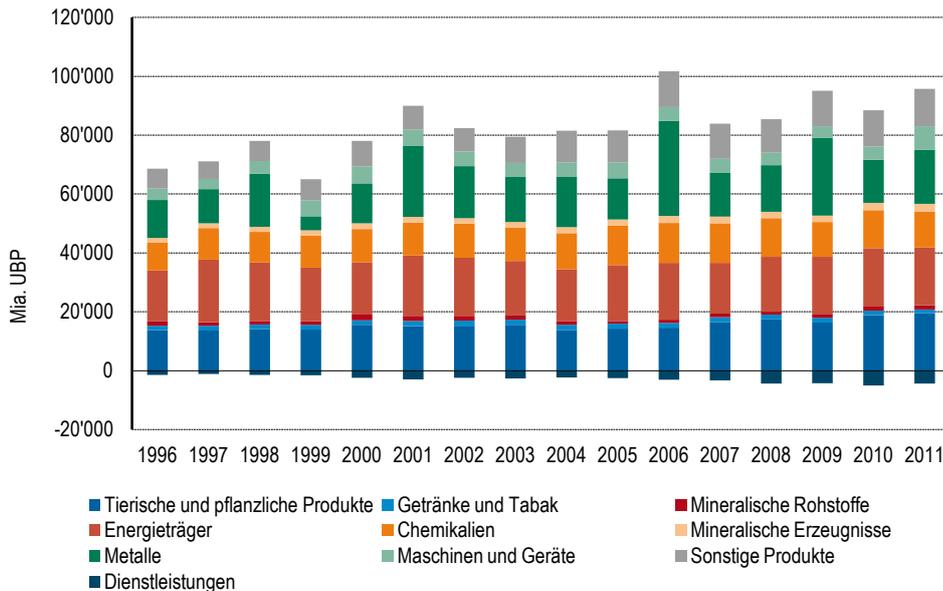
Aussenhandel

Die folgende Abb. 16 zeigt die Umweltauswirkungen des Aussenhandels (Importe minus Exporte). Die inländischen Umweltauswirkungen sind in dieser Abbildung nicht enthalten. Im Betrachtungszeitraum sind die Umweltauswirkungen der Güterimporte höher als diejenigen der Exporte. Es findet also ein Nettoimport von Umweltauswirkungen statt. Bei den Dienstleistungen ist es umgekehrt: Es wurde mehr Umweltbelastung exportiert als importiert. Es resultiert also im Saldo für Dienstleistungen ein (geringer) Umweltbelastungsexport.

Nettoimport

Abb. 16 > Umweltbelastung des Aussenhandels (Importe minus Exporte)

Entwicklung der Umweltbelastung in Mia. Umweltbelastungspunkten (UBP-Methode 2013) aufgeteilt in Gütergruppen. Gezeigt ist der Saldo der Belastungen des Güterhandels. Die inländische Belastung wird nicht berücksichtigt.



Berechnungen treeze und Rütter Soceco

Vor allem die Umweltbelastungen des Handels mit Nichteisenmetallen zeigen starke Schwankungen. In den Jahren 2001, 2006 und 2009 führt dies zu einem hohen und in den Jahren 1999 und 2010 zu einem tiefen Saldo. Der Edelmetallhandel, insbesondere Platin und Palladium, prägt die Umweltauswirkungen in dieser Kategorie, aber auch der Handel von Aluminium und Kupfer sind von Bedeutung. Die starken Schwankungen hängen vor allem mit dem Edelmetallhandel zusammen und weniger mit dem Handel anderer Nichteisenmetalle. In den Jahren 2001 und 2006 wurde deutlich mehr Platin und Palladium importiert als exportiert (Nettoimport). Im Jahr 2009 hängt der Anstieg der Belastungen der Kategorie Metalle mit überdurchschnittlich hohen Goldimporten und geringen Exporten von Platin und Palladium zusammen. In den Jahren 1999 und 2010 ist ein Nettoexport von Platin und Palladium zu verzeichnen. Bezüglich der gehandelten Menge (in kg) ist die Bedeutung von Platin relativ gering und beläuft sich lediglich auf einige Tonnen pro Jahr. Jedoch verursacht dessen Abbau überdurchschnittlich hohe Umweltbelastungen¹⁶. Es muss beachtet werden, dass in der Schweiz Edelmetalle nicht nur verarbeitet, sondern auch gehandelt werden. Gold, welches zu rein monetären Zwecken gehandelt wird, ist in der Aussenhandelsstatistik separat erfasst und wurde deshalb aus der Modellierung ausgeschlossen. Der Handel von anderen Edelmetallen zu monetären Zwecken¹⁷, insbesondere Platin, wird jedoch in der Aussenhandelsstatistik nicht separat ausgewiesen und von der physischen Platin-Handelsplattform in Zürich auch nicht publiziert. Der Handelsanteil dieser Edelmetalle zu monetären Zwecken ist also nicht bekannt (vgl. auch Abschnitt 2.3.4). Abb. 17 zeigt

Handel mit Nichteisenmetallen

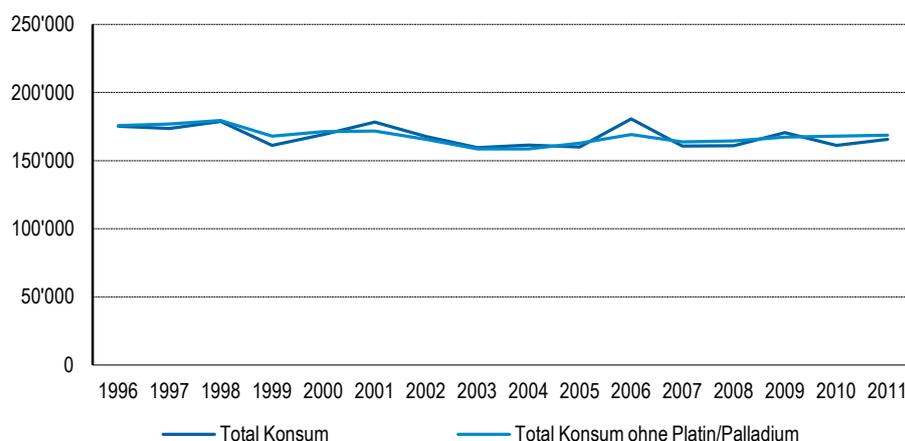
¹⁶ Gemäss ecoinvent Datenbestand v2.2 liegen die Schwefeldioxid-Emissionen je nach Abbauregion zwischen 185 und 12500 kg SO₂/kg Platin. Im Durchschnitt für den europäischen Markt sind es rund 2800 kg SO₂/kg Platin.

¹⁷ d. h. nur des Handels Willen oder als Anlage.

die Entwicklung der konsumbedingten Umweltbelastungen mit und ohne Berücksichtigung der Edelmetalle Platin und Palladium. Es zeigt sich, dass ohne Berücksichtigung von Platin und Palladium die Spitzen der Jahre 1999, 2001, 2006 und 2009 wegfallen oder deutlich abgeschwächt werden, die Schwankungen also deutlich abnehmen. Es fällt auf, dass die Umweltauswirkungen des Jahres 2009, welches von einer Wirtschaftskrise geprägt war, ohne Berücksichtigung des Handels von Platin und Palladium nicht mehr deutlich höher sind als diejenigen des Vor- und Folgejahres. Im Jahr 2009 wurden zwar noch beachtliche Mengen Platin und Palladium in die Schweiz importiert. Infolge der Finanz- und Wirtschaftskrise fanden diese Bestände im 2009 aber deutlich weniger Käufer, weshalb die Exporte in diesem Jahr eingebrochen sind. Die Spitze im Jahr 2009 ist also auf einen Lageraufbau und nicht auf einen hohen Konsum zurückzuführen (siehe auch Abschnitt 4.10.5).

Abb. 17 > Konsumperspektive

Entwicklung der Gesamtumweltbelastung in Mia. Umweltbelastungspunkten (UBP-Methode 2013). Gezeigt sind die Gesamtumweltbelastungen mit und ohne Berücksichtigung der Edelmetalle Platin und Palladium.



Berechnungen treeze und Rütter Soceco

Einfluss des Handels von Platin und Palladium auf das Gesamtergebnis

Der Saldo der Kategorie Energieträger zeigt ebenfalls Schwankungen (vgl. Abb. 16). Prägend für die Gesamtbelastungen sind hier der Import von Erdöl und Erdölzeugnissen sowie Strom. Für die Schwankungen ist hauptsächlich der Erdölimport verantwortlich, die Belastungen des Stromimports bleiben über die untersuchte Zeitreihe konstant. Das Maximum der Erdölimportmenge wurde im Jahr 1997 erreicht. Ebenfalls hohe Importmengen können in den Jahren 2001, 2002, 2006 und ab 2009 verzeichnet werden. Der Import korreliert nicht mit dem Endverbrauch an Erdölprodukten, was auf die Lagerzunahme bzw. -abnahme zurückgeführt werden kann (siehe Abschnitt 4.10.5).

Handel mit Energieträger

Der Stromimport ist deutlich belastender als die mit dem Stromexport exportierten Umweltauswirkungen. Strom wird hauptsächlich aus Deutschland und Frankreich importiert. Strom aus Deutschland stammt zu einem wesentlichen Teil aus fossilen Energieträgern, derjenige aus Frankreich zu rund 75 % aus nuklearem Strom. Eine Verlagerung der Herkunft des Importstroms von Frankreich nach Deutschland – wie in

den Jahren 2001, 2002, 2010 und 2011 geschehen – hat keinen wesentlichen Einfluss auf die Gesamtbilanz.¹⁸ Entscheidend ist vielmehr die importierte Gesamtmenge.

Im Weiteren ist der Beitrag der Kategorien «Tierische und pflanzliche Produkte» und «Chemikalien» von Bedeutung. Die konsumbedingte Umweltbelastung dieser Gütergruppen nimmt über die untersuchte Zeitreihe stetig zu, die Umweltbelastungen der Importe steigen also in höherem Masse als diejenigen der Exporte. Bezüglich tierischer und pflanzlicher Produkte sind der Handel mit Weizen, Kaffee, Tee, Kakao, Gewürzen und Futtermittel von Bedeutung. Innerhalb der Gütergruppe Chemikalien sind organische und anorganische Chemikalien für je 25 % und die Düngemittel und Kunststoffe für je 20 % der netto importierten Umweltbelastungen verantwortlich.

weitere wichtige Gütergruppen

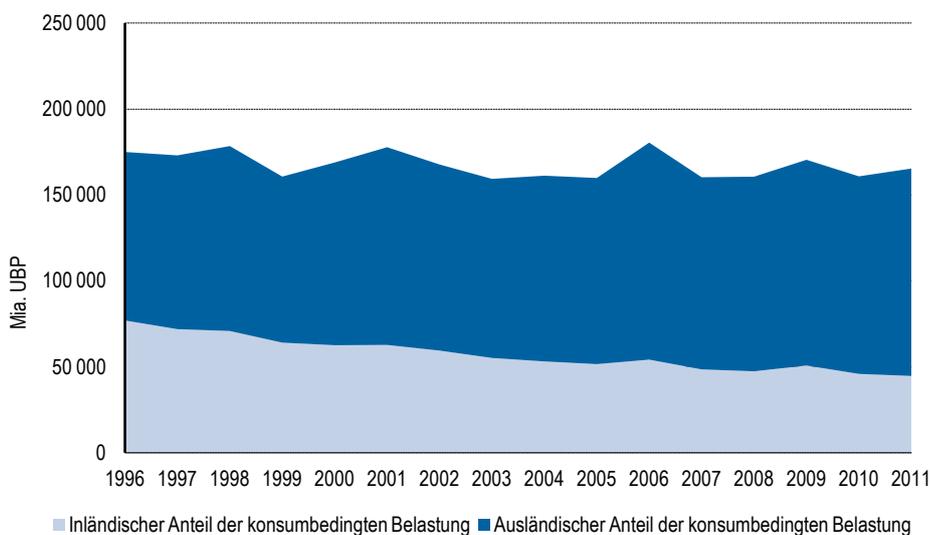
Inländische und ausländische Anteile an der konsumbedingten Umweltbelastung

Abb. 18 zeigt die Entwicklung der Umweltbelastung unterteilt in die konsumbedingte Belastung im Inland und Ausland (Berechnungsweise siehe Unterkapitel 2.5). Der grössere Anteil der Umweltbelastungen wird im Ausland generiert. Der Anteil der ausländischen Umweltbelastung nimmt seit 1996 kontinuierlich von 56 % im Jahr 1996 auf 73 % im Jahr 2011 zu. Dies kann mehrere Gründe haben. Erstens stiegen die Menge und damit die Umweltbelastung der importierten Güter und Dienstleistungen. Zweitens nahmen die konsumbedingten Umweltbelastungen im Inland im Betrachtungszeitraum um rund 30 % ab. Ob diese beiden Beobachtungen auf ein vermehrtes Auslagern von energie- und ressourcenintensiven Tätigkeiten ins Ausland zurückzuführen sind, kann nicht abschliessend beantwortet werden, da die Inlandbelastung nicht branchenspezifisch quantifiziert wurde.

Abb. 18 > Konsumperspektive – inländische und ausländische Anteile an konsumbedingter Belastungen

Entwicklung der Verteilung der Gesamtumweltbelastung (UBP-Methode 2013) in Mia. UBP aufgeteilt in die im Ausland und im Inland verursachte konsumbedingte Belastung.

Zunahme des ausländischen Anteils an der konsumbedingten Umweltbelastung



Berechnungen treeze und Rütter Soceco

¹⁸ Im Gegensatz zu anderen Umweltindikatoren (beispielsweise Klimawandel, siehe Abschnitt 4.3.1) verursacht Strom aus Kernenergie bei einer Bewertung mit UBP-Methode 2013 ähnlich hohe Umweltbelastungen wie Strom aus Kohlekraftwerken.

4.2.2 Sensitivitätsanalyse mit anderen gesamttaggregierenden Methoden

Wie in Abschnitt 2.4.2 erwähnt, kann die Gesamtsicht auf verschiedene Arten berechnet werden. In diesem Kapitel wird verglichen, wie das Resultat für die Gesamtumweltbelastung mit anderen Methoden ausfällt. Die verwendeten Methoden sind in Abschnitt 2.4.2 beschrieben.

Produktionsperspektive

Die Entwicklung der Umweltbelastung bewertet nach ILCD, ReCiPe und dem ökologischen Fussabdruck aus Sicht der Produktionsperspektive zeigt, dass die Umweltbelastung durch inländische Aktivitäten zwischen 1996 und 2011 um 19 % (**ILCD**) bzw. um 21 % (**ReCiPe**) abnehmen. Die Reduktion ist im Wesentlichen auf die gleichen Substanzen zurückzuführen wie bei der im letzten Kapitel beschriebenen UBP-Methode 2013 (vgl. Abschnitt 4.2.1) mit Ausnahme der Entsorgung der radioaktiven Abfälle, welche bei beiden hier gezeigten Indikatoren nicht bewertet werden.

In der Bewertungsmethode ReCiPe wird die Nutzung von metallischen Rohstoffen und fossilen Energieressourcen stark gewichtet. Da innerhalb der Schweizer Grenzen weder Metalle noch fossile Energieressourcen abgebaut werden, ist der inländische Beitrag zur Schädigung des Schutzguts Ressourcen entsprechend null. Aus diesem Grund ist bei ReCiPe auch der Auslandanteil an der Gesamtumweltbelastung vergleichsweise hoch (siehe auch Tab. 5).

Die Entwicklung der inländischen Belastung bei einer Bewertung mit dem **ökologischen Fussabdruck** zeigt keinen eindeutigen Trend. Dies ist auf die Schwankungen der CO₂-Emissionen (nicht zu verwechseln mit CO₂-eq Emissionen) zurückzuführen. Hervorzuheben ist, dass der mit den anderen Indikatoren erfasste Rückgang der Umweltbelastung beim ökologischen Fussabdruck nicht zum Ausdruck kommt.

Konsumperspektive

Abb. 19 zeigt die Entwicklung der Gesamtumweltbelastung in Punkten nach ILCD, ReCiPe und gemäss dem ökologischen Fussabdruck aus Sicht der Konsumperspektive (im Inland verursachte Belastung plus die durch Importe verursachte Belastung minus die durch Exporte verursachte Belastung; vergleiche Abb. 20). Die Gesamtumweltbelastungen sind aufgeteilt in die inländische Belastung, in die Belastung durch Importe von Waren und Dienstleistungen und in die Belastung durch Exporte von Waren und Dienstleistungen.

Die Gesamtumweltbelastungen nach **ILCD** und **ReCiPe** verlaufen zwar sehr ähnlich, aber mit dem gewichtigen Unterschied, dass die Gesamtumweltbelastungen nach ReCiPe über den Betrachtungszeitraum um 20 % zu-, die Gesamtumweltbelastungen nach ILCD im selben Zeitraum jedoch um 4 % abnehmen. Der Hauptgrund für diesen Unterschied liegt in der deutlich grösseren Bedeutung der Inlandbelastung bei ILCD im Vergleich zu ReCiPe. Die Abnahme der Umweltbelastung im Inland prägt bei ReCiPe das Resultat weniger, d. h. die Zunahme der importierten Umweltbelastung wird weniger stark «abgefedert» als bei ILCD. Ausschlaggebend für den Verlauf der Gesamtbelastung ist bei beiden Methoden der Import und Export von Metallen und Energieträgern. Wie schon bei der Bewertung mit der UBP-Methode 2013 (Abschnitt 4.2.1) zeigt

Produktionsperspektive:
Abnahme der Umweltbelastung im
Inland gemäss weiteren
Indikatoren

sich der wirtschaftliche Einbruch im Jahr 2009 entgegen den Erwartungen mit einem höheren Saldo, weil die Umweltbelastungen der Exporte deutlich stärker abnehmen als die Umweltbelastungen der Importe. Es fand ein Lageraufbau insbesondere der Edelmetalle Platin und Palladium statt (vgl. auch Abschnitt 4.2.1).

Der **ökologische Fussabdruck** nimmt über den Betrachtungszeitraum um 16 % zu. Im Aussenhandel ist der Handel mit Energieträgern, Chemikalien, tierischen und pflanzlichen Produkten sowie mit Metallen von Bedeutung.

Für das Jahr 2007 resultiert ein konsumbedingter ökologischer Fussabdruck von 3.9 globale Hektaren pro Person. Diese Resultate unterscheiden sich von jenen gemäss global footprint network (Ewing et al. 2010). Gemäss diesem benötigte die Schweiz im Jahr 2007 5.0 globale Hektaren pro Person. Bezüglich des Treibhausgas-Anteils, also der Fläche, die zur Kompensation der CO₂-Emissionen benötigt wird, sind die Resultate vergleichbar. Der grosse Unterschied liegt im Fussabdruck der direkten Landnutzung. Mit der Methodik des global footprint networks resultiert ein etwa doppelt so hoher Fussabdruck für die Landnutzung als mit dem in der vorliegenden Studie verwendeten Ansatz. Besonders bezüglich der landwirtschaftlich genutzten Fläche ist ein grosser Unterschied zu beobachten. Die Differenz ist im Wesentlichen auf unterschiedliche Datenquellen und eine unterschiedliche Methodik bei der Berechnung des ökologischen Fussabdrucks zurückzuführen.

Vergleich mit ökologischem Fussabdruck gemäss global footprint network in der Konsumperspektive

Das global footprint network greift zur Berechnung des landwirtschaftlichen Fussabdruckes auf die Daten der FAO und globale Durchschnittswerte für landwirtschaftliche Erträge zurück. Diese weltweit gültigen Erträge sind teilweise deutlich kleiner als die in der Schweiz erreichten Erträge. Für Mais beispielsweise beträgt gemäss FAOSTAT (2013) der Ertrag im globalen Durchschnitt 5.1 t/ha, während der Ertrag in der Schweiz 9.7 t/ha liegt. Der Fussabdruck der direkten Landnutzung des Konsums von 1 Tonne Mais ist gemäss der vorliegenden Studie nur knapp halb so gross wie in der Methodik gemäss global footprint network. Die vorliegende Studie hingegen bezieht sich auf die Arealstatistik der Schweiz und Charakterisierungsfaktoren gemäss Huijbregts et al. (2008) und Wackernagel et al. (1996). Im Weiteren wird für die vorliegende Studie kein Fussabdruck für Fischgründe berechnet. Diese sind beim vom global footprint network ausgewiesenen Fussabdruck allerdings nur für ca. 5 % des Fussabdrucks der direkten Landnutzung verantwortlich.

Um die Anzahl Erden zu berechnen, welche die Schweiz für ihren Konsum benötigt, wird der ökologische Fussabdruck pro Person der Schweiz mit der durchschnittlichen globalen Biokapazität pro Person verglichen. Die durchschnittliche globale Biokapazität ergibt sich aus den verfügbaren produktiven Flächen, wobei die genaue Herleitung des vom global footprint network publizierten Wertes nicht öffentlich erhältlich ist. Weil gerade beim Landnutzungsanteil des ökologischen Fussabdrucks (und damit im Nenner) grössere Abweichungen zu beobachten sind, erachten wir einen Vergleich des hier berechneten Fussabdrucks mit der Biokapazität der Welt gemäss global footprint network als nicht aussagekräftig.

Abb. 19 > Konsumperspektive – absolute Gesamtumweltbelastung nach verschiedenen Indikatoren

Entwicklung der Gesamtumweltbelastung nach ILCD Endpoint, ReCiPe H/A und ökologischem Fussabdruck (ohne nukleare Energieträger), aufgeteilt in die Gesamtbelastung (Inland+Import-Export), inländische Belastung, Belastung durch Importe von Waren und Dienstleistungen und Belastung durch Exporte von Waren und Dienstleistungen.

Nach UBP und ILCD nahm die Gesamtbelastung 1996–2011 leicht ab, gemäss ökologischem Fussabdruck und ReCiPe nahm sie leicht zu.

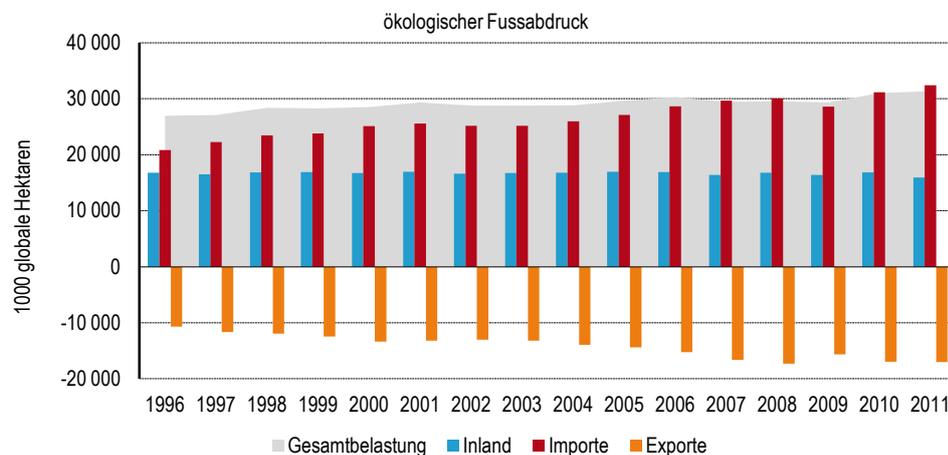
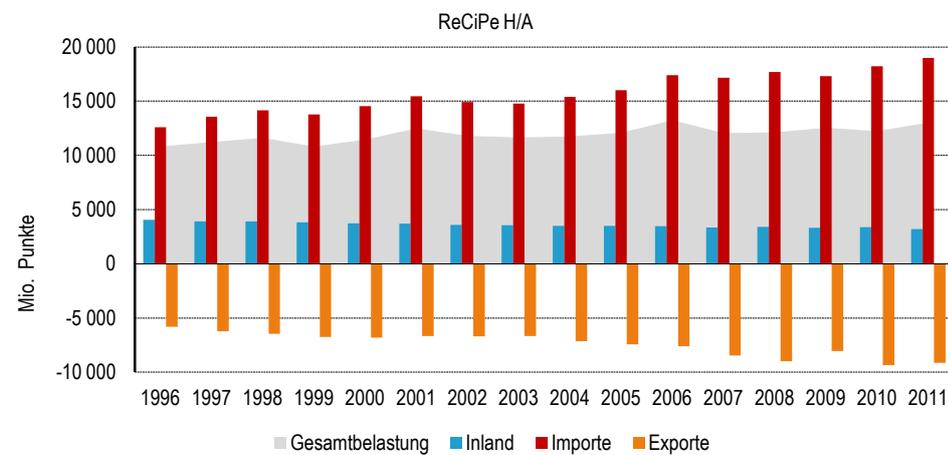
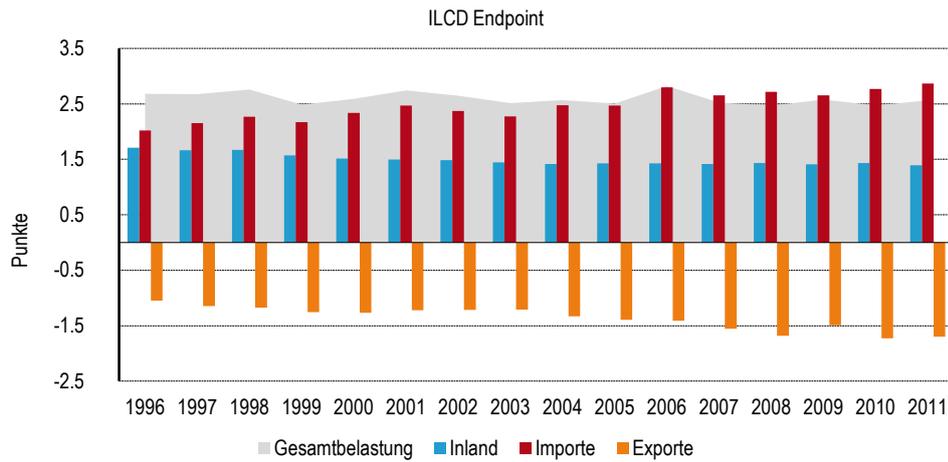


Abb. 20 zeigt den Vergleich der Gesamtumweltbelastungen der vollaggregierenden Bewertungsmethoden UBP-Methode 2013, ILCD, ReCiPe 2008 und ökologischer Fussabdruck. Abb. 21 zeigt denselben Vergleich der Gesamtumweltbelastungen, jedoch in Umweltbelastung pro Person, zusätzlich wird der Verlauf des ökologischen Fussabdrucks gemäss global footprint network (gfn) gezeigt.

Vergleich vollaggregierende
Bewertungsmethoden

Die Bewertungen mit ILCD und der UBP-Methode 2013 führen zu geringeren und die Bewertungen mit ReCiPe und ökologischem Fussabdruck zu höheren Gesamtumweltbelastungen im Jahr 2011 im Vergleich zu 1996. Dies gilt sowohl für die absolute wie auch für die Entwicklung pro Person. Je grösser die Reduktion und Bedeutung der inländischen Belastung, desto eher vermögen diese der Zunahme im Aussenhandel entgegenzuwirken. Über längere Zeiträume korrelieren also UBP-Methode 2013 und ILCD einerseits und ReCiPe, ökologischer Fussabdruck und der Warenhandel (ohne Elektrizität) andererseits.

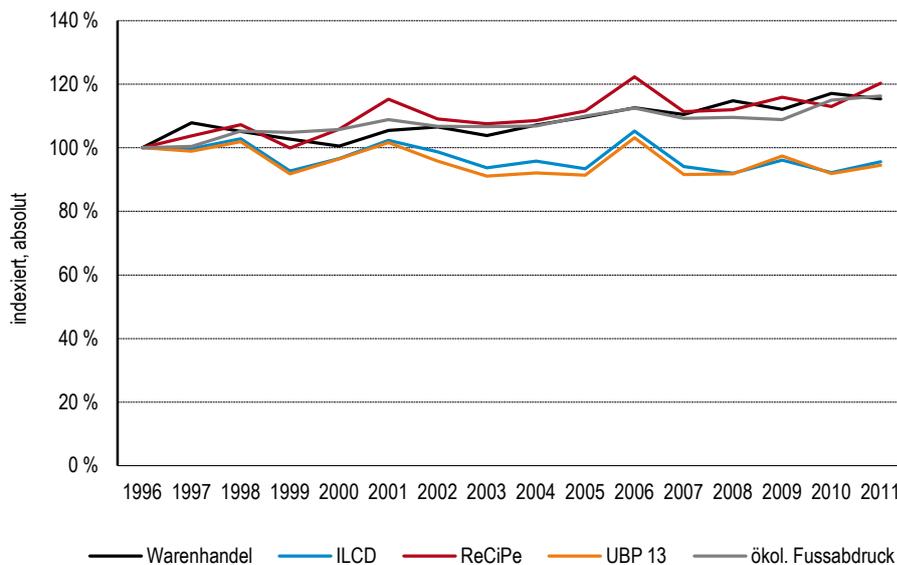
Die Resultate in UBP 2013, sowie bewertet mit ILCD und ReCiPe weisen in ihrer Jahresentwicklung einen ähnlichen Verlauf auf. Alle drei Methoden zeigen die relativen Maxima und Minima der Jahre 1998, 2001, 1999, 2006 und 2009 ähnlich ausgeprägt an, wenn auch auf unterschiedlichem Niveau. Der Indikator ökologischer Fussabdruck hingegen korreliert diesbezüglich schlecht mit den anderen vollaggregierenden Bewertungsmethoden, da der ökologische Fussabdruck nur die Landnutzung und die CO₂-Emissionen bewertet. Weitere wichtige Umweltprobleme wie Toxizitäten oder die Radioaktivität werden nicht berücksichtigt. Somit kann der ökologische Fussabdruck kein umfassendes Bild aller Umweltbelastungen liefern kann.

Es zeigt sich auch, dass der hier berechnete ökologische Fussabdruck mit dem ökologischen Fussabdruck gemäss dem *global footprint network* nur schwach korreliert (siehe Abb. 21). Der hier berechnete ökologische Fussabdruck nimmt pro Person von 2001 bis 2008 leicht ab, während der ökologische Fussabdruck gemäss *global footprint network* kontinuierlich und relativ stark zunimmt. In der Zeit zwischen 1996 und 2001 sind die Entwicklungen der beiden Indikatoren ebenfalls gegenläufig. Die relativ deutliche Zunahme des ökologischen Fussabdrucks gemäss *global footprint network* von 1996 bis 2008 ist zudem bei keinem der hier verwendeten Indikatoren zu beobachten.

Im Weiteren korreliert der Netto-Warenhandel nicht durchgehend mit den Gesamtumweltbelastungen. Hohe Importmengen, gemessen in Tonnen, sind nicht in jedem Fall mit hohen Gesamtumweltbelastungen gleichzusetzen. Dies zeigt das Jahr 2009, in welchem aufgrund der Wirtschaftskrise netto weniger importiert wurde, aber die Umweltbelastungen im Vergleich zum Vor- und Folgejahr gestiegen sind oder die Jahre 2001 und 2006, welche bei den meisten Indikatoren Maxima darstellen, bezüglich gehandelter Warenmenge jedoch nicht besonders auffallen (siehe auch Abschnitt 4.2.1).

Abb. 20 > Konsumperspektive – Entwicklung absolut, indexiert

Gesamtumweltbelastung bewertet mit der UBP-Methode 2013, ILCD Endpoint, ReCiPe H/A und ökologischem Fussabdruck (ohne nukleare Energieträger). Zur Veranschaulichung ist die Entwicklung des Warenhandels (Materialfluss Netto, in Tonnen, ohne Elektrizität) aufgezeigt.



EZV (2013), Berechnungen treeze und Rütter Soceco

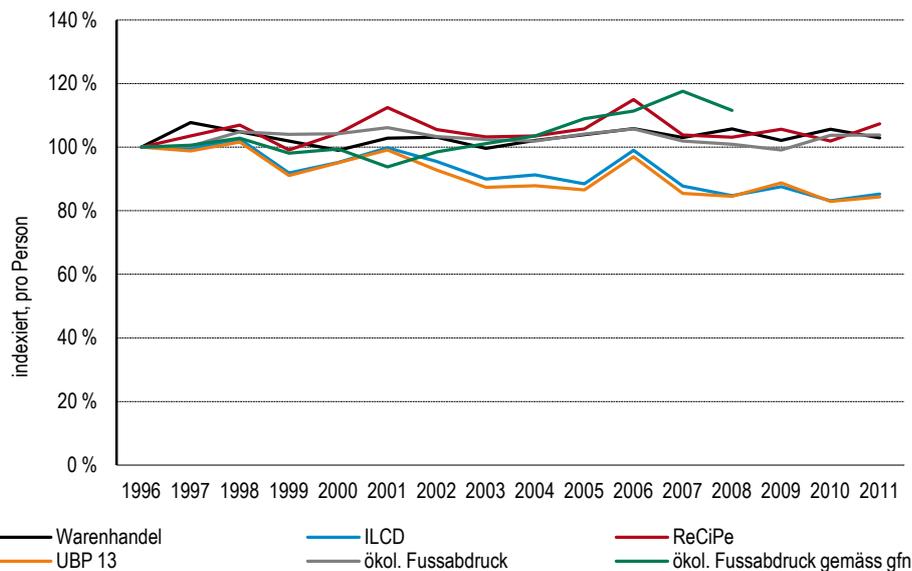
UBP-Methode und ILCD korrelieren gut, ökol. Fussabdruck und ReCiPe entwickeln sich in die gleiche Richtung.

Es zeigt sich auch, dass der hier berechnete ökologische Fussabdruck mit dem ökologischen Fussabdruck gemäss dem global footprint network nur schwach korreliert (siehe Abb. 21). Der hier berechnete ökologische Fussabdruck nimmt pro Person von 2001 bis 2008 leicht ab, während der ökologische Fussabdruck gemäss global footprint network kontinuierlich und relativ stark zunimmt. In der Zeit zwischen 1996 und 2001 sind die Entwicklungen der beiden Indikatoren ebenfalls gegenläufig. Die relativ deutliche Zunahme des spezifischen ökologischen Fussabdrucks pro Person gemäss global footprint network von 1996 bis 2008 ist zudem bei keinem der hier verwendeten Indikatoren zu beobachten.

Im Weiteren korreliert der Netto-Warenhandel nicht durchgehend mit den Gesamtumweltbelastungen. Hohe Importmengen, gemessen in Tonnen, sind nicht in jedem Fall mit hohen Gesamtumweltbelastungen gleichzusetzen. Dies zeigt das Jahr 2009, in welchem aufgrund der Wirtschaftskrise netto weniger importiert wurde, aber die Umweltbelastungen im Vergleich zum Vor- und Folgejahr gestiegen sind oder die Jahre 2001 und 2006, welche bei den meisten Indikatoren Maxima darstellen, bezüglich gehandelter Warenmenge jedoch nicht besonders auffallen (siehe auch Abschnitt 4.2.1).

Abb. 21 > Konsumperspektive – Entwicklung pro Person, indexiert

Gesamtumweltbelastung pro Person bewertet mit der UBP-Methode 2013, ILCD Endpoint, ReCiPe H/A und ökologischem Fussabdruck (ohne nukleare Energieträger) gemäss dieser Studie und gemäss dem global footprint network (gfn) bis 2008. Zur Veranschaulichung ist die Entwicklung des Warenhandels (Materialfluss Netto, in Tonnen, ohne Elektrizität) aufgezeigt.



EZV (2013), global footprint network, Berechnungen treeze und Rütter Soceco

schlechte Korrelation des ökol. Fussabdruck gemäss gfn mit anderen Indikatoren

Inländische und ausländische Anteile an der konsumbedingten Umweltbelastung

Die folgende Tab. 5 zeigt den Anteil der konsumbedingten Umweltbelastung im Inland und Ausland für die Jahre 1996 und 2011, für die drei vollaggregierenden Indikatoren und den ökologischen Fussabdruck. Der Anteil der konsumbedingten Umweltbelastung im Inland hat für alle Indikatoren über die untersuchte Zeitreihe abgenommen. Der inländische Anteil der Umweltbelastung gemäss ReCiPe lag mit 24 % schon im Jahr 1996 relativ tief und sank auf unter einen Sechstel. Die verursachten Belastungen im Inland bewertet mit der UBP-Methode 2013 und ILCD waren 1996 noch für fast die Hälfte der Gesamtumweltbelastungen verantwortlich. Dieser Anteil sank über die Jahre auf etwa einen Drittel bis rund einen Viertel der Gesamtumweltbelastungen.

alle Indikatoren zeigen eine Abnahme des inländischen Anteils an der konsumbedingten Umweltbelastung

Tab. 5 > Konsumperspektive

Anteile der konsumbedingten Umweltbelastungen Inland und Ausland für die Jahre 1996 und 2011 (Berechnungsweise siehe Unterkapitel 2.5).

	UBP-Methode 2013		ILCD Endpoint		ReCiPe H/A		ökologischer Fussabdruck	
	Inland	Ausland	Inland	Ausland	Inland	Ausland	Inland	Ausland
1996	44 %	56 %	46 %	54 %	24 %	76 %	45 %	55 %
2011	27 %	73 %	33 %	67 %	14 %	86 %	33 %	67 %

4.3 Einzelne Umweltbereiche

4.3.1 Klimawandel

Produktionsperspektive

Abb. 22 zeigt die Entwicklung der Treibhausgas-Emissionen aus Sicht der Produktionsperspektive (vgl. Abb.), aufgeteilt in Kyoto-Substanzen¹⁹ einerseits und klimawirksame, Ozonschicht abbauende Substanzen andererseits. Die inländischen Emissionen der Kyoto-Treibhausgase nehmen über die untersuchte Zeitreihe um 1 Mio. Tonne CO₂-eq ab und beliefen sich im Jahr 2011 auf rund 55 Mio. Tonnen CO₂-eq, ohne jedoch einem eindeutigen Trend zu folgen. Die Emissionen klimawirksamer, Ozonschicht abbauender Substanzen nahmen von 9.7 Mio. Tonnen CO₂-eq. im Jahr 1996 auf 1 Mio. Tonnen CO₂-eq. im Jahr 2011 ab. Da die Emissionen der Ozonschicht abbauenden Substanzen in Zukunft nicht mehr wesentlich abnehmen werden, ist eine weitere zukünftige Reduktion der gesamten inländischen Treibhausgas-Emissionen nur noch über die Abnahme der Emissionen der Kyoto-Substanzen zu erreichen.

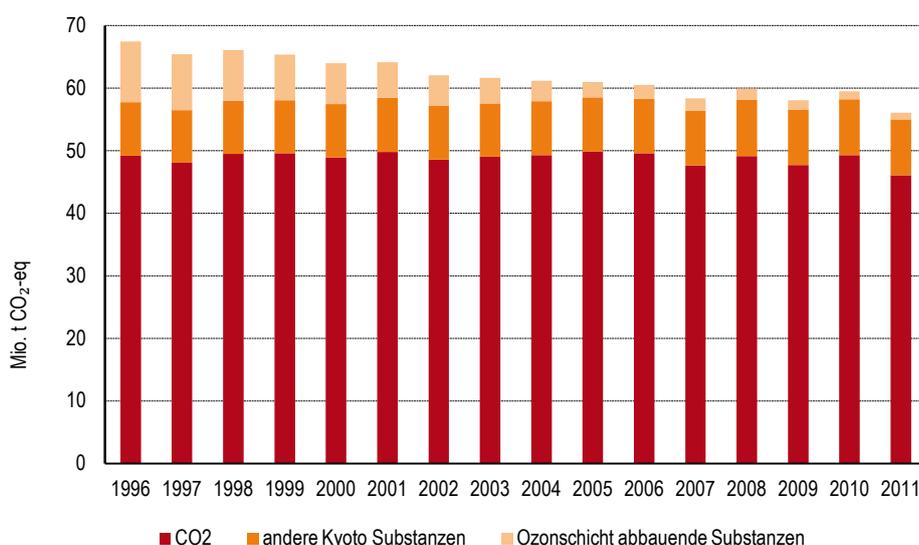
Treibhausgas-Emissionen
Schweiz: 56 Mio. Tonnen CO₂-eq
im Jahr 2011

¹⁹ Die Kyoto Substanzen umfassen CO₂, CH₄, N₂O, HFC, PFC und SF₆.

Abb. 22 > Produktionsperspektive – Treibhausgas-Emissionen

Entwicklung der inländischen Treibhausgas-Emissionen in Mio. Tonnen CO₂-eq gemäss GWP nach IPCC (2007, Table TS.2, 100a), aufgeteilt in Kyoto- und klimawirksame Ozonschicht abbauende Substanzen. Die Kyoto-Substanzen umfassen CO₂, CH₄, N₂O, HFC, PFC und SF₆. Die Treibhausgas-Emissionen wurden auf das Inlandsprinzip umgerechnet und mit den GWP Faktoren aus IPCC (2007, Table TS.2, 100a) bewertet, sie entsprechen somit nicht den Emissionen nach Treibhausgasinventar (BAFU 2012b).

Produktionsperspektive:
Abnahme der Treibhausgas-
Emissionen



BFS²⁰, Berechnungen treeze

Konsumperspektive

Abb. 23 zeigt die Entwicklung der Treibhausgas-Emissionen aus Sicht der Konsumperspektive (im Inland verursachte Emissionen plus die durch Importe verursachten Emissionen minus die durch Exporte verursachten Emissionen; vergleiche Abb. 20). Abb. 24 zeigt die Entwicklung der konsumbedingten Treibhausgas-Emissionen, die eine in der Schweiz wohnhafte Person pro Jahr verursacht hat. Die Gesamtemissionen sind aufgeteilt in die inländischen Emissionen, die Emissionen durch Importe von Waren und Dienstleistungen, und die Emissionen durch Exporte von Waren und Dienstleistungen. Die Treibhausgasemissionen der Kyoto-Substanzen und diejenigen der Ozonschicht abbauenden Substanzen werden getrennt gezeigt.

Für die Kyoto-Substanzen zeigt sich, dass die leichte Reduktion der im Inland verursachten Treibhausgas-Emissionen die zusätzlichen Emissionen aus dem Aussenhandel nicht zu kompensieren vermag. Die absoluten, konsumbedingten Treibhausgas-Emissionen (Kyoto-Substanzen) nahmen im betrachteten Zeitraum zu und waren im Jahr 2011 rund 17 % höher als im Jahr 1996.

Pro Person stiegen die konsumbedingten Treibhausgas-Emissionen (Kyoto Substanzen) von 13.0 Tonnen pro Person (1996) um knapp 5 % auf 13.6 Tonnen pro Person (2011). Dazwischen schwankten sie zwischen 13.0 t pro Person (2009) und 14.1 t pro Person

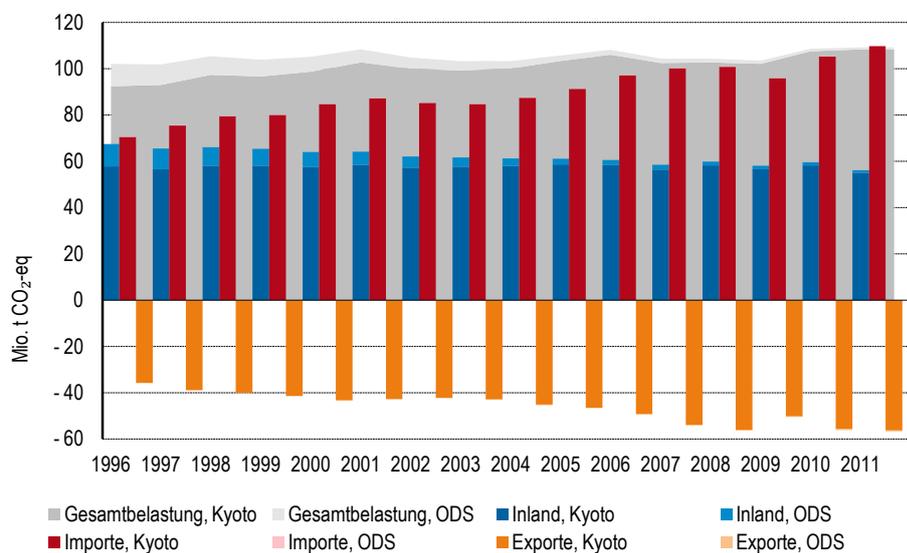
²⁰ Datei: Datenbedarf_THGE_Inlandprinzip_anBFS.xlsx, übermittelt durch Florian Kohler (BFS) am 07.06.2013.

(2001). Der Verlauf der konsumbedingten Treibhausgas-Emissionen pro Person ist ähnlich wie derjenige der absoluten Treibhausgas-Emissionen (siehe Abb. 24).

Abb. 23 > Konsumperspektive – Treibhausgas-Emissionen

Entwicklung der konsumbedingten Treibhausgas-Emissionen in Mio. Tonnen CO₂-eq gemäss GWP nach IPCC (2007, Table TS.2100a), aufgeteilt in die Gesamtemissionen (Inland+Import-Export), Emissionen im Inland, Emissionen durch Importe von Waren und Dienstleistungen und Emissionen durch Exporte von Waren und Dienstleistungen und unterschieden in Kyoto Substanzen und Ozonschicht abbauende Substanzen (ODS). Die Treibhausgas-Emissionen wurden auf das Inlandsprinzip umgerechnet und mit den GWP Faktoren aus IPCC (2007, Table TS.2, 100a) bewertet, sie entsprechen somit nicht den Emissionen nach Treibhausgasinventar (BAFU 2012b).

Konsumperspektive: Zunahme der Treibhausgas-Emissionen

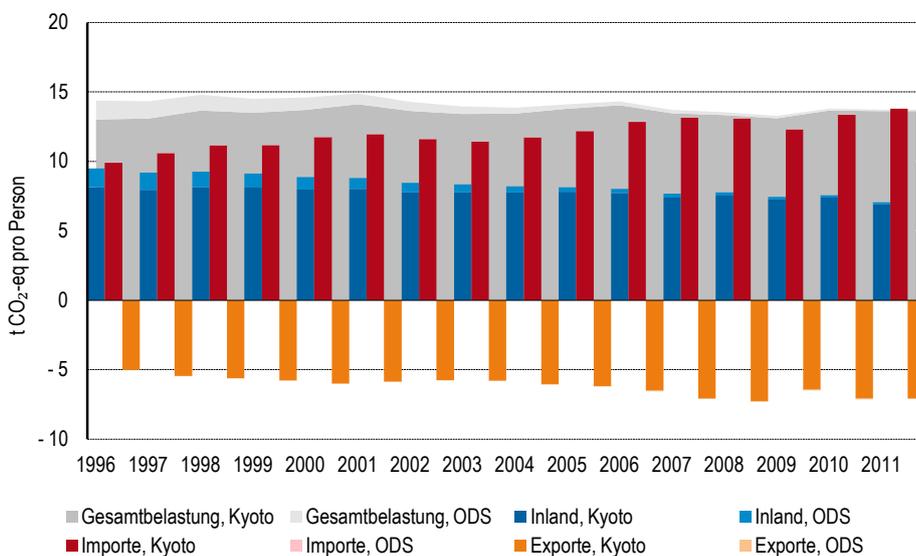


Berechnungen treeze und Rütter Soceco

Werden die Ozonschicht abbauenden Substanzen mitberücksichtigt, so zeigt sich ein gegenläufiger Trend: Die konsumbedingten Treibhausgasemissionen pro Person nahmen von 14.4 Tonnen pro Person (1996) um 4 % auf 13.7 Tonnen pro Person (2011) ab. Dies liegt daran, dass die Emissionen Ozonschicht abbauender Substanzen dank dem weltweiten Verbot über den betrachteten Zeitraum massiv abgenommen haben. Im Jahr 2011 trugen die Ozonschicht abbauenden Substanzen nur noch weniger als 1 % zu den gesamten, konsumbedingten Treibhausgasemissionen bei, gegenüber fast 9 % im Jahr 1996.

Abb. 24 > Konsumperspektive – Treibhausgas-Emissionen pro Person

Entwicklung der konsumbedingten Treibhausgas-Emissionen in Tonnen CO₂-eq pro Person (ständige Wohnbevölkerung in der Schweiz) gemäss GWP nach IPCC (2007, Table TS.2100a) aufgeteilt in die Gesamtemissionen (Inland+Import-Export), Emissionen im Inland, Emissionen durch Importe von Waren und Dienstleistungen und Emissionen durch Exporte von Waren und Dienstleistungen und unterschieden in Kyoto-Substanzen und Ozonschicht abbauende Substanzen (ODS). Die Treibhausgas-Emissionen wurden auf das Inlandsprinzip umgerechnet und mit den GWP Faktoren aus IPCC (2007, Table TS.2, 100a) bewertet, sie entsprechen somit nicht den Emissionen nach Treibhausgasinventar (BAFU 2012b).



Berechnungen treeze und Rütter Soceco

Die Hauptverursacher der Treibhausgas-Emissionen im Aussenhandel sind der Handel von Energieträgern (Strom und Erdölprodukte), von Metallen und von Chemikalien. Im Vergleich zur Gesamtumweltbelastung (vgl. Abb. 16) sind die Ausprägungen und die Bedeutung der Treibhausgas-Emissionen durch fossile Energieträger höher. Prägend sind hier der Import von Erdöl und Erdölprodukten und der Import von Strom. Der Stromimport verursacht pro kWh höhere Treibhausgas-Emissionen als der exportierte Strom. Die Treibhausgas-Emissionen des Importstroms hängen zum grossen Teil mit der Herkunft zusammen. Strom aus Deutschland stammt zu einem wesentlichen Teil aus fossilen Kraftwerken (vor allem aus Kohle- und Gaskraftwerken). Dieser hat deutlich höhere Treibhausgas-Emissionen pro kWh als beispielsweise Strom aus Kernkraftwerken. In den Jahren 2001, 2002 und ab dem Jahr 2010 ist der Anteil von aus Deutschland importiertem Strom deutlich höher als in den Vor- und Folgejahren. Diese Erhöhung spiegelt sich ebenfalls in den importierten Treibhausgas-Emissionen wieder.

Innerhalb der Metalle hat vor allem der Handel mit Aluminium und Eisenprodukten zugenommen. Innerhalb der Chemikalien dominiert der Handel mit organischen Chemikalien (wie beispielsweise Äther, Alkoholperoxide, Epoxide, Acetale, etc.).

Von der Gesamtheit aller importierten Güter verursachen die importierten Waren im Durchschnitt 90 % der importierten Treibhausgas-Emissionen, die Dienstleistungen

Zunahme der
Treibhausgas-Emissionen
pro Kopf

Hauptverursacher der
Treibhausgas-Emissionen

10 %. Von den exportierten Emissionen fallen 30 % auf die Exporte von Dienstleistungen und 70 % auf die Exporte von Waren.

Im Vergleich zur Pilotstudie (Jungbluth et al. (2011), Fig 29) resultieren in der vorliegenden Studie höhere konsumbedingte Treibhausgas-Emissionen pro Person, sowohl mit als auch ohne Berücksichtigung der Ozonschicht abbauenden Substanzen. Dies lässt sich wie folgt erklären:

Vergleich mit Pilotstudie

- > Erstens wird in der Pilotstudie mit den GWP-Faktoren aus IPCC (2001) und in der hier vorliegenden Studie mit den GWP-Faktoren aus IPCC (2007, Table TS.2) gerechnet. Dies führt insbesondere bei der Bewertung von Methan zu höheren Ergebnissen.
- > Zweitens können Anpassungen in der Modellierung der Aussenhandelskategorien zu unterschiedlichen Ergebnissen führen. Diese Anpassungen sind im technischen Bericht (Frischknecht et al. (2014), Unterkapitel 3.9 und 4.2) ausführlich dokumentiert.
- > Drittens wurden seit der Publikation der Pilotstudie einige Hintergrunddaten innerhalb des Datenbestandes ecoinvent v2.2 korrigiert und aktualisiert. Abschnitt 4.2.5 im technischen Hintergrundbericht (Frischknecht et al. 2014) gibt einen Überblick über die Anpassungen. In einigen Fällen führen die Anpassungen in den Hintergrunddaten zu höheren in anderen Fällen zu tieferen Treibhausgas-Emissionen.

Der Verlauf der konsumbedingten Treibhausgas-Emissionen hingegen ist in beiden Studien ähnlich.

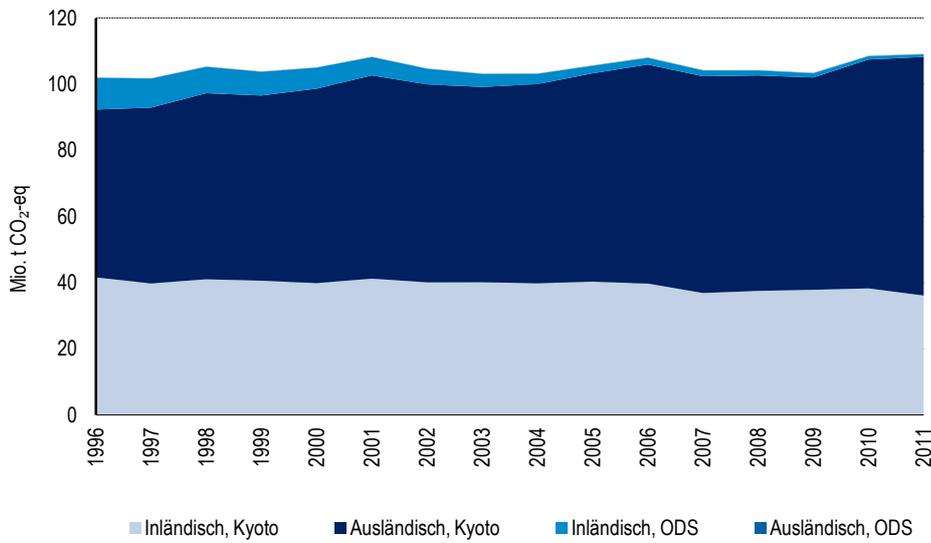
Inländische und ausländische Anteile an den konsumbedingten Treibhausgas-Emissionen

Die folgende Abb. 25 zeigt die Entwicklung der durch inländische und ausländische («graue») Aktivitäten verursachten Treibhausgas-Emissionen (nur Kyoto-Substanzen). Die konsumbedingten Treibhausgas-Emissionen im Inland sind im betrachteten Zeitraum rückläufig, während diejenigen im Ausland zunehmen. Die Gründe sind, wie beim Verlauf der Gesamtumweltbelastung bewertet mit der UBP-Methode 2013 (siehe Abschnitt 4.2.1), nicht eindeutig eruierbar. Da die Treibhausgas-Emissionen nicht branchenspezifisch modelliert wurden, bleibt unklar, inwieweit der Strukturwandel in der Schweiz (Zunahme des Dienstleistungssektors zulasten des Industriesektors) ein Grund für die beschriebene Entwicklung darstellt.

Der Anteil der inländischen Treibhausgas-Emissionen an der konsumbedingten Belastung nimmt ab

Abb. 25 > Konsumperspektive – inländische und ausländische Anteile an konsumbedingten Treibhausgas-Emissionen (nur Kyoto-Substanzen)

Entwicklung der konsumbedingten Treibhausgas-Emissionen gemäss GWP nach IPCC (2007, Table TS.2, 100a) unterteilt in konsumbedingten Emissionen im In- und Ausland.



Berechnungen treeze und Rütter Soceco

4.3.2 Primärenergieaufwand (kumulierter Energieaufwand)

Die Bereitstellung von Endenergie benötigt selbst Energie. Energie wird benötigt, um die Energie zu gewinnen, umzuwandeln, zu raffinieren, zu transportieren und zu verteilen, sowie bei allen Vorgängen, die erforderlich sind, um die Energie an ihrem Einsatzort bereitzustellen. Der Primärenergieaufwand (auch kumulierter Energieaufwand (KEA), graue Energie) widerspiegelt den Input an Primärenergieressourcen (Erdgas, Rohöl, Steinkohle, Braunkohle, Uran, Biomasse, Wasserkraft etc.) welche für die Bereitstellung der Endenergie (Brennstoffe, Treibstoffe, Strom, Fernwärme) nötig sind, inklusive Energieinhalt der Brenn- und Treibstoffe. Der Primärenergieaufwand wird am Ort der Gewinnung gemessen. Der nicht erneuerbare Primärenergieaufwand von 1 Liter Benzin beispielsweise entspricht dem Heizwert der Menge Rohöl, welches dafür in der Nordsee, in Nordafrika, im Nahen Osten und andernorts gefördert wird. Daneben werden auch (geringe) Mengen an Erdgas, Kohle und Uran gefördert, um beispielsweise den Strom zu erzeugen, den es für die Bereitstellung von Benzin erfordert. Der Primärenergieaufwand zur Bereitstellung von fossilen Brenn- und Treibstoffen fällt also zum grössten Teil im Ausland an.

Produktionsperspektive

Abb. 26 zeigt die Entwicklung des erneuerbaren und nicht erneuerbaren Primärenergieaufwandes aus Sicht der Produktionsperspektive (vgl. Abb.). Im Inland werden keine nicht erneuerbaren Energieträger abgebaut. Deshalb wird für die inländische Nutzung nur der erneuerbare kumulierte Energieaufwand ausgewiesen. Zwischen 73 % und 82 % des erneuerbaren kumulierten Energieaufwands sind auf die Nutzung der

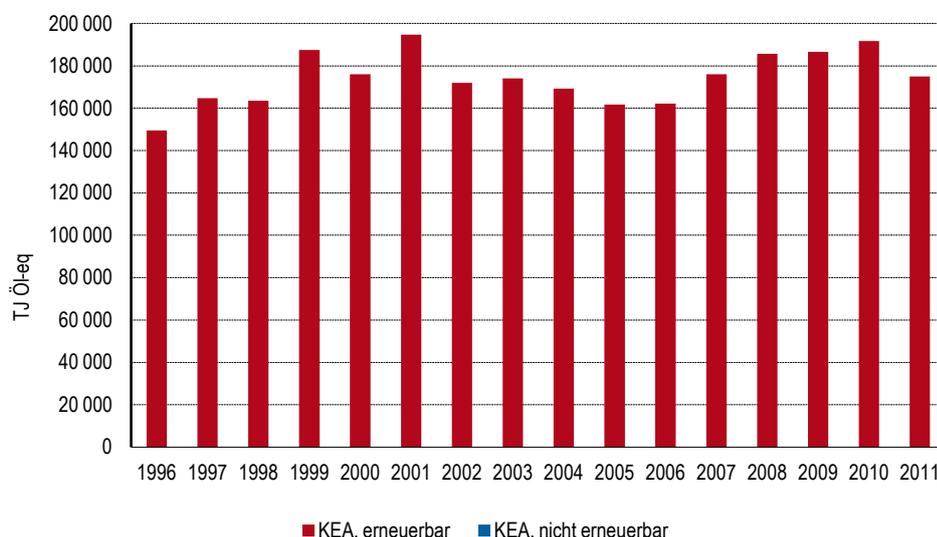
Nutzung von Wasserkraft im
Inland

Wasserkraft zurückzuführen. Weitere 16 % bis 22 % auf die Nutzung von Biomasse (z. B. Holz, Biogas). Der inländische (erneuerbare) Primärenergieaufwand folgt im Untersuchungszeitraum keinem eindeutigen Trend und schwankt zwischen den Jahren beträchtlich. Diese Schwankung ist weitgehend auf meteorologische Verhältnisse (Niederschlagsmenge) und somit auf die Produktion aus Wasserkraft zurückzuführen.

Abb. 26 > Produktionsperspektive – Primärenergieaufwand

Entwicklung des inländischen Primärenergieaufwands in TJ Öl-*eq* aufgeteilt in den erneuerbaren und nicht erneuerbaren Primärenergieaufwand.

Konsumperspektive:
8000 Watt pro Person



Berechnungen treeze

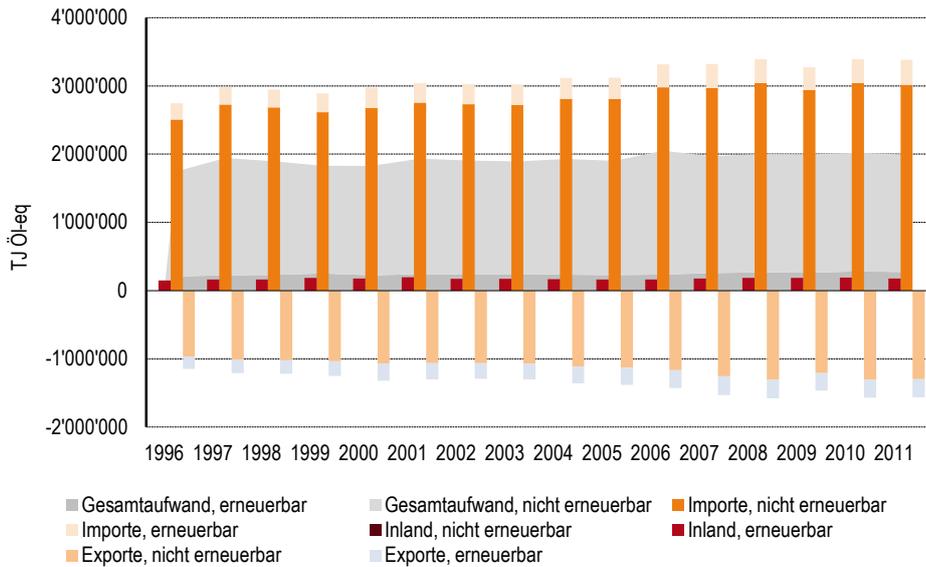
Konsumperspektive

Abb. 27 zeigt die Entwicklung des Primärenergieaufwandes aus Sicht der Konsumperspektive (im Inland verursachter Primärenergieaufwand plus den durch Importe verursachten Primärenergieaufwand minus den durch Exporte verursachten Primärenergieaufwand; vergleiche Abb. 20). Abb. 28 zeigt die Entwicklung des konsumbedingten Primärenergieaufwandes, den eine in der Schweiz wohnhafte Person pro Jahr verursacht. Der Primärenergieaufwand ist aufgeteilt in den inländischen Primärenergieaufwand, den Primärenergieaufwand durch Importe von Waren und Dienstleistungen und den Primärenergieaufwand durch Exporte von Waren und Dienstleistungen.

Der absolute konsumbedingte Primärenergieaufwand steigt von 1996 bis 2011 stetig an, insgesamt um 15 %. Der inländische Primärenergieaufwand ist im Vergleich zu demjenigen des Aussenhandels unbedeutend und der erneuerbare Energieaufwand insgesamt deutlich geringer als der nicht erneuerbare. Der konsumbedingte Primärenergieaufwand pro Person beläuft sich im Jahr 2011 auf durchschnittlich ca. 8000 Watt, und liegt damit etwa 3 % höher als 1996. Die Entwicklung des konsumbedingte Primärenergieaufwandes pro Person verläuft ähnlich wie der absolute konsumbedingte Primärenergieaufwand.

Abb. 27 > Konsumperspektive – Primärenergieaufwand (erneuerbar und nicht erneuerbar)

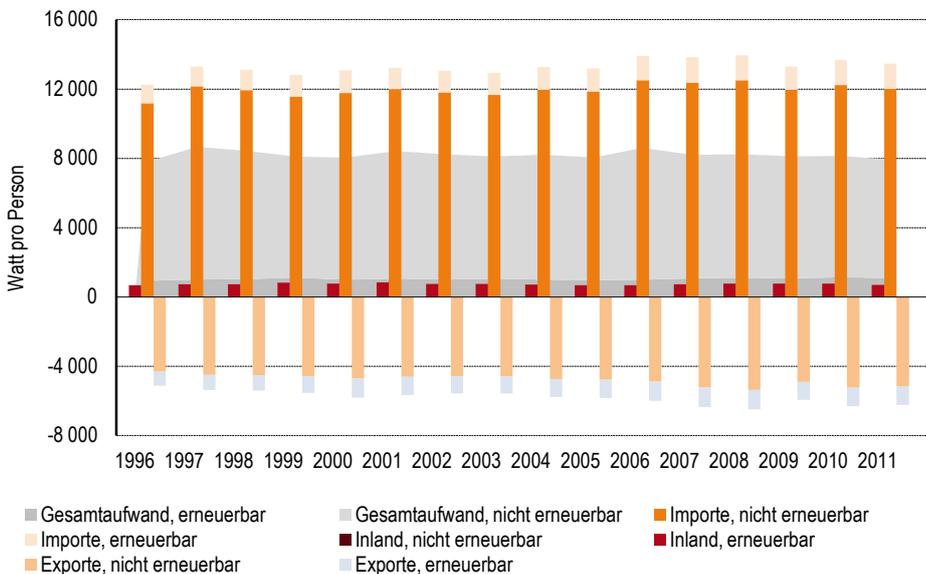
Entwicklung des konsumbedingten Primärenergieaufwandes in TJ Öl-eq, aufgeteilt in die Gesamtbelastung (Inland+Import-Export), inländischen Primärenergieaufwand, Primärenergieaufwand durch Importe von Waren und Dienstleistungen und Primärenergieaufwand durch Exporte von Waren und Dienstleistungen.



Berechnungen treeze und Rütter Soceco

Abb. 28 > Konsumperspektive – Primärenergieaufwand (erneuerbar und nicht erneuerbar) pro Person

Entwicklung des konsumbedingten Primärenergieaufwand in Watt pro Person (ständige Wohnbevölkerung in der Schweiz) aufgeteilt in die Gesamtbelastung (Inland+Import-Export), Primärenergieaufwand im Inland, Primärenergieaufwand durch Importe von Waren und Dienstleistungen und Primärenergieaufwand durch Exporte von Waren und Dienstleistungen.



Berechnungen treeze und Rütter Soceco

Die Hauptverursacher des konsumbedingten Primärenergieaufwands sind Importe und Exporte von Energieträgern und Chemikalien. Diese beiden Kategorien verursachen zusammen über 80 % des Primärenergieaufwandes des Handelssaldos (Import minus Export). Innerhalb der Kategorie Energieträger ist der Handel mit Erdölprodukten, innerhalb der Kategorie Chemikalien der Handel mit anorganischen Chemikalien und darin insbesondere der Handel mit Kernbrennstäben massgebend. Im Jahr 1997 wurden aussergewöhnlich viele Erdölprodukte importiert, was zu einem Peak in der Handelsbilanz führt. Das Maximum im Jahr 2006 hängt einerseits mit dem Import von Erdölprodukten zusammen und andererseits mit der Stromproduktion. Die Stromproduktion mit Kernkraftwerken in der Schweiz im Jahr 2006 ist eine der höchsten im Betrachtungszeitraum (sie wird nur von derjenigen im Jahr 2007 übertroffen), was zu entsprechend hohen Primärenergieaufwänden (Primärenergieinhalt des Urans plus Energiebedarfe für Abbau, Konversion, Anreicherung, Brennstab-Herstellung und Transporte) durch die zugehörigen Brennstabimporte führte (siehe Abschnitt 2.3.4).

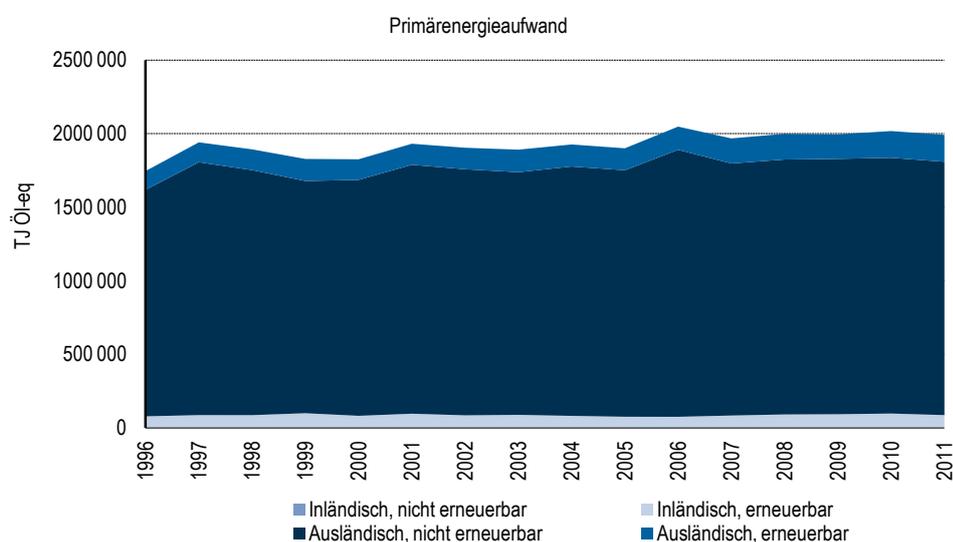
Waren-Importe und -Exporte sind in Bezug auf den Primärenergieaufwand mit 93 % beziehungsweise 74 % deutlich bedeutender als Dienstleistungen (7 % beziehungsweise 26 %), wobei die Dienstleistungsexporte wichtiger sind als deren Importe.

Inländische und ausländische Anteile am konsumbedingten Primärenergieaufwand

Die folgende Abb. 29 zeigt die Entwicklung des durch inländische und ausländische Aktivitäten verursachten Primärenergieaufwands (Berechnungsweise siehe Unterkapitel 2.5). Da in der Schweiz keine nicht erneuerbaren Energieträger abgebaut werden, ist der Anteil des konsumbedingten Primärenergieaufwands im Inland am gesamten Primärenergieaufwands relativ gering (weniger als 5 %) und auf erneuerbare Primärenergien beschränkt (im wesentlichen Wasserkraft und Biomasse).

Abb. 29 > Konsumperspektive – inländische und ausländische Anteile an konsumbedingtem Primärenergieaufwand

Entwicklung des konsumbedingten Primärenergieaufwands unterteilt nach in- und ausländischer Herkunft, jeweils erneuerbar und nicht erneuerbar getrennt.



Konsumperspektive:
inländischer Primärenergieaufwand ist unbedeutend

4.3.3 Weitere Umweltbereiche

Produktionsperspektive

Abb. 31 zeigt die Entwicklung der Luftverschmutzung, der Eutrophierung (der Meere), der Landnutzung und der verbrauchenden Wassernutzung aus Sicht der Produktionsperspektive. Die Indikatoren sind in Abschnitt 2.4.2 beschrieben.

Die Belastungen aus inländischen Aktivitäten sind im Vergleich zu 1996 für die **Luftverschmutzung** um 26 % und für die **Eutrophierung** um 8 % gesunken. Die Auswirkungen **der Landnutzung im Inland** haben sich über die Jahre nur wenig verändert (minus 1 %) und die verbrauchende **Wassernutzung** hat um 6 % zugenommen.

Abnahme der inländischen Luftverschmutzung und Eutrophierung, Zunahme der inländischen Wassernutzung

Die Abnahme der **Luftverschmutzung** um 26 % ist auf die Reduktion von Stickoxid-, Schwefeloxid- und Partikelemissionen zurückzuführen und damit Ausdruck des Erfolgs der Luftreinhaltepolitik der Schweiz. Die Ammoniakemissionen haben hingegen nur in geringem Masse abgenommen.

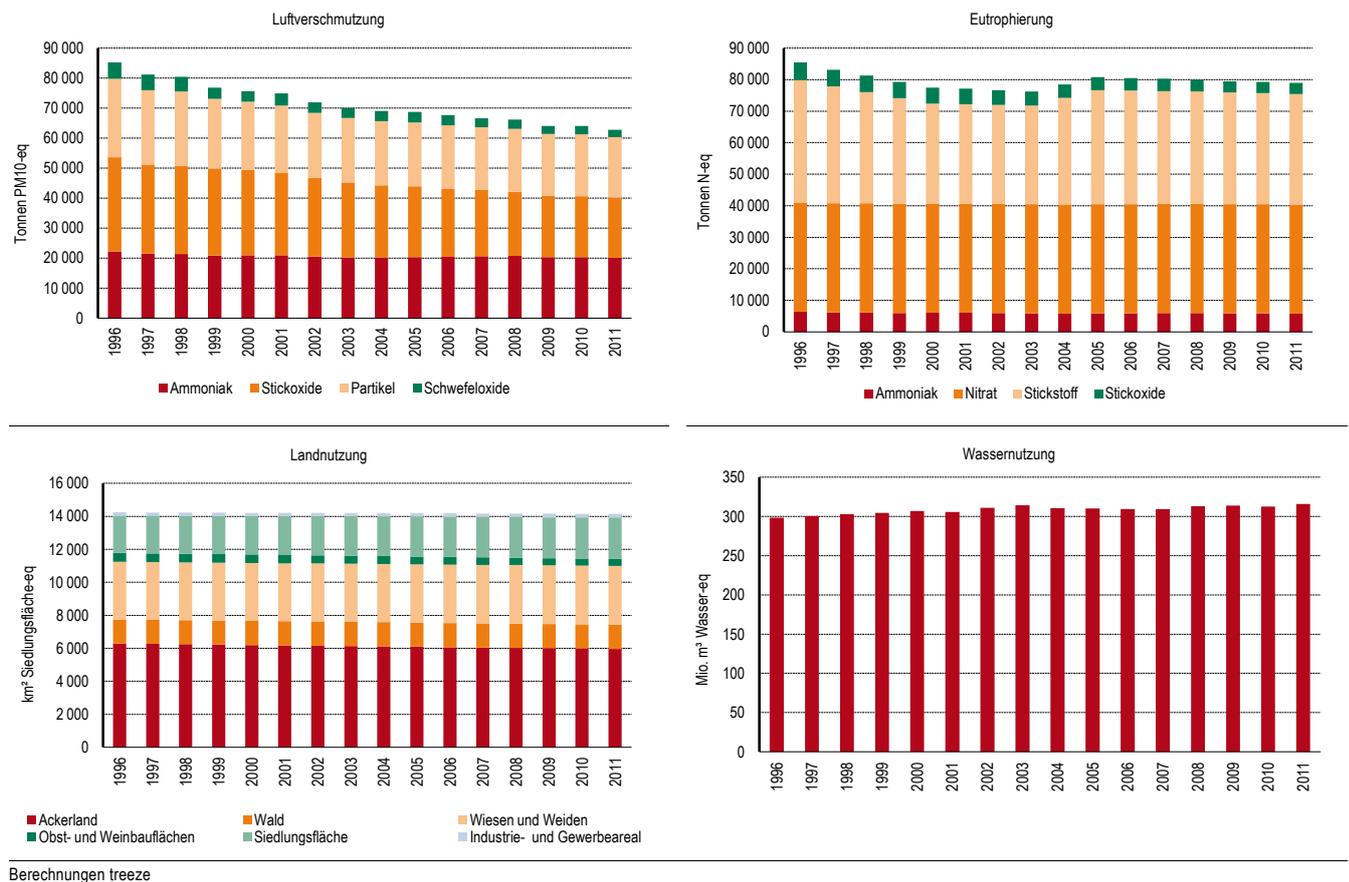
Die Bedeutung der Stickoxide bezüglich der **eutrophierenden** Wirkung ist wesentlich geringer als innerhalb der Luftverschmutzung. Die Eutrophierung wird deutlich stärker von Stickstoff- und Nitratemissionen in Gewässer geprägt. Die Nitratemissionen blieben im untersuchten Zeitraum konstant, wohingegen die Stickstoffemissionen schwankten.

Die Belastungen der landwirtschaftlichen Nutzflächen (Ackerland, Obst- und Weinbauflächen) haben zugunsten von Wald, Weiden und Wiesen abgenommen. Dem steht die Zunahme der Siedlungs- und Gewerbefläche gegenüber. In der Summe führen diese beiden Effekte zu einer leichten Abnahme der Auswirkungen der **Landnutzung**.

Die Hitzewelle im Jahr 2003 schlägt sich in einer höheren inländischen **Wassernutzung** im Vergleich zu den Vor- und Folgejahren nieder.

Abb. 30 > Produktionsperspektive bezüglich verschiedener Umweltindikatoren

Entwicklung der inländischen Luftverschmutzung, der marinen Eutrophierung, der Landnutzung und der verbrauchenden Wassernutzung.



Konsumperspektive

Abb. 3 zeigt die Entwicklung der Luftverschmutzung, der Eutrophierung (der Meere), der Landnutzung und der verbrauchenden Wassernutzung aus Sicht der Konsumperspektive (vergleiche Abb. 20). Die Gesambelastungen sind aufgeteilt in die inländische Belastung, in die Belastung durch Importe von Waren und Dienstleistungen und in die Belastung durch Exporte von Waren und Dienstleistungen.

Die konsumbedingte Umweltbelastungen (vgl. Abb. 31) schwanken im Falle der Luftverschmutzung über den Untersuchungszeitraum beträchtlich und nehmen gesamt- gesehen um 7 % ab. Die übrigen Umweltauswirkungen nehmen im Betrachtungs- zeitraum tendenziell zu (Eutrophierung um 8 %, Landnutzung um 17 % und Wasser- nutzung um rund 380 %). Im Weiteren zeigt Abb. 31, dass die inländischen Emissionen beziehungsweise Ressourcenverbräuche für die marine Eutrophierung und die Land- nutzung eine höhere Bedeutung haben als bei der Luftverschmutzung und Wassernut- zung.

Abnahme der konsumbedingten Luftverschmutzung, Zunahme der konsumbedingten Eutrophierung, Land- und Wassernutzung

Auffällig sind die Spitzen der **Luftverschmutzung** in den Jahren 2001 und 2006, sowie die Minima der **Luftverschmutzung** in den Jahren 1999, 2005, 2008 und 2010. Der Verlauf der Luftverschmutzung korreliert relativ gut mit dem Platinhandel (siehe Abschnitt 4.2 zu den Gründen und Abschnitt 2.3.4 zur Modellierung). Abgesehen von Platin sind die Hauptverursacher der Luftverschmutzung im Importstrom sowie in den Importen von Erdöl, Eisenprodukten sowie von den übrigen Metallen zu suchen.

Bis ins Jahr 2006 waren die **eutrophierenden** Emissionen im Inland höher als diejenigen der importierten Güter. Die Stickstoffemissionen, welche die Eutrophierung verursachen, stammen zu einem grossen Teil aus landwirtschaftlicher Produktion. Ab dem Jahr 2007 wird durch die Schweiz weltweit mehr Eutrophierung durch den Import verursacht als durch Landwirtschaft, Industrie, Gewerbe und Haushalte in der Schweiz. Dies kann damit zusammenhängen, dass wegen einer schlechten Getreideernte das Importkontingent für Brotgetreide für die Jahre 2007 und 2008 erhöht wurde (Joerin & Aepli 2010). Die Menge an Getreide, welches ausserhalb der Kontingente importiert werden darf, nimmt tendenziell zu (z. B. Futtermittel, Veredelungsverkehr, Joerin & Aepli 2010).

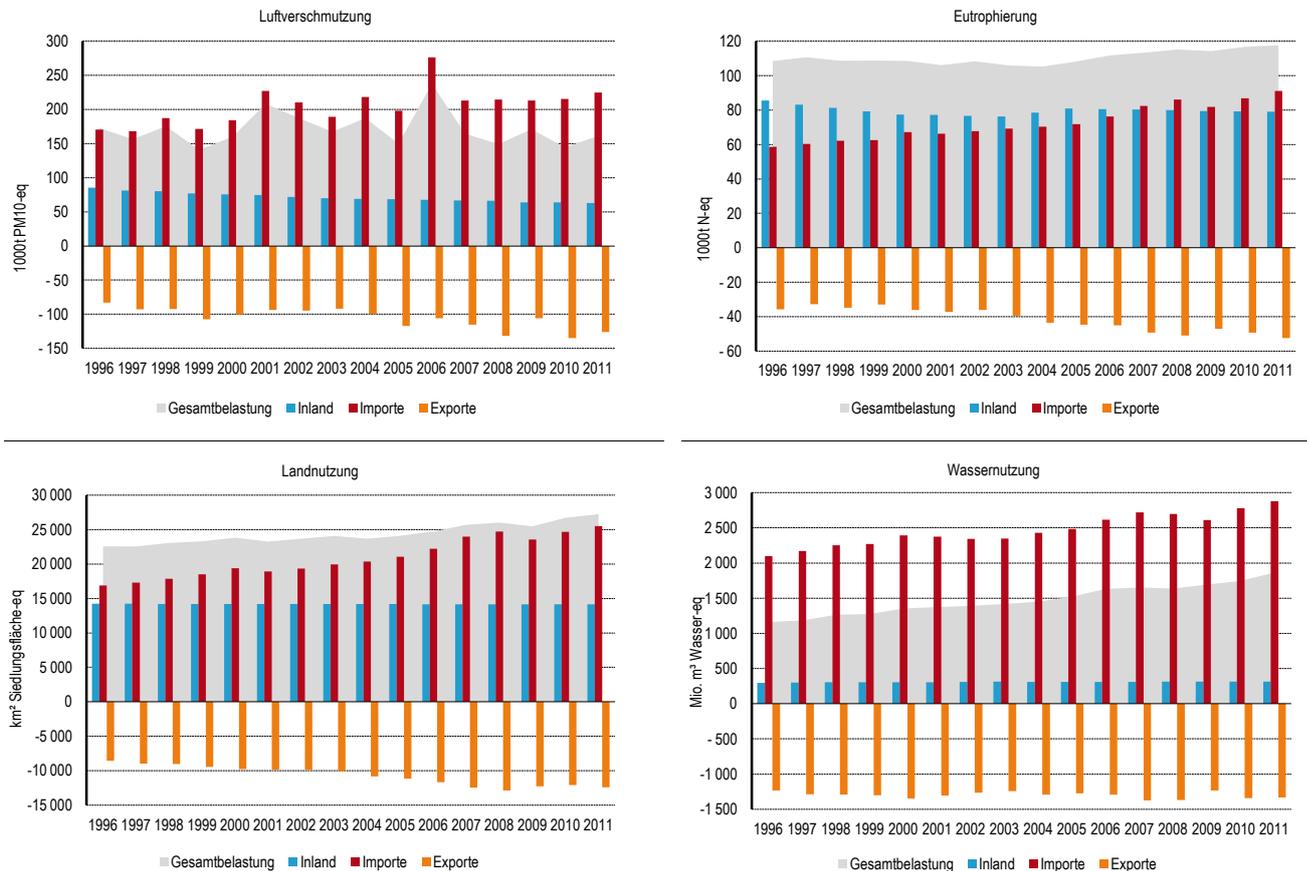
höhere eutrophierende
Emissionen im Inland als im
Ausland bis 2007

Die landwirtschaftliche Produktion ist ebenfalls für einen Grossteil der Auswirkungen der **Landnutzung** verantwortlich. Der Verlauf der Auswirkungen der Landnutzung korreliert daher relativ gut mit dem Verlauf der Eutrophierung. Abweichungen sind der grösseren Bedeutung des Aussenhandels bezüglich Landnutzung im Vergleich zur Eutrophierung zuzuschreiben.

Die verbrauchende **Wassernutzung** nimmt von 1996 bis 2011 um 60 % zu. Sie wird hauptsächlich vom zunehmenden Aussenhandel geprägt. Die Hauptwasserverbraucher sind, in der Reihenfolge ihrer Bedeutung, der Handel mit Textilfäden und Garnen, Bekleidung, Möbeln, Früchten und Gemüsen sowie der Stromhandel.

Abb. 31 > Konsumperspektive -Entwicklung einzelner Umweltbereiche

Konsumbedingte Umweltbelastung durch Luftverschmutzung, Eutrophierung, Landnutzung und verbrauchende Wassernutzung.



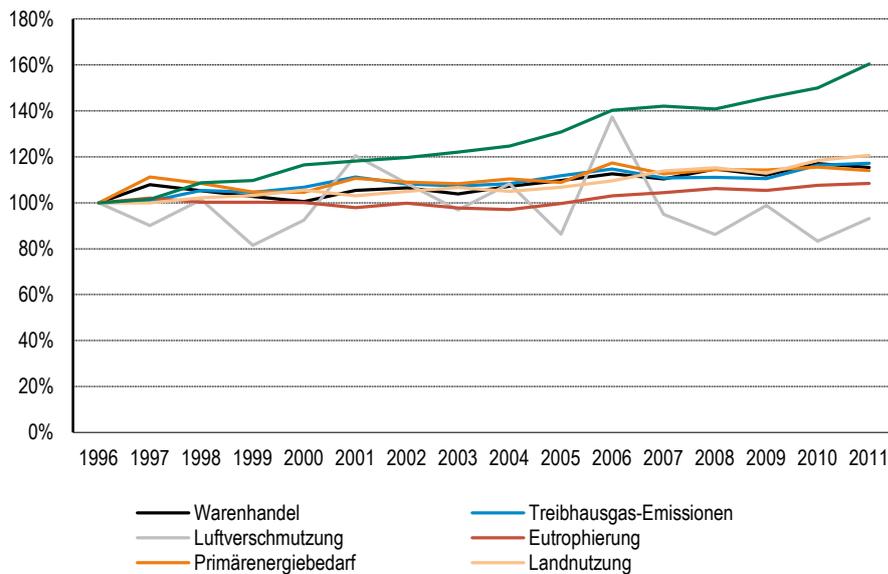
EZV (2013), Berechnungen treeze und Rütter Soceco

Abb. 32 zeigt die Korrelation unter den beschriebenen Umweltbereichen und die Entwicklung des Warenhandels (ohne Stromhandel) in Tonnen. Da die sechs Umweltindikatoren je eine spezifische Wirkung berücksichtigen, ist untereinander keine Korrelation festzustellen. Eine Ausnahme bildet das Paar Landnutzung und Eutrophierung. Diese beiden Indikatoren zeigen einen ähnlichen Verlauf, da sie beide durch die Auswirkungen landwirtschaftlicher Aktivitäten dominiert werden. Im Gegensatz zu den vollaggregierenden Bewertungsmethoden zeigen mit Ausnahme der Luftverschmutzung alle weiteren Umweltindikatoren eine leichte bis ausgeprägte Zunahme der Belastungen über den Betrachtungszeitraum.

Vergleich einzelner Umweltbereiche

Abb. 32 > Konsumperspektive – Entwicklung einzelner Umweltbereiche absolut, indexiert

Konsumbedingte Umweltbelastung durch Treibhausgas-Emissionen (Klimawandel, nur Kyoto-Substanzen), Primärenergieaufwand, Luftverschmutzung, marine Eutrophierung, Landnutzung und verbrauchende Wassernutzung. Zur Veranschaulichung ist die Entwicklung des Warenhandels (Netto, in Tonnen, ohne Elektrizität) aufgezeigt.



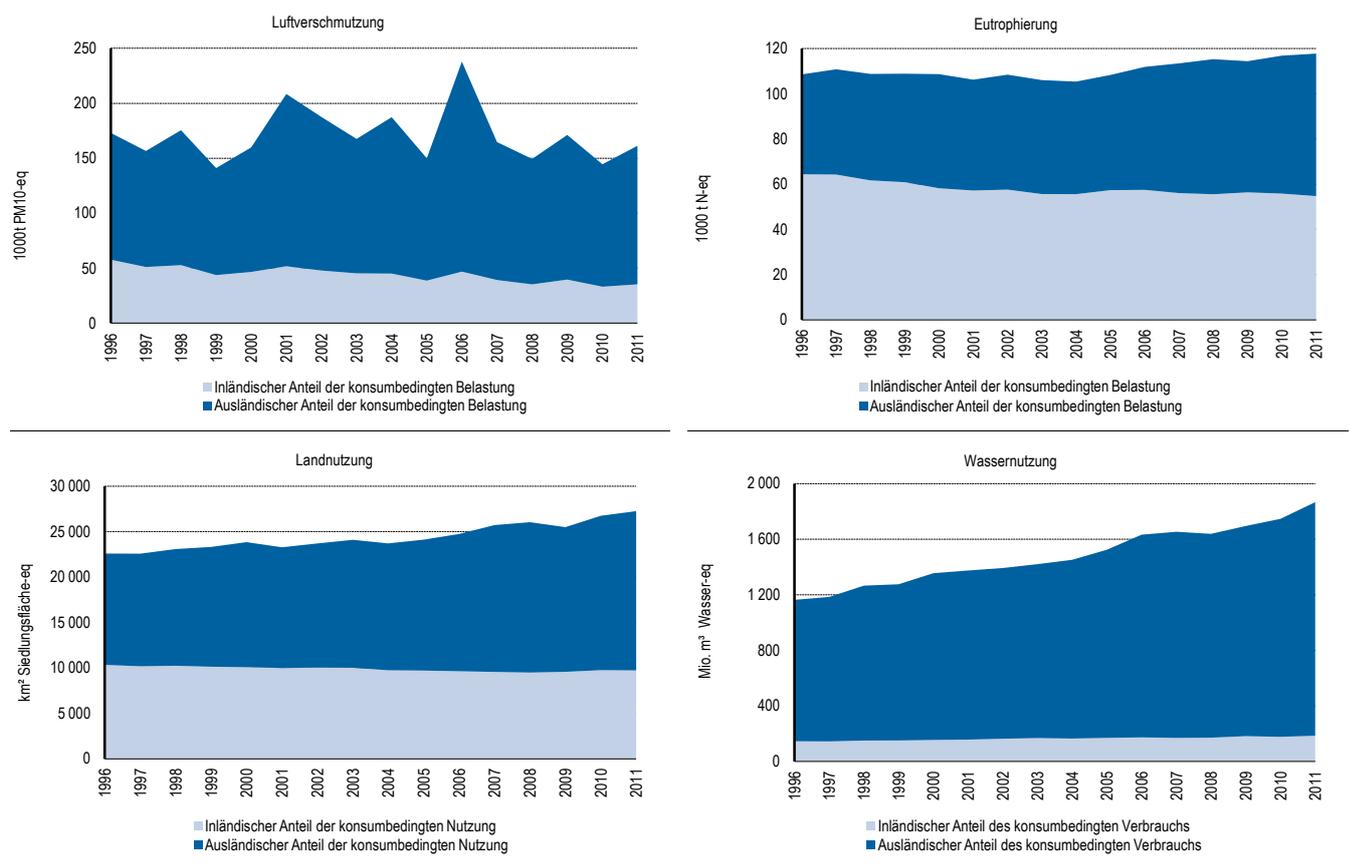
Inländische und ausländische Anteile an der konsumbedingten Umweltbelastung

Die folgende Abb. 33 zeigt, dass der Anteil der konsumbedingten Belastung im Inland für alle vier Umweltindikatoren über den Betrachtungszeitraum abgenommen hat. Bezüglich Luftverschmutzung und Wassernutzung lag der konsumbedingte inländische Anteil schon im Jahr 1996 relativ tief. Für die beiden anderen Indikatoren waren die konsumbedingten Belastungen im Inland im Jahr 1996 nur geringfügig tiefer (Landnutzung) oder sogar höher (Eutrophierung) als der Anteil der im Ausland verursachten Belastung.

alle Indikatoren zeigen eine Abnahme des inländischen Anteils an der konsumbedingten Umweltbelastung

Abb. 33 > Konsumperspektive

Anteile der konsumbedingten Umweltbelastungen Inland und Ausland verschiedener Umweltbereiche für die Jahre 1996 und 2011 (Berechnungsweise siehe Unterkapitel 2.5).



4.4 Einfluss bedeutender Ereignisse

Die Resultate haben gezeigt, dass die jährlichen Schwankungen der konsumbedingten Umweltbelastung nicht durchgehend mit der gehandelten Gütermenge korrelieren. Im Folgenden sollen einige wichtige Ereignisse der letzten 15 Jahre erwähnt und deren *sichtbarer* Einfluss auf die Gesamtumweltbelastung überprüft werden.

Nur die Wirtschaftskrise 2009 ist in den Ergebnissen ersichtlich

- > Die Auswirkungen der **Asienkrise (1997/98)** und des Platzen der **«Dotcom-Blase» im Jahr 2000** zeigen sich in der Gesamtbelastung nicht.
- > Die Anschläge in den USA im Jahr 2001 (**9/11**), das Grounding der Swissair im selben Jahr, die Terroranschläge in Spanien im Jahr 2004 und der Vulkanausbruch Eyjafjallajökull im Jahr 2010 in Island führten zu einer vorübergehenden Reduktion der Flugreisen. Der Kerosinverbrauch nahm im Jahr 2001 im Vergleich zum Jahr 2000 um 6 % ab, sank weiter bis ins Jahr 2004 und nahm danach wieder zu. Dieser Rückgang steht also im Zusammenhang mit den Terroranschlägen und den als Reaktion darauf eingeführten verschärften Sicherheitsvorkehrungen im Flugverkehr. Der Vulkanausbruch im Jahr 2010 ist in der Statistik nicht ersichtlich. Auf das Gesamt-

ergebnis der Umweltbelastungen haben alle genannten Ereignisse keinen sichtbaren Einfluss.

- > Die **Hitzewelle im Jahr 2003** führte zu einer erhöhten inländischen Wassernutzung, welche auf die konsumbedingte Gesamtumweltbelastung hingegen keinen wesentlichen Einfluss hat.
- > Die **Ölpreisspitzen in den Jahren 2005 und 2008** sind weder in einem tieferen Konsum oder Import von Erdölprodukten noch in der Gesamtumweltbelastung sichtbar.
- > Die **Vogelgrippe im Jahr 2006** führte zu einem tieferen Geflügelkonsum, welcher jedoch mit einem erhöhten Schweine- und Rindfleischkonsum kompensiert wurde. Die Auswirkungen der Vogelgrippe wie auch der **Schweinegrippe 2009** auf die Gesamtumweltbelastung sind marginal.
- > Die Auswirkungen der **Finanzkrise 2007** als Folge des Platzens der Immobilienblase in den USA sind in der Gesamtbelastung nicht direkt ersichtlich. Sie führt zusammen mit anderen Ereignissen und Bedingungen zur **Wirtschaftskrise im Jahr 2009**, welche hingegen in den Resultaten deutlich ersichtlich ist, wenn auch anders als zu erwarten: Trotz der BIP-Abnahme um 2% nahm die konsumbedingte Umweltbelastung scheinbar zu, weil durch die Krise die Exporte in deutlich höherer Masse zurückgegangen sind als die Importe, sowohl mengenmässig wie auch aus Sicht der spezifischen Umweltbelastung. Es gab einen eigentlichen Exportstau welcher zu einem Lageraufbau und netto zu einem höheren Importsaldo führte. Die konsumbedingten Umweltbelastungen aller vollaggregierenden Methoden zeigen deshalb eine Zunahme der Umweltbelastung im Jahr 2009 im Vergleich zum Vor- oder Folgejahr.
- > Die «**Globalisierungspause**»²¹, welche den Aussenhandel **seit 2008** weltweit stagnieren lässt, ist im Gesamtergebnis ebenfalls nicht sichtbar. Die Warenexporte der Schweiz sind im Jahr 2009 zwar eingebrochen, nehmen aber seither wieder zu. Im Dienstleistungshandel ist die Globalisierungspause hingegen ersichtlich: die Dienstleistungsexporte stagnieren seit 2008. Da der Einfluss der Dienstleistungen auf die Gesamtumweltbelastung jedoch vergleichsweise gering ist, ist diese Stagnation im Gesamtergebnis nicht sichtbar.

Bis auf die Wirtschaftskrise im Jahr 2009 haben die oben aufgezählten Ereignisse keinen erkennbaren Einfluss auf die Gesamtumweltbelastung. Sie können aber durchaus den Absatz einzelner Konsumgüter beeinträchtigen (siehe Tabak) oder das Konsumverhalten der Bevölkerung beeinflussen (siehe Fleischkonsum Abschnitt 4.10.2).

4.5

Entwicklung der Ressourceneffizienz

Die Bevölkerungsentwicklung und das Wirtschaftswachstum stellen wichtige Treiber der Umweltbelastung dar. In diesem Abschnitt wird daher untersucht, ob sich die Beeinträchtigung der natürlichen Ressourcen²² (Umweltbelastung) von der Bevölkerungs- und Wirtschaftsentwicklung entkoppelt hat und ob sich die Umwelteffizienz der

Indikatoren für die
Umwelt-Effizienz

²¹ Zeitungsbericht «Das ökonomische Comeback des Nationalstaates» im Tagesanzeiger vom 29.10.2013

²² Natürliche Ressourcen beinhalten nicht nur Rohstoffe, sondern auch Fläche, die Funktion und Qualität von Komponenten der Umwelt wie Boden, Luft und Wasser oder Biodiversität. In der Ökobilanz-Fachsprache wird die Beeinträchtigung natürlicher Ressourcen als Umweltbelastung bezeichnet.

Schweizer Volkswirtschaft bzw. des Schweizer Konsums verbessert hat. Dazu werden die folgenden Indikatoren gebildet und deren Entwicklung analysiert:

- > Konsumbedingte Umweltbelastung und Treibhausgas-Emissionen (Kyoto-Substanzen) werden zur ständigen Wohnbevölkerung in Bezug gesetzt.
- > Der Indikator für die Umwelteffizienz aus der Produktionsperspektive wird berechnet, indem das Bruttoinlandprodukt (BIP) durch die inländische Umweltbelastung (Gesamtanzahl UBP gemäss UBP-Methode 2013 aus Produktionsperspektive) dividiert wird. Das Bruttoinlandprodukt ist der wichtigste Indikator für die wirtschaftliche Leistung der schweizerischen Volkswirtschaft. Für die Bildung des Effizienzindikators wurde das Bruttoinlandprodukt der jeweiligen Jahre zu konstanten Preisen des Jahres 2005 umgerechnet. Die Zeitreihe gibt also die reale Entwicklung des BIP wieder.
- > Der Indikator für die konsumbedingte Umwelteffizienz ergibt sich durch die Division der inländischen Endnachfrage durch die konsumbedingte Umweltbelastung (Gesamtanzahl UBP gemäss UBP-Methode 2013 aus Konsumperspektive). Die inländische Endnachfrage kann wie das BIP der volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung entnommen werden. Sie ergibt sich durch Abzug der Exporte von der Endnachfrage und bildet der Summe der Waren und Dienstleistungen, die der Endverwendung im Inland dienen und nicht mehr weiterverarbeitet werden. Sie setzt sich aus den Konsumausgaben privater Haushalte, Staatskonsum und Bruttoanlageinvestitionen zusammen. Aus dem BIP ergibt sich die inländische Endnachfrage durch Abzug der Exporte und Addition der Importe. Sie ist damit inhaltlich besser mit der konsumbedingten Umweltbelastung vergleichbar als das BIP, das auch die Herstellung von Gütern für den Export umfasst. Dies ist in folgender Übersicht schematisch dargestellt:

$$\text{Umwelteffizienz} = \frac{\text{Wirtschaftsleistung}}{\text{Umweltbelastung}}$$

{

→

$$\frac{BIP}{\text{Umweltbel. in Produktionsperspektive}}$$

{

→

$$\frac{\text{inländische Endnachfrage}}{\text{Umweltbel. in Konsumperspektive}}$$

Die Werte für die inländische Endnachfrage wurden ebenfalls in konstante Preise des Jahres 2005 umgerechnet.

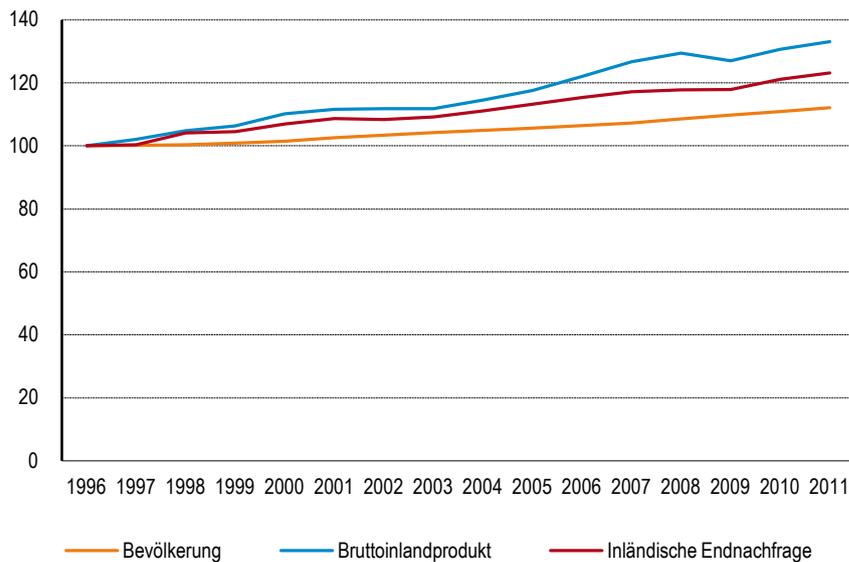
- > Für Importe und Exporte werden analoge Effizienzindikatoren durch Division der Import- resp. Exportwerte durch die importbedingten resp. exportbedingten Umweltbelastungen berechnet.
- > Vergleichbare Effizienzindikatoren werden für Treibhausgas-Emissionen (Kyoto-Substanzen) und Primärenergieverbrauch gebildet.

Die folgende Abbildung (Abb. 34) zeigt zunächst die indexierte Entwicklung der Bevölkerung bzw. der wirtschaftlichen Indikatoren seit 1996. Bis 2011 ist die Bevölkerung um 12 % gewachsen, die inländische Endnachfrage um 23 % und das BIP um 33 %. Im Zeitverlauf wird der Abstand zwischen dem BIP und der inländischen Endnachfrage immer grösser. Die Differenz zwischen beiden entspricht dem Wert der

Vergleich mit
Bevölkerungsentwicklung

Nettoexporte (Exporte minus Importe). Da die Exporte in den vergangenen Jahren stärker gestiegen sind als die Importe, ist das BIP stärker gewachsen als die inländische Endnachfrage.

Abb. 34 > Entwicklung der Bevölkerung, des BIP und der inländischen Endnachfrage der Schweiz zwischen 1996 und 2011



Datengrundlage BFS Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung, Berechnungen Rütter Soceco

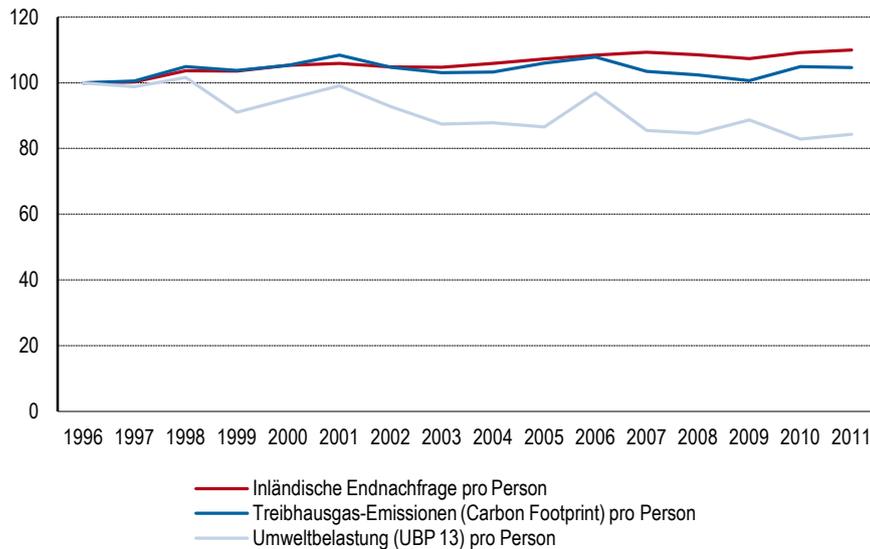
Die folgende Abbildung (Abb. 35) zeigt die Entwicklung der konsumbedingten Umweltbelastung und Treibhausgas-Emissionen pro Person. Die konsumbedingte Umweltbelastung konnte sich deutlich von der Bevölkerungsentwicklung entkoppeln. Pro Person ist sie um gut 16 % gesunken. Demgegenüber sind die konsumbedingten Treibhausgas-Emissionen pro Person um knapp 5 % gestiegen. Zum Vergleich enthält die Abbildung auch die Entwicklung der inländischen Endnachfrage pro Person, die im gleichen Zeitraum um 10 % zugenommen hat.

Abb. 36 zeigt die indexierte Entwicklung der Umwelteffizienz aus der Produktions- und Konsumperspektive. Man erkennt, dass sich die Umwelteffizienz aus der Produktionsperspektive fast verdoppelt hat. Sie steigt kontinuierlich zwischen 1996 und 2011. Lediglich 2009 sinkt sie gegenüber dem Vorjahr wegen der Wirtschaftskrise. In diesem Jahr ist das BIP um rund 2 % gesunken, während die Gesamtumweltbelastung ungefähr konstant geblieben ist.

Entwicklung der Umwelteffizienz

Die Umwelteffizienz aus der Konsumperspektive ist seit 1996 ebenfalls gestiegen, jedoch nur um rund 30 %. Zudem zeigt die Entwicklung stärkere Sprünge. Diese sind überwiegend auf Schwankungen beim Handel mit Edelmetallen, Erdölprodukten und Chemikalien zurückzuführen (vgl. Abb. 16).

Abb. 35 > Entwicklung der inländischen Endnachfrage, der konsumbedingten Umweltbelastung und der konsumbedingten Treibhausgas-Emissionen (Kyoto-Substanzen) der Schweiz pro Person zwischen 1996 und 2011

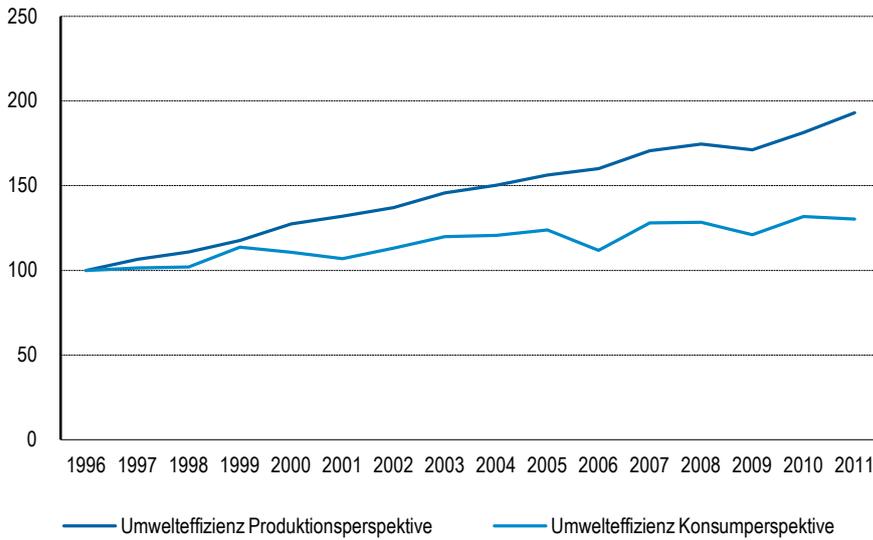


Grundlage inländische Endnachfrage BFS Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung, Berechnungen Rütter Soceco und treeze

Abb. 36 zeigt die indexierte Entwicklung der Umwelteffizienz aus der Produktions- und Konsumperspektive. Man erkennt, dass sich die Umwelteffizienz aus der Produktionsperspektive fast verdoppelt hat. Sie steigt kontinuierlich zwischen 1996 und 2011. Lediglich 2009 sinkt sie gegenüber dem Vorjahr wegen der Wirtschaftskrise. In diesem Jahr ist das BIP um rund 2 % gesunken, während die Gesamtumweltbelastung ungefähr konstant geblieben ist.

Die Umwelteffizienz aus der Konsumperspektive ist seit 1996 ebenfalls gestiegen, jedoch nur um rund 30 %. Zudem zeigt die Entwicklung stärkere Sprünge. Diese sind überwiegend auf Schwankungen beim Handel mit Edelmetallen, Erdölprodukten und Chemikalien zurückzuführen (vergleiche Abb. 16).

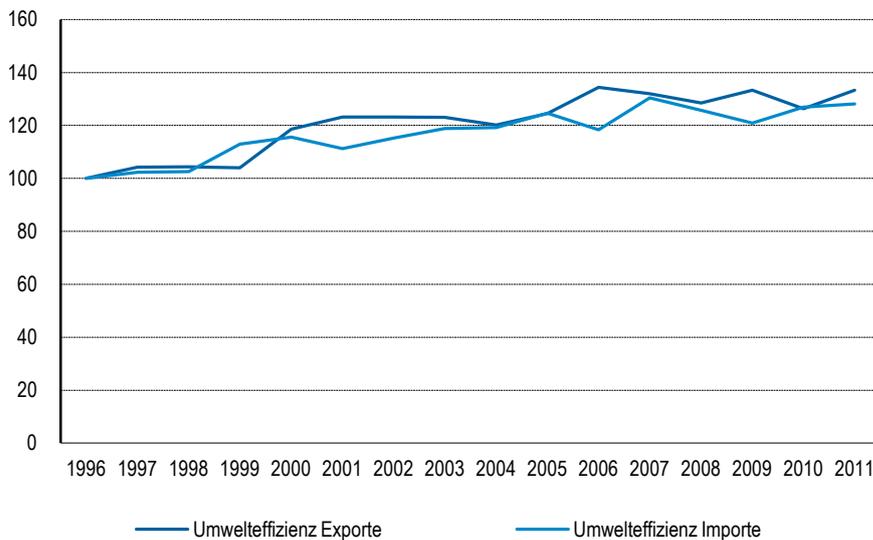
Abb. 36 > Entwicklung der Umwelteffizienz (gemäss UBP-Methode 2013) aus Produktionsperspektive und aus Konsumperspektive zwischen 1996 und 2011 (1996=100)



Grundlage Wirtschaftsdaten: BFS Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung, Berechnungen Rütter Soceco und treeze

Die Entwicklung der import- und exportbedingten Umwelteffizienz ist in Abb. 37 zu sehen. Beide steigen um rund 30%. Der Verlauf ist ebenfalls durch Sprünge gekennzeichnet, die wiederum überwiegend auf den Handel mit Edelmetallen, Erdölprodukten und Chemikalien zurückzuführen sind (vgl. Abb. 16).

Abb. 37 > Entwicklung der import- und exportbedingten Umwelteffizienz (nach der UBP-Methode 2013) zwischen 1996 und 2011 (1996=100)

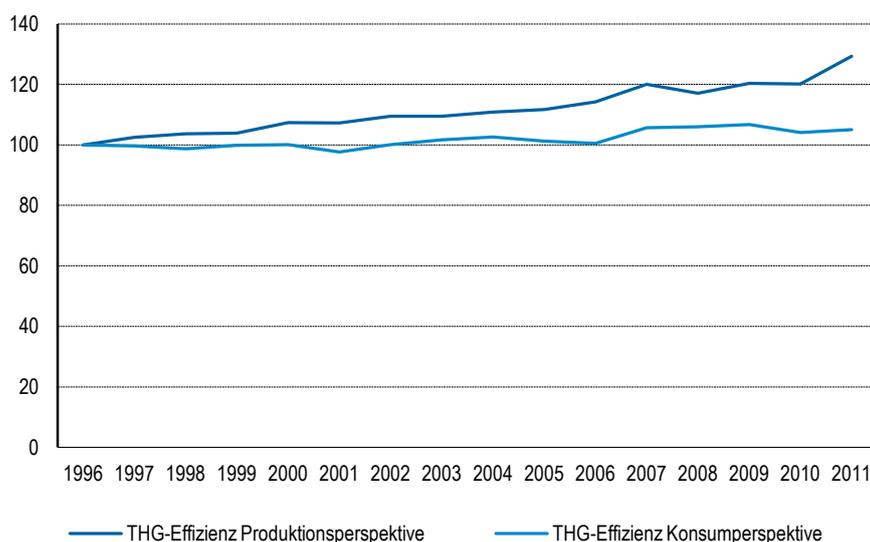


Grundlage Wirtschaftsdaten: BFS Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung, Berechnungen Rütter Soceco und treeze.

Die Entwicklung der Treibhausgaseffizienz aus Produktions- und Konsumperspektive ist in Abb. 38 zu sehen. Die Entwicklung verläuft ähnlich wie bei der Gesamtumweltbelastung gemäss UBP-Methode 2013, jedoch deutlich flacher. In der Produktionsperspektive nimmt die Treibhausgaseffizienz zwischen 1996 und 2011 um 28 % zu, während die konsumbedingte Treibhausgaseffizienz nur um rund 5 % steigt.

Entwicklung der
Treibhausgaseffizienz

Abb. 38 > Entwicklung der Treibhausgaseffizienz (GWP gemäss IPCC (2007, Table TS.2, 100a), nur Kyoto-Substanzen aus Produktions- und Konsumperspektive zwischen 1996 und 2011 (1996 = 100)

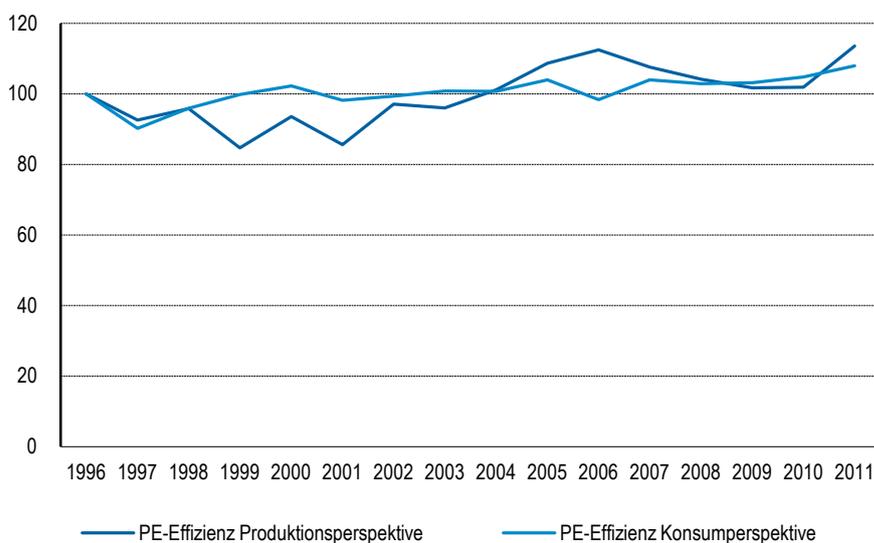


Grundlage Wirtschaftsdaten: BFS Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung, Berechnungen Rütter Soceco und treeze

Abb. 39 zeigt den analogen Vergleich für die Primärenergieeffizienz. In der Produktionsperspektive ergeben sich starke Schwankungen, die vor allem mit Schwankungen bei der Stromerzeugung aus Wasserkraft in der Schweiz zusammenhängen (vgl. Abschnitt 4.3.2). 2011 lag die Primärenergieeffizienz rund 14 % höher als 1996. Die konsumbedingte Primärenergieeffizienz ist zwischen 1996 und 2011 um rund 8 % gestiegen. Der Primärenergiebedarf konnte sich also in der Konsumperspektive leicht stärker von der Wirtschaftsentwicklung abkoppeln als die Treibhausgas-Emissionen. Die Zunahme der Primärenergie-Effizienz ist aber deutlich geringer als diejenige der Umwelteffizienz.

Entwicklung der
Primärenergieeffizienz

Abb. 39 > Entwicklung der Primärenergieeffizienz aus Produktions- und Konsumperspektive zwischen 1996 und 2011 (1996 = 100)



Grundlagen Wirtschaftsdaten: BFS Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung Berechnungen Rütter Socesco und treeze

4.6

Vergleich mit internationalen Studien

Die Berücksichtigung und Messung der im Ausland mitverursachten Umweltbelastung ist sowohl in der Politik als auch in der Wissenschaft ein aktuelles Thema. Bisher wurde in diesen Fragen stellvertretend für die Umweltbelastung oft mit Materialflüssen gearbeitet. Es gibt jedoch eine steigende Zahl an Initiativen zu einer spezifischeren Berücksichtigung der Umweltbelastung. In Europa wurden bereits mehrere Studien publiziert, welche ähnliche Fragestellungen für Europa und Deutschland untersuchten. Nachfolgend eine Auswahl und Vergleich der Studien:

Environmentally extended input-output analysis für Europa, EEA (2013): Die Studie analysiert sehr ähnliche Fragestellungen mit Hilfe von Input-Output-Modellen für Europa. Sie ist mit der vorliegenden Studie nicht direkt zu vergleichen aufgrund einer anderen Indikatorenauswahl (nur Treibhausgas-Emissionen sind direkt vergleichbar). Zudem wird für die Schätzung der importbedingten Umweltbelastungen die stark vereinfachende Annahme getroffen, dass Importe mit der gleichen Technologie und Umweltintensitäten produziert werden wie inländische Güter.

Vergleich mit EUA

In Bezug auf die Entkopplung der Umweltbelastung von der wirtschaftlichen Entwicklung enthält die EEA Studie (2013) für die Produktionsperspektive Aussagen zu Treibhausgas-Emissionen, versauernden Emissionen und Emissionen von Ozon-Vorläuferstoffen (EEA 2013, S. 40). Bei den letzten beiden Schadstoffgruppen ähnelt das Bild dem der Schweiz: Zwischen 1995 und 2006 sind die Emissionen gesunken, während das Bruttoinlandprodukt stark gewachsen ist. Hier hat also eine absolute

Entkopplung stattgefunden. Bei den Treibhausgasen haben die Emissionen in der EU leicht zugenommen, während sie in der Schweiz leicht gesunken sind.

In der Konsumperspektive enthält die Studie eine Analyse für acht EU-Länder (S. 64). Bei den versauernden Schadstoffen und den Ozonvorläufer-Substanzen resultiert zwischen 1995 und 2005 für alle Länder ein Rückgang der konsumbedingten Emissionen bei gleichzeitig wachsendem Konsumniveau. Bei den Treibhausgasen ist das Bild uneinheitlich. Für vier der acht Länder steigen die konsumbedingten Emissionen absolut, während sie für die anderen vier Länder sinken. In allen Ländern steigt dabei das Konsumniveau.

Für Europa werden konsumbedingte Treibhausgas-Emissionen in der Höhe von 12 t CO₂-eq pro Person für das Jahr 2005 (nur Kyoto-Substanzen) berechnet. Dieser Wert liegt rund 13 % tiefer als für die Schweiz (13.8 t CO₂-eq pro Person im Jahr 2005, Kyoto-Substanzen).

Konsumbedingte Umweltbelastung Europa und Deutschland für verschiedene Teilindikatoren, JRC (2012): Die Studie berechnet die Umweltbelastung und Ökoeffizienz der EU-27 und von Deutschland für die Jahre 2004, 2005 und 2006, wobei ebenfalls ein Lebenszyklusansatz gewählt wurde. Die Gesamtbelastung entspricht der inländischen Produktion plus den Importen minus den Exporten. Dies entspricht demselben Ansatz wie der hier verwendete. Untersucht wurden allerdings nur die 15 wichtigsten Produktgruppen. Innerhalb dieses Projektes werden in Zukunft die Gesamtbelastungen weiterer EU-27 Staaten ausgewertet.

Vergleich mit JRC

Die JRC-Studie (2012) zeigt einerseits ähnliche Ergebnisse, d. h. Abnahme der Inlandbelastung und Zunahme der Gesamtbelastung durch den Endkonsum, andererseits ist der inländische Anteil für die Gesamtheit aller EU-27 Staaten deutlich höher als für die Schweiz. Dies liegt daran, dass die Schweiz Teil des Wirtschaftsraums Europa ist und über 80 % der Güter mit den EU-27 Staaten handelt. Eine Sicht auf die EU-27 entspricht daher einem höheren «Aggregationsniveau» und der resultierende geringere «ausländische» Anteil ist nachvollziehbar. Interessant ist, dass in Deutschland die exportierten Treibhausgas-Emissionen höher sind als die importierten, was die starke Exportwirtschaft Deutschlands widerspiegelt. Für den Handel und Konsum von Rohöl in Deutschland, sind die Ergebnisse vergleichbar mit dem Primärenergieaufwand der Schweiz (Abb. 27), da auch Deutschland über keine natürlichen Rohölvorkommen verfügt.

Europas globale Landnachfrage, Lugschitz et al. (2011); Die Studie verwendet ein Mehr-Länder-Input-Output-Modell (MRIO) um die direkte und indirekte Landnutzung der in Europa konsumierten Produkte zu berechnen. Das Modell kombiniert ökonomische Daten mit physischen Informationen. Die Landnutzung wird in m² quantifiziert, wobei zwischen verschiedenen Landnutzungstypen (z. B. Siedlungsfläche und Wald) nicht unterschieden wird. Die Studie zeigt individuelle Ergebnisse für ausgewählte Länder, so auch für die Schweiz.

Vergleich mit Lugschitz et al. (2011)

Die Ergebnisse von Lugschitz et al. (2011) sind nicht direkt mit der vorliegenden Studie vergleichbar. Einerseits folgt sie einer anderen Methodik (MRIO), andererseits

wird kein Unterschied bezüglich verschiedener Landnutzungstypen gemacht, d.h. Wald wird beispielsweise mit dem gleichen Faktor bewertet wie Siedlungsfläche. Lugschitz et al. (2011) zeigt jedoch für die Schweiz ebenfalls einen hohen ausländischen Anteil bezüglich Landnutzung.

4.7 **Reduktionsbedarf Gesamtumweltbelastung, Treibhausgas-Emissionen und Primärenergieaufwand**

Basierend auf den in dieser Studie gewonnenen Erkenntnissen über die Entwicklung der Belastung stellt sich die Frage, ob die Umweltbelastungen des Schweizer Konsums einem umweltverträglichen Mass entsprechen oder ob diese noch zu hoch sind, wie dies der Indikator «ökologischer Fussabdruck» anzeigt (von Stokar et al. 2006).

naturverträgliches Mass

Deshalb sollen die vorliegenden Ergebnisse mit einem «naturverträglichen Mass» an Emissionen und Ressourcenverbräuchen verglichen werden. Die Definition des «naturverträglichen Masses» kann auf unterschiedliche Weise erfolgen und mit verschiedenen Ansätzen verglichen werden.

Rockström et al. (2009) quantifiziert sogenannte «planetary boundaries» für einige Umweltsysteme, wie z.B. Klimawandel, Versauerung der Ozeane, stratosphärisches Ozon, Nährstoffzyklen (Stickstoff und Phosphor), Wassernutzung, Landumwandlung und Biodiversitätsverlust. Die «planetary boundaries» zeigen die ökologischen Grenzen der Erde auf. Bezüglich Biodiversitätsverlust, Klimawandel und Stickstoffkreislauf wurden die «planetary boundaries» schon überschritten. Mit diesem Ansatz und den vorliegenden Daten kann das naturverträgliche Mass bezüglich dieser drei Indikatoren quantifiziert werden.

planetary boundaries nach Rockström

Eine weitere Möglichkeit, das «naturverträgliche Mass» oder zumindest das «wirtschaftlich und politisch tragbare naturverträgliche Mass» zu bestimmen, geht über nationale und internationale Ziele im Schweizerischen Umweltschutz. Die Ökofaktoren in der UBP-Methode 2013 werden über politische Ziele und gesetzlich verankerte Grenzwerte der Schweiz festgelegt. Mit diesem Ansatz ist es möglich, ein umfassendes Abbild aller Umweltbelastungen zu erhalten.

wirtschaftlich und politisch tragbares naturverträgliches Mass

Die UBP-Methode 2013 zeigt aktuelle und kritische Flüsse verschiedener Emissionen und Ressourcenverbräuche. Die aktuellen Flüsse beschreiben den IST-Zustand und beziehen sich in der Regel auf territoriale Emissionen (Territorialprinzip, siehe Abschnitt 2.2.3). Da die Schweiz jedoch Mitglied verschiedener Organisationen wie z.B. der OSPAR ist, trägt sie auch die Ziele dieser Organisationen mit. Die OSPAR Kommission (OSLo PARis, siehe www.ospar.org) hat sich beispielsweise das Ziel gesetzt, die Ölemissionen ins Meer zu verringern. Diese Ölemissionen sind ebenfalls im aktuellen Fluss enthalten, obwohl die Schweiz aus territorialer Sicht kein Öl in die Meere emittiert. Ein weiteres Beispiel sind nicht erneuerbare Energieträger und metallische Ressourcen. Beide Primärressourcen werden innerhalb der Schweizer Landesgrenzen nicht abgebaut. Die Schweiz hat sich jedoch Ziele gesetzt bezüglich der Schonung dieser Ressourcen. Der aktuelle Fluss beinhaltet deshalb die Nutzung dieser importierten Ressourcen.

aktueller und kritischer Fluss gemäss UBP-Methode 2013

Die kritischen Flüsse quantifizieren das zu erreichende Ziel. Das Reduktionsziel wird über das Verhältnis des aktuellen zum kritischen Fluss bestimmt. Für jeden der 8 Umweltbereiche der hier verwendeten UBP-Methode 2013 wird das Verhältnis aktueller zu kritischem Fluss berechnet. Dies führt dazu, dass bezüglich Wasserqualität ein leichter Anstieg der Belastungen in Kauf genommen werden kann, wohingegen die Belastung im Bereich Klimawandel (Treibhausgas-Emissionen) deutlich mehr reduziert werden müssen als im Bereich Boden.

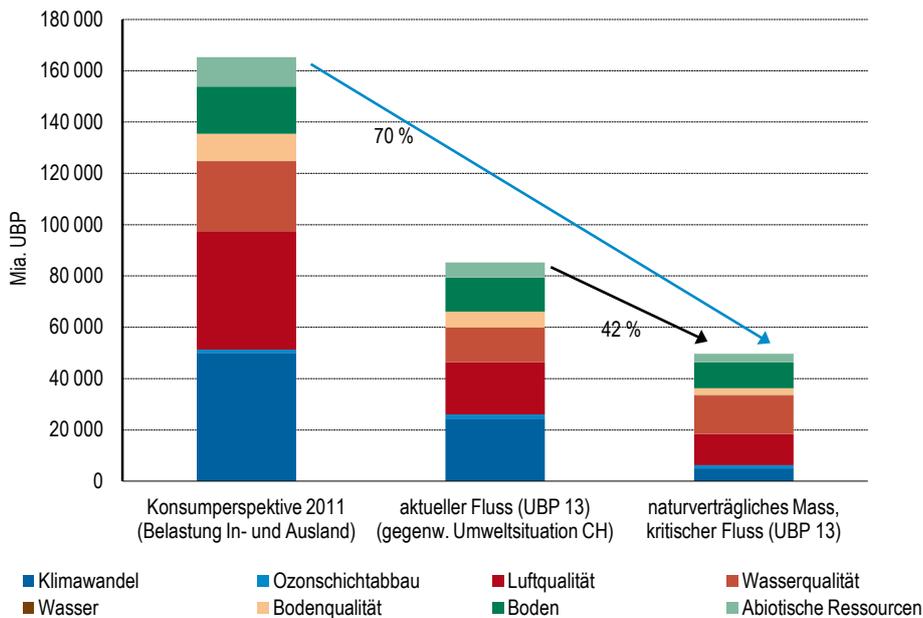
Zur Bestimmung des Reduktionsbedarfs gibt es mehrere Möglichkeiten:

**Bestimmung des
Reduktionsbedarfs**

- > Der politisch definierte, für die inländische Umweltbelastung geltende kritische Fluss bestimmt das naturverträgliche Mass. Die Schweiz soll keine höheren konsumbedingten Belastungen verursachen als sie innerhalb ihrer Grenzen akzeptiert. Belastungen durch Importe müssen mit erhöhten Anstrengungen zur Emissionsminderung innerhalb der Schweiz kompensiert werden. Mit diesem Ansatz ist eine Reduktion von 70 % gegenüber dem Jahr 2011 nötig um ein «naturverträgliches» Mass zu erreichen. Damit werden für das heutige Konsumniveau 3.3 «Erden» benötigt. Diese Betrachtung berücksichtigt die unterschiedlichen Gegebenheiten im Ausland nicht (z. B. stärkere Wasserknappheit in manchen Weltregionen im Ausland als in der Schweiz).
- > Setzt man die Systemgrenzen bei den Emissionen und Verbräuchen gemäss aktuellem Fluss nach der UBP-Methode an, so ergibt sich aus den Schweizer Umweltzielen ein Reduktionsbedarf von 42 % gegenüber dem Jahr 2011, um ein «naturverträgliches» Mass zu erreichen.
- > Die Ziele bezüglich Treibhausgas-Emissionen und Energiebedarf in der UBP-Methode 2013 beziehen sich auf die Konsumperspektive (1 Tonne CO₂ pro Person und Jahr, 2000 Watt pro Person). Alle anderen Ziele sind Grenzwerte inländischer Frachten, welche innerhalb des Schweizer Territoriums nicht überschritten werden sollen (z. B. 45 000 Tonnen NO_x Emissionen pro Jahr oder 25 000 Tonnen SO₂ Emissionen pro Jahr, etc.). Der kritische Fluss zu den Treibhausgasemissionen und dem Primärenergieverbrauch kann also auch auf die Konsumperspektive übertragen werden. Für alle anderen Emissionen und Ressourcenverbräuche kann angenommen werden, dass im Ausland im Durchschnitt dieselbe Reduktion geschehen muss wie im Inland. Mit diesem vereinfachenden Gedankenmodell resultiert ein Reduktionsbedarf der heutigen, konsumbedingten Umweltbelastung von rund 50 %.

Abb. 40 > Ergebnisse der Umweltbelastung (UBP-Methode 2013) in Mia. UBP für die Konsumperspektive sowie des aktuellen Flusses gemäss UBP-Methode 2013

Naturverträgliches Mass gemäss kritischem Fluss der UBP-Methode 2013.



Frischknecht & Büsler Knöpfel (2013), Berechnungen treeze und Rütter Soceco

Der Gehalt an Kohlendioxid in der Atmosphäre soll auf einem Niveau stabilisiert werden, bei dem der durchschnittliche Temperaturanstieg gegenüber dem vorindustriellen Stand auf 2 °C beschränkt bleibt. Gemäss neusten Erkenntnissen steht der Schweiz zur Erreichung des 2-Grad Ziels für die Jahre 2010 bis 2050 ein kumulatives Budget von insgesamt 840 Mio. Tonnen CO₂ zur Verfügung. Dieses Budget ist einhaltbar, wenn die Emissionen pro Jahr um 1 Mio. Tonne CO₂ und somit im Jahr 2051 auf Null gesenkt würden (OcCC 2012). Das Energy Science Center der ETH Zürich im Jahr 2008, Bébié et al. (2009) und Lenzlinger et al. (2012) setzen für die Treibhausgasemissionen ein anschauliches Ziel von «1 Tonne CO₂-eq» pro Person und Jahr. Dieses Ziel ist in verschiedenen kantonalen und kommunalen Gesetzen festgelegt. Gemäss OcCC (2012) sollte dieses Ziel Mitte dieses Jahrhunderts erreicht werden, um mit dem vorgehend erwähnten Budgetansatz kompatibel zu sein. Nach 2050 sollten die Emissionen pro Person und Jahr weiter sinken. Im Jahr 2011 hat eine Person in der Schweiz Treibhausgas-Emissionen in der Höhe von 13.6 t CO₂-eq verursacht (nur Kyoto-Substanzen, siehe Abschnitt 4.3.1). Somit ist bezüglich Treibhausgasen eine Reduktion von knapp 93 % nötig um das 1-Tonnen-Ziel zu erreichen.

1 Tonne CO₂-eq pro Person

Das Fernziel der Schweizer Energiepolitik ist die 2000-Watt-Gesellschaft: Der Primärenergieverbrauch pro Person der Bevölkerung soll einer kontinuierlichen Leistung von 2000 Watt entsprechen (Bébié et al. 2009). Im Jahr 2011 konsumierte eine in der Schweiz wohnhafte Person ca. 8000 Watt (siehe Abschnitt 4.3.2). Somit ist eine Reduktion von 75 % erforderlich. Bezüglich nicht erneuerbarer Energie ist eine Reduktion um 93 %, von 6900 Watt auf 500 Watt nötig.

2000 Watt Gesellschaft

Ausgehend von diesen Überlegungen gehen wir davon aus, dass die Gesamtumweltbelastung des schweizer Konsums um mindestens 50 % gesenkt werden muss, um sie auf ein für die Natur langfristig verträgliches Mass zu senken.

Reduktion um mindestens 50 %

4.8 Unterschiede zwischen Inlandsprinzip und Territorialprinzip

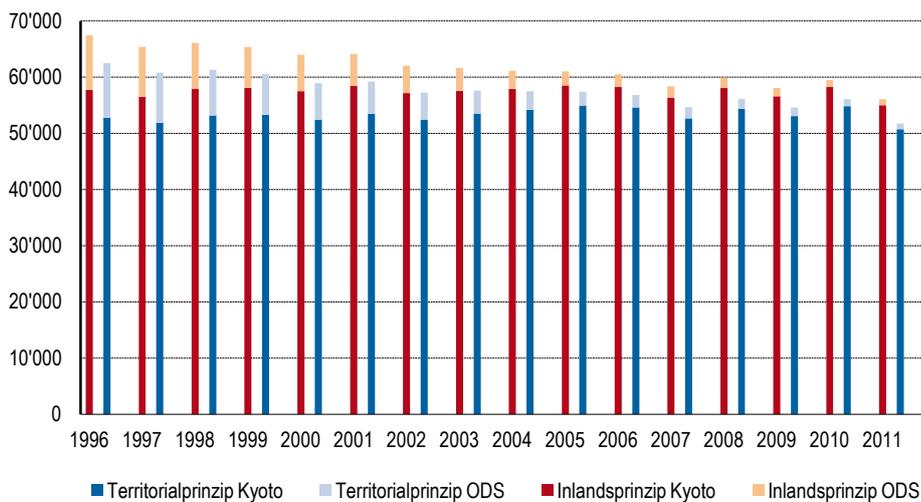
In diesem Abschnitt wird der Unterschied zwischen den Emissionen nach dem Inlandsprinzip und dem Territorialprinzip exemplarisch am Beispiel der Treibhausgasemissionen erläutert. Die konzeptionellen Unterschiede zwischen den Prinzipien wurden in Unterkapitel 2.2 dargestellt.

Abb. 41 zeigt die inländischen Treibhausgas-Emissionen nach dem Inlandsprinzip und dem im Treibhausgasinventar angewendeten Territorialprinzip (resp. Absatzprinzip bei verkehrsbedingten Emissionen). Für beide Datenreihen ist zunächst der Rückgang der Ozonschicht abbauenden Emissionen festzustellen, der bereits in Abb. 22 erläutert wurde.

Die Analyse der beiden Datenreihen zeigt, dass die Treibhausgas-Emissionen gemäss Territorialprinzip durchgehend tiefer liegen als die Emissionen gemäss Inlandsprinzip. Die Unterschiede betreffen vor allem die CO₂-Emissionen. Die Differenz schwankt zwischen 3300 Mt CO₂-eq und rund 5000 Mt CO₂-eq und nimmt im Betrachtungszeitraum tendenziell ab. Für die höheren Werte nach dem Inlandsprinzip sind vor allem die Emissionen der inländischen Flugunternehmen im internationalen Flugverkehr verantwortlich, die beim Territorialprinzip nicht gezählt werden. Hingegen ist die Differenz beim Landverkehr (Tanktourismus und Treibstoffverbrauch von Touristen bzw. Transportunternehmen) tendenziell negativ. Der Treibstoffverbrauch nicht gebietsansässiger Wirtschaftseinheiten in der Schweiz führt hier also zu mehr CO₂-Emissionen als derjenige der gebietsansässigen Wirtschaftseinheiten im Ausland.

Abb. 41 > Produktionsperspektive – Treibhausgas-Emissionen

Entwicklung der inländischen Treibhausgas-Emissionen nach Territorialprinzip und Inlandsprinzip, in Mio. Tonnen CO₂-eq gemäss GWP nach IPCC (2007, Table TS.2, 100a) aufgeteilt in die Belastung durch Kyoto- und Ozonschicht abbauende Substanzen (ODS). Die Treibhausgas-Emissionen werden mit den GWP Faktoren aus IPCC (2007, Table TS.2, 100a) bewertet, sie entsprechen somit nicht den Emissionen nach Treibhausgasinventar (BAFU 2012b).



Berechnungen treeze und Rütter+Partner

4.9

Unterschiede Konsum- und Produktionsperspektive

Der methodische Unterschied zwischen der Konsumperspektive und der Produktionsperspektive ist in Kap. 2.1 beschrieben. An dieser Stelle sollen die Unterschiede im Ergebnis erläutert werden. Für alle Indikatoren resultieren in der Produktionsperspektive geringere Umweltbelastungen als in der Konsumperspektive.

Die Umweltbelastungen nach Produktions- und nach Konsumperspektive entwickeln sich in verschiedene Richtungen. Die Umweltbelastung aus Sicht der Produktionsperspektive nimmt für viele Indikatoren tendenziell ab (UBP-Methode 2013, Abb. 12, ILCD, ReCiPe, Klimawandel, Abb. 22, Luftverschmutzung, Abb. 30, Eutrophierung, Abb. 30), die Gesamtumweltbelastung aus Sicht der Konsumperspektive hingegen meist eher zu (ReCiPe, ökologischer Fussabdruck, Klimawandel, Eutrophierung, kumulierter Energieaufwand, Landnutzung, Wassernutzung, vergleiche Abb. 21 und Abb. 32). Die Gesamtumweltbelastung ermittelt mit der UBP-Methode 2013 und ILCD nimmt allerdings ebenfalls leicht ab (siehe Abb. 20). Die erfolgreiche Reduktion der Inlandbelastung wird demnach durch die Umweltbelastung eines zunehmenden Konsums kompensiert, bei ReCiPe, Klimawandel und Eutrophierung sogar überkompensiert. Je grösser die Differenz zwischen Konsumperspektive und Produktionsperspektive ist, desto ausgeprägter ist dieser Effekt sichtbar.

Im Weiteren fällt auf, dass die Umweltbelastungen nach Produktionsperspektive relativ regelmässig verlaufen, wohingegen die Gesamtumweltbelastung in der Konsumperspektive teilweise starke Schwankungen aufweisen.

unterschiedliche Entwicklung
der Umweltbelastung
nach Produktions- und
Konsumperspektive

4.10 Umweltbelastung durch Nahrungsmittel, Brenn- und Treibstoffe

4.10.1 Überblick

Die Pilotstudie (Jungbluth et al. 2011) hat gezeigt, dass die Konsumbereiche Wohnen, Ernährung und Mobilität massgebliche Treiber der Gesamtumweltbelastung sind. Um den Einfluss dieser Bereiche auf die zeitliche Entwicklung der Umweltbelastung abzuschätzen, wird die Entwicklung der Gesamtumweltbelastung verglichen mit der Umweltbelastung, die durch den Konsum relevanter Waren und Dienstleistungen in diesen Konsumbereichen der privaten Haushalte verursacht werden:

- > Ernährung: Verbrauch von Lebensmitteln (inkl. Verbrauch im Gastgewerbe)
- > Mobilität: Treibstoffverbrauch und Nachfrage der Haushalte nach Verkehrsdienstleistungen (in Personenkilometer [Pkm])
- > Wohnen: Heizenergieverbrauch inkl. Aufwendungen zur Warmwasseraufbereitung der Haushalte (Aufwendungen für Bau, Werkstoffe und Bodenversiegelung sind nicht berücksichtigt)

Damit werden zwar nicht die insgesamt durch diese Konsumbereiche ausgelösten Umweltbelastungen erfasst (verglichen mit der Pilotstudie), aber doch der grösste Teil. Bei der Ernährung sind zum Beispiel die in der Nahrungsmittelindustrie anfallenden Umweltbelastungen nur grob abgeschätzt. Und im Bereich Wohnen sind Umweltbelastungen aus dem Bau der Wohnungen, dem Haushaltsstromverbrauch oder der Wasser- und Abwasserentsorgung nicht enthalten.

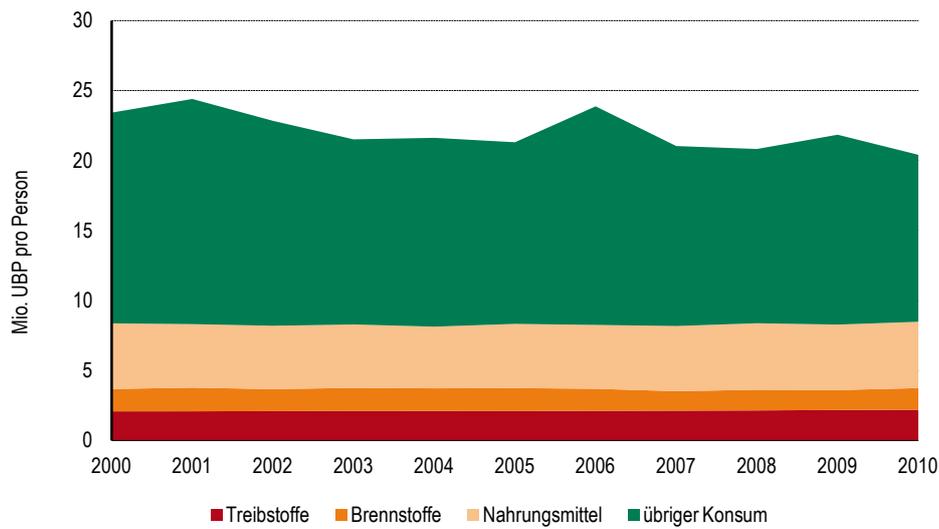
Die folgenden Abbildungen (Abb. 42 und Abb. 43) zeigen die Anteile der drei Konsumbereiche an den Gesamtumweltbelastungen (gemäss UBP Methode 2013) beziehungsweise an den Treibhausgas-Emissionen pro Person für die Jahre 2000 bis 2010²³. Die drei Konsumbereiche verursachen etwa 40 % der Gesamtumweltbelastung (UBP-Methode 2013) wie auch der Treibhausgas-Emissionen, wobei die Ernährung innerhalb der Gesamtumweltbelastung deutlich wichtiger ist als innerhalb der Treibhausgas-Emissionen.

Gemäss den Ergebnissen des top-down Ansatzes der Pilotstudie waren diese drei Bereiche für rund zwei Drittel der Treibhausgas-Emissionen (GWP mit IPCC 2001) und der Gesamtumweltbelastung (UBP-Methode 2006) des Jahres 2005 verantwortlich. Die Pilotstudie hat aber auch gezeigt, dass in den Bereichen Ernährung und Wohnen mit dem bottom-up Ansatz (Berechnung über Statistiken des Konsumverhaltens der Haushalte) tiefere Umweltbelastungen zugeteilt werden als mit dem top-down Ansatz (Berechnung über Input Output Ansatz). Im Bereich Wohnen hängen die Unterschiede damit zusammen, dass mit dem bottom-up Ansatz nur der Strom für die Bereitstellung von Wärme und Warmwasser berücksichtigt wird, nicht aber der restliche Strombedarf. Im Bereich Ernährung werden mit dem bottom-up Ansatz einerseits landwirtschaftliche Erträge überschätzt, andererseits Verarbeitungs-, Transport- und Lageraufwendungen der Nahrungsmittel unterschätzt. Beides führt zu tieferen Belastungen für den bottom-up Ansatz. Im Bereich Mobilität sollte gemäss Jungbluth et al. (2011) zwischen den beiden Ansätzen kein wesentlicher Unterschied zu verzeichnen sein.

²³ Für Nahrungsmittel ist die Zeitreihe nur bis 2010 und für Brennstoffe erst ab 2000 verfügbar.

Abb. 42 > Konsumperspektive – Gesamtumweltbelastung pro Person

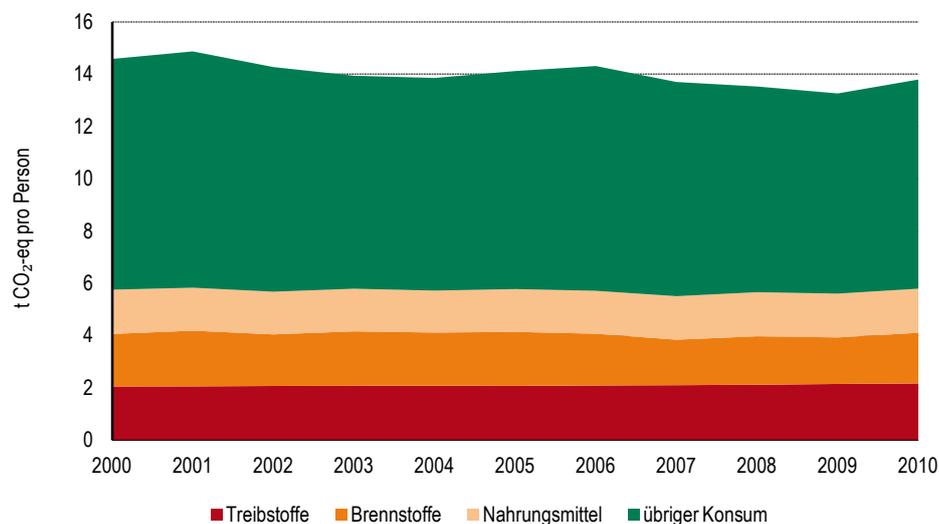
Entwicklung der Gesamtumweltbelastung in Mio. Umweltbelastungspunkten pro Person (UBP-Methode 2013) aufgeteilt in die Belastung durch den Konsum von Treibstoffen, Brennstoffen, Nahrungsmitteln und durch den übrigen Konsum (der übrige Konsum entspricht der Gesamtumweltbelastung gemäss Abschnitt 4.2.1 minus der Umweltbelastung, die durch die 3 Konsumbereiche verursacht wird).



Berechnungen treeze und Rütter+Partner

Abb. 43 > Konsumperspektive – Treibhausgas-Emissionen pro Person

Entwicklung der konsumbedingten Treibhausgas-Emissionen mit GWP nach IPCC (2007, Table TS.2.100a) in t CO₂-eq pro Person aufgeteilt in die Treibhausgas-Emissionen durch den Konsum von Treibstoffen, Brennstoffen, Nahrungsmitteln und übrigen Konsum (der übrige Konsum entspricht konsumbedingten Treibhausgas-Emissionen (Kyoto-Substanzen) gemäss Abschnitt 4.3.1 minus der Treibhausgas-Emissionen, die durch die 3 Konsumbereiche verursacht werden).



Berechnungen treeze und Rütter+Partner

Es zeigt sich ausserdem, dass der Konsum von Nahrungsmitteln, Brennstoffen und Treibstoffen nicht für die Schwankungen der konsumbedingten Gesamtbelastung verantwortlich sind. Wie bereits in Kapitel 4.2 mehrmals gezeigt sind der Handel mit Metallen, Energieträgern und Chemikalien und deren Lagerauf- und -abbau für die jährlichen Schwankungen in den Umweltbelastungen verantwortlich.

4.10.2 Ernährung

Die folgende Abb.44 zeigt die Entwicklung der Gesamtumweltbelastung (UBP-Methode 2013) und der Treibhausgas-Emissionen pro Person für den Bereich Ernährung zwischen 1996 und 2010. Ausserdem ist die Entwicklung des Nahrungsmittelkonsums pro Person sowie die jährliche Zusammensetzung des Warenkorbes dargestellt. Im Bereich Lebensmittel werden damit Veränderungen in der Grösse und Zusammensetzung des Warenkorbes der Haushalte, nicht aber in den Essgewohnheiten insgesamt (beispielsweise Essen in Restaurants, Convenience Food) gezeigt.

Die Schwankungen in diesem Bereich sind gering. Der Lebensmittelkonsum pro Person schwankt um maximal 5 % und die Zusammensetzung des Warenkorbes bleibt über den Betrachtungszeitraum mehr oder weniger konstant.

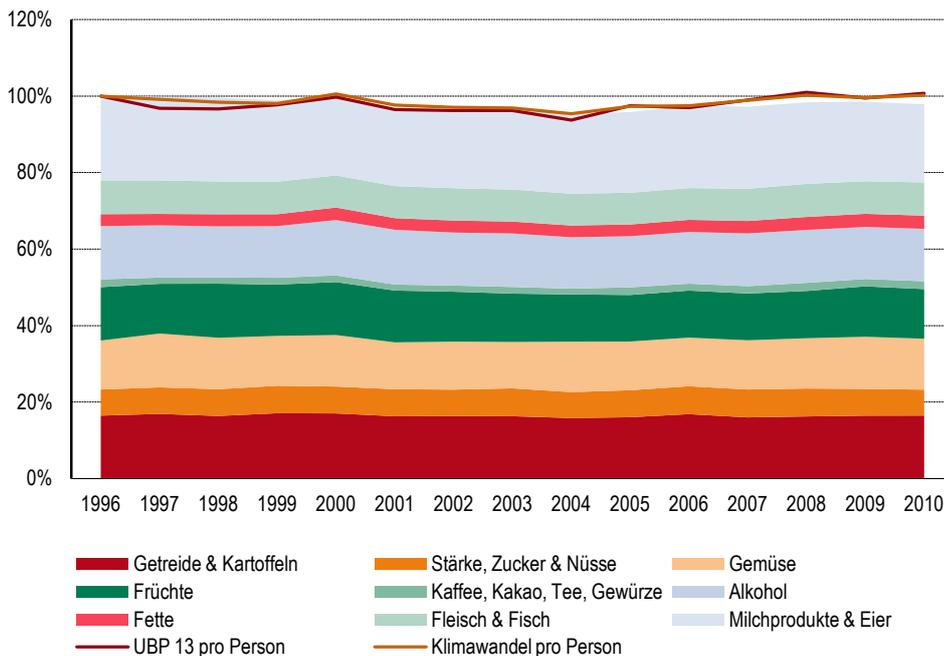
geringe Schwankungen des
Lebensmittelkonsums pro Person

Die Gesamtumweltbelastungen und Treibhausgas-Emissionen korrelieren relativ gut mit der konsumierten Gesamtmenge an Nahrungsmitteln. Abweichungen sind hauptsächlich auf Schwankungen im Kaffee- und Fleischkonsum zurückzuführen. In den Gesamtumweltbelastungen sind neben den Treibhausgas-Emissionen auch die Bodennutzung, der Austrag an Pestiziden und Düngemitteln, wie auch Nährstoffemissionen in die Gewässer enthalten. Der Verlauf dieser beiden Indikatoren ist deshalb nicht völlig identisch.

Die Vogelgrippe erreichte die Schweiz im Jahr 2006. Der Geflügelkonsum sank von 73 000 Tonnen im Jahr 2005 auf 63 000 Tonnen im Jahr 2006 und stieg im Jahr 2007 wieder auf 74 000 Tonnen. Anstatt Geflügel haben die Haushalte mehr Schweine- und Rindfleisch konsumiert, die Gesamtmenge an konsumiertem Fleisch blieb etwa konstant. Da Schweine- und Rindfleisch höhere Umweltbelastungen pro kg Fleisch verursachen, könnte eine Erhöhung der Umweltbelastungen im Jahr 2006 erwartet werden, was jedoch kaum sichtbar ist. Die Schweinegrippe im Jahr 2009 führte zu keinem Einbruch des Schweinefleischkonsums.

Abb. 44 > Entwicklung der Gesamtumweltbelastungen (UBP-Methode 2013 in UBP, blaue Linie) und des Klimawandels (Treibhausgas-Emissionen mit GWP nach IPCC (2007, Table TS.2100a), rote Linie) pro Person für den Lebensmittelkonsum in der Schweiz

Ebenfalls gezeigt ist die Entwicklung des Nahrungsmittelkonsums, jeweils indiziert auf das Jahr 1996. Die Fläche zeigt die Zusammensetzung des persönlichen Warenkorbs in Massenprozent.



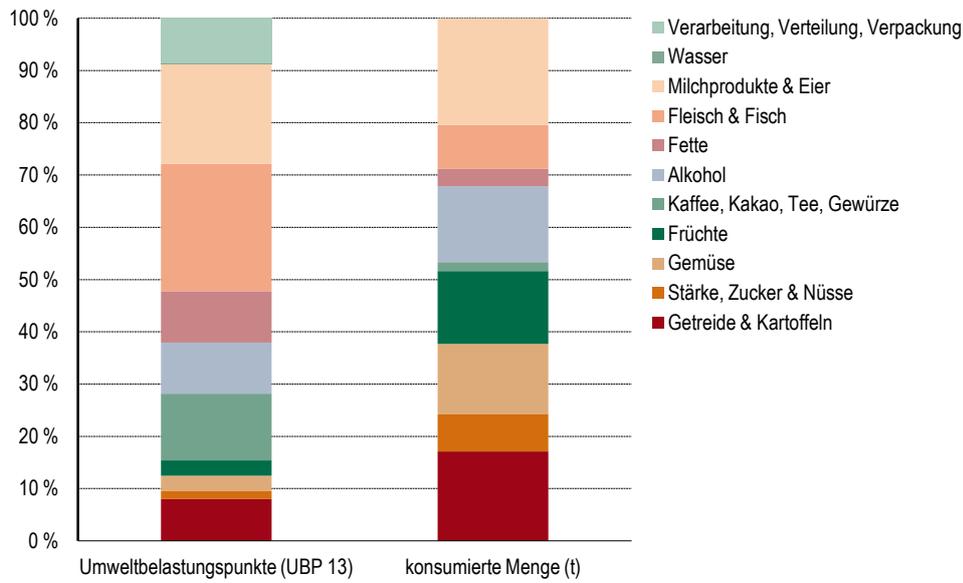
SBV (2013), Berechnungen treeze und Rütter+Partner

Die folgende Abb. 45 zeigt beispielhaft für das Jahr 2000 den Vergleich der konsumierten Lebensmittelmenge (Massenanteile) mit dem bewerteten Warenkorb (Umweltbelastungsanteile). Der Konsum von Fleisch- und Milchprodukten (ca. 30 % der konsumierten Menge aller Lebensmittel) ist für mehr als 40 % der Gesamtumweltbelastungen des Lebensmittelkonsums verantwortlich. Auffallend ist weiter, dass vor allem der Kaffeekonsum trotz des verhältnismässig kleinen konsumierten Volumens bezüglich Umweltbelastung von relativ grosser Bedeutung ist. 50 % des Gesamtkonsums in Tonnen sind Getreideprodukte & Kartoffeln, Früchte, Gemüse, Stärke, Zucker & Nüsse. Diese Lebensmittel verursachen jedoch nur gerade 15 % der Gesamtumweltbelastungen des gesamten Lebensmittelkonsums.

Fleisch- und Milchprodukte sind für einen Grossteil der Umweltbelastungen im Bereich Ernährung verantwortlich

Abb. 45 > Vergleich des Lebensmittel-Warenkorbs im Jahr 2000

Dargestellt sind das bewertete Ergebnis in Umweltbelastungspunkten (UBP-Methode 2013) und die konsumierte Menge in Tonnen, jeweils normiert auf 100 %.



SBV (2013), Berechnungen treeze und Rütter+Partner

4.10.3 Mobilität

Die folgende Abb. 46 zeigt die Entwicklung der Gesamtumweltbelastung (UBP-Methode 2013) und der Treibhausgas-Emissionen pro Person für den Konsumbereich Mobilität zwischen 1996 und 2011. Ausserdem ist die Entwicklung der Verkehrsleistung einzelner Verkehrsmittel wie Pkw und Bahn ist der damit verursachten Umweltbelastung dargestellt. Der Verlauf zeigt eine stetige Zunahme sowohl der Verkehrsleistung wie auch der Umweltbelastung. Der Verlauf der Gesamtumweltbelastung und der Treibhausgas-Emissionen ist identisch, da auch innerhalb der Gesamtumweltbelastung die Treibhausgas-Emissionen die Belastungen der Mobilität dominieren.

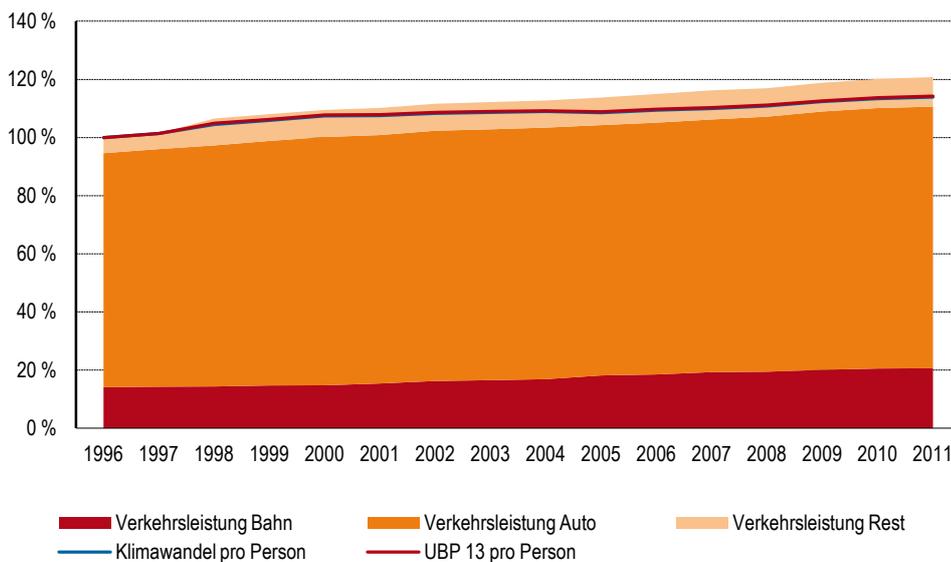
Die Verkehrsleistung wächst stärker als die Umweltbelastung. Die Verkehrsleistung des Bahnverkehrs nahm über die Jahre stärker zu (Zunahme von 50 %) als die Verkehrsleistung des Pkw-Verkehrs (Zunahme von 12 %). Da der Bahntransport deutlich geringere Umweltbelastungen verursacht wie der Pkw-Transport, nehmen die Gesamtverkehrsleistung und die Umweltbelastung nicht in gleichem Masse zu.

stärkere Zunahme der Verkehrsleistung als der Umweltbelastung

Im Jahr 1997 wurden mehr Erdölprodukte, v. a. Motorenbenzin und andere Leichtöle, importiert (vgl. Abschnitt 3.1). Dieser höhere Import ist im Mobilitätsverhalten der Haushalte nicht ersichtlich, er diente dem Lageraufbau (siehe Abschnitt 4.10.5).

Abb. 46 > Entwicklung der Gesamtumweltbelastungen (UBP-Methode 2013 in UBP, blaue Linie) und des Klimawandels (Treibhausgas-Emissionen mit GWP nach IPCC (2007, Table TS.2100a), rote Linie) pro Person für die Mobilität der Haushalte (ohne Güterverkehr) in der Schweiz

Ebenfalls gezeigt ist die Entwicklung der Verkehrsleistung (in Pkm pro Person), jeweils normiert auf das Jahr 1996. Die Fläche zeigt die jährliche Verkehrsleistung der einzelnen Verkehrsmittel in Pkm pro Person.



BFS (2011b), Berechnungen treeze und Rütter+Partner

4.10.4 Wohnen

Die folgende Abb. 47 zeigt die Entwicklung der Gesamtumweltbelastung (UBP-Methode 2013) und der Treibhausgas-Emissionen pro Person für den Bereich Wohnen zwischen 2000 und 2011. Dem ist die Entwicklung der Heizgradtage und der Brennstoffnutzung, sowie dessen Zusammensetzung gegenübergestellt.

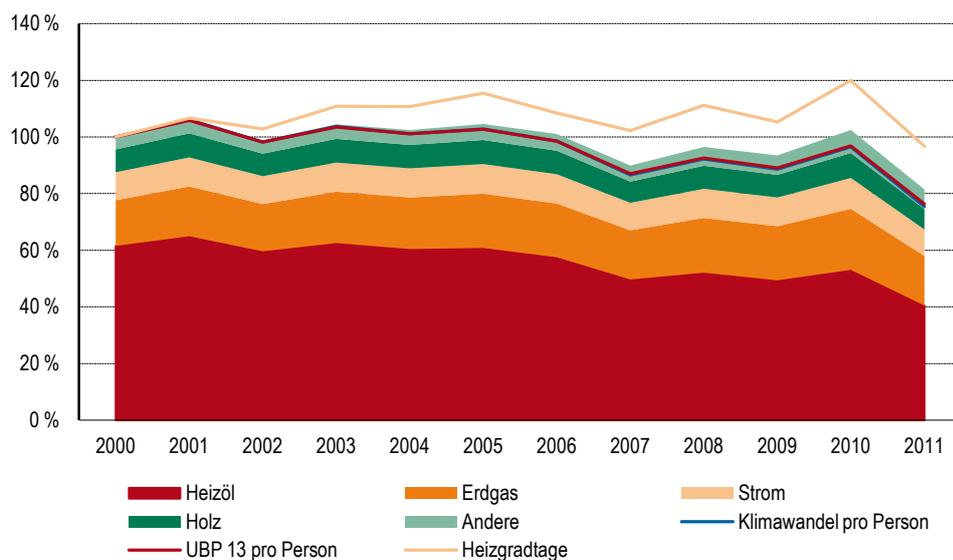
Alle gezeigten Parameter (Umweltbelastung, Brennstoffmenge, Heizgradtage) zeigen einen ähnlichen Verlauf. Die Umweltbelastung nimmt tendenziell ab. Der Verlauf ist jedoch grossen jährlichen Schwankungen unterlegen. Die Schwankungen korrelieren sehr gut mit den Heizgradtagen und mit der verbrauchten Brennstoffmenge. Der Verlauf der Gesamtumweltbelastung und der Treibhausgas-Emissionen ist identisch, da innerhalb der Gesamtumweltbelastung die Treibhausgas-Emissionen sehr wichtig sind.

Die Heizgradtage und die Umweltbelastungen divergieren über die Jahre immer deutlicher. Dies ist auf eine veränderte Brennstoffzusammensetzung zurückzuführen. Der Verbrauch von Erdöl sinkt, während der Verbrauch der anderen Energieträger etwa konstant bleibt. Es zeigt sich, dass der Gebäudebestand zunehmend energieeffizienter wird.

**Abnahme der Umweltbelastung
im Bereich Wohnen**

Abb. 47 > Entwicklung der Gesamtumweltbelastungen (UBP-Methode 2013, blaue Linie) und des Klimawandels (Treibhausgas-Emissionen mit GWP nach IPCC (2007, Table TS.2100a), rote Linie) pro Person für den Brennstoff- und Heizstromverbrauch von Haushalten in der Schweiz sowie die Entwicklung der Heizgradtage

Die Fläche zeigt die Entwicklung des jährlichen Brennstoffverbrauchs und dessen Zusammensetzung (in TJ pro Person), jeweils normiert auf das Jahr 1996.



BFE (2012a), Berechnungen treeze und Rütter+Partner

4.10.5 Exkurs: Erdölimport versus Erdölverbrauch

Die Entwicklung der Erdölimporte korreliert offensichtlich nicht mit derjenigen des Erdölverbrauchs. Bei dieser Produktkategorie spielt die Lagerhaltung und -Bewirtschaftung eine wichtige Rolle. Dieses Phänomen soll hier kurz erläutert werden.

Abb. 48 zeigt die Entwicklung des Erdölverbrauchs in der Schweiz sowie der Erdölimporte gemäss Gesamtenergiestatistik (BFE 2012a). Es zeigt sich, dass die Importe und der Verbrauch nicht korrelieren (Import versus Endverbrauch). Grosse Importmengen an Erdölprodukten sind deshalb nicht gleichbedeutend mit einem hohen Verbrauch. Werden hingegen die Lagerveränderungen von Erdölprodukten mit den Importen verrechnet, verläuft die Entwicklung im Gleichschritt mit dem Endverbrauch (Endverbrauch versus Import + Lager). Über grössere Zeiträume halten sich zudem Lagerauf- und -abbau in etwa die Waage.

Abb. 48 > Entwicklung des Endverbrauchs von Erdölprodukten der Schweiz, des Imports von Erdölprodukten und des errechneten Endverbrauchs unter Berücksichtigung der Lager (Importe minus bzw. plus Lager)

Alle Angaben in TJ, jeweils indexiert auf das Jahr 1996.



Energiestatistik 2011 (BFE 2012a)

5 > Datenqualität und Unsicherheiten

5.1 Datenqualität

5.1.1 Produktionsperspektive

Für den Grossteil der Luftschadstoffe, für etliche Wasserschadstoffe, für den Nitrateintrag ins Grundwasser, für die Einträge von Pflanzenschutzmitteln in den Boden, sowie für die meisten Ressourcen (Energie, Mineralien, Wasser) und Abfälle sind jährlich erfasste Statistiken vorhanden und es muss keine Interpolation oder Extrapolation vorgenommen werden (vgl. Tab. 1). Insbesondere für bedeutende Schadstoffe und Abfälle wie Treibhausgase, Stickoxide, Dioxine, Schwermetalle und radioaktive Abfälle kann auf jährliche Statistiken zurückgegriffen werden.

Wir beurteilen die Datenqualität für die Produktionsperspektive als insgesamt gut.

**gute Datenqualität für die
Produktionsperspektive**

5.1.2 Konsumperspektive

Der Aussenhandel der Schweiz (Importe und Exporte von Waren) wird mit vorhandenen Ökobilanzdaten des ecoinvent Datenbestandes Version 2.2 und der treeze internen Datenbank verknüpft (ecoinvent Centre 2010; treeze Ltd. 2013). Der ecoinvent Datenbestand enthält hauptsächlich Daten zur durchschnittlichen Produktion von Waren in Westeuropa. Die Datenqualität der Datenbanken wird insgesamt als gut eingestuft. Der Aussenhandel mit Dienstleistungen wird mit Umweltintensitäten verknüpft, die in der Pilotstudie (Jungbluth et al. 2011) ermittelt wurden. Hier sind die Unsicherheiten deutlich höher als bei den Waren.

Im Modell der Gesamtumweltbelastung Schweiz werden die Entwicklung des ENTSO-Strommix und diejenige der Strommixe Deutschlands, Frankreichs, Italiens und Österreichs von 1996 bis 2011 berücksichtigt. Zudem werden die Entwicklung der Effizienz und die Emissionsfaktoren der Hauptluftschadstoffe von Kohle- und Schwerölkraftwerken berücksichtigt (vgl. Unterkapitel 3.1). Die Transportmittel und Transportdistanzen werden ebenfalls jährlich angepasst (vgl. Unterkapitel 2.6). Bei den Daten zum Aussenhandel werden die Transportentfernungen der importierten Güter tendenziell unterschätzt. Dies fällt jedoch nicht sehr ins Gewicht, da die transportbedingten Umweltbelastungen insgesamt nur eine untergeordnete Rolle spielen.

**Anpassung Strommixe und
Transporte**

Andere Hintergrunddaten werden aus Aufwandgründen nicht angepasst. Im Ausland umgesetzte Bemühungen zur Verbesserung der Umweltauswirkungen in der Produktion ihrer Waren oder die Veränderung der Umweltintensität von Dienstleistungen wurden deshalb nicht untersucht. Ebenfalls nicht berücksichtigt ist eine Verlagerung der Produktion in andere Länder, wie beispielsweise von der Schweiz nach Ländern mit tieferen Lohnkosten wie China oder Polen. Eine Verlagerung in der Zulieferkette von Produkten aus beispielsweise Europa kann nicht berücksichtigt werden. Dies hängt

**keine Anpassung weiterer
Hintergrunddaten**

auch mit der Aussenhandelsstatistik zusammen, wo solche Verlagerungen gar nicht ersichtlich sind (vgl. Abschnitt 3.1.1). Die Umwelt- und Energieeffizienz in osteuropäischen und asiatischen Ländern ist teilweise markant tiefer als in der Schweiz und in grossen Industrieländern wie Deutschland. Deshalb dürften die im Ausland verursachten Umweltbelastungen tendenziell eher unterschätzt sein.

Wir beurteilen die Datenqualität für die Konsumperspektive aus diesen Gründen als insgesamt genügend.

genügende Datenqualität für die Konsumperspektive

5.2 Unsicherheitsanalyse

5.2.1 Unsicherheit über die Zeitreihe

Um die Stabilität der Ergebnisse zu überprüfen wird eine quantitative Unsicherheitsanalyse der Gesamtumweltbelastung bewertet mit der UBP-Methode 2013 im Vergleich von zwei aufeinanderfolgenden Jahren und über den Betrachtungszeitraum hinweg aus Sicht der Konsumperspektive durchgeführt. In einer Monte Carlo-Simulation mit im vorliegenden Fall 1000 Rechengängen wird pro Rechengang für jeden einzelnen Input und Output ein zufälliger Wert gewählt und die Gesamtbilanz neu gerechnet. Die Bandbreite der gewählten Werte der Ausgangsdaten ist für jeden Datenpunkt eingegrenzt durch ein Vertrauensintervall und eine Wahrscheinlichkeitsverteilung (Lognormal-Verteilung). In der vergleichenden Unsicherheitsanalyse zweier Jahre werden die abhängigen Unsicherheiten (beispielsweise die Unsicherheit in der Bilanz der Erdölförderung, welche für alle Jahre identisch ist) ausgeschlossen. Das Ergebnis der Unsicherheitsanalyse zeigt deshalb nur die Beiträge der unabhängigen Unsicherheiten.

Für die Unsicherheitsanalyse werden einerseits zwei aufeinanderfolgende Jahre gewählt (2004 und 2005), um die Unsicherheiten der Unterschiede einzelner Jahre zu ermitteln, sowie die Jahre 1996 und 2011, um die Unsicherheiten des Trends zu quantifizieren. Das Jahr 2005 wird gewählt, da relativ viele Daten zu den Inlandemissionen zur Verfügung stehen (vgl. Tab. 1) und es kein aussergewöhnliches Jahr wie beispielsweise 2009 (Wirtschaftskrise) oder 2006 (hoher Platin-/Palladiumimport) darstellt.

Vergleich der Jahre 2004 und 2005

Im Jahr 2005 wurden aus Sicht der Konsumperspektive 1 % geringere Umweltbelastungen verursacht als im Jahr 2004 (vgl. Abb. 13). Die vergleichende Unsicherheitsanalyse zeigt, dass die Wahrscheinlichkeit, dass im Jahr 2005 tatsächlich eine geringere Gesamtbelastung verursacht wurde als im Jahr 2004 bei lediglich 52 % liegt. Sie zeigt auch, dass die Ergebnisse einzelner Umweltbereiche wie Bodenqualität und abiotische Ressourcen nicht eindeutig sind (vgl. Tab. 6). Zudem sind in den einzelnen Umweltbereichen sowohl Zunahmen (beispielsweise Klimawandel, Wasserqualität) als auch Abnahmen (Luftqualität, Boden) zu verzeichnen, was in der Summe zu einer geringen Veränderung der Gesamtumweltbelastung führt. Wir stufen den Unterschied in der Gesamtbelastung von 1 % als nicht signifikant ein.

Vergleich der Jahre 2004 und 2005 zeigt keinen signifikanten Unterschied

Tab. 6 zeigt die Ergebnisse für die Gesamtumweltbelastung und die Teilbereiche. Einzig bezüglich Ozonschicht abbauender Substanzen lässt sich mit Sicherheit sagen, dass im Jahr 2004 höhere Emissionen verursacht wurden als im Jahr 2005. Für alle anderen Teilbereiche ist das Ergebnis weniger eindeutig.

Tab. 6 > Ergebnisse der vergleichenden Monte Carlo Simulation der Jahre 2004 und 2005

Lesehilfe: Die Treibhausgas-Emissionen lagen 2004 gemäss Zeitreihe 3.3 % tiefer als 2005. Die Wahrscheinlichkeit, dass 2004 tatsächlich eine geringere Belastung durch Treibhausgase verursacht wurde als 2005, beträgt 58 % (in 580 von 1000 Berechnungen).

Teilbereich (jeweils bewertet in UBP 13)	Aussage gemäss Zeitreihe	Wahrscheinlichkeit, dass das Vorzeichen (Zu- oder Abnahme) eintritt
Gesamtumweltbelastung	2004 0.8 % höher als 2005	52 %
Klimawandel ²⁴	2004 3.3 % tiefer als 2005	58 %
Ozonschichtabbau	2004 29 % höher als 2005	88 %
Luftqualität	2004 8.1 % höher als 2005	63 %
Wasserqualität	2004 6.2 % tiefer als 2005	61 %
Wasser	2004 6.2 % tiefer als 2005	58 %
Bodenqualität	2004 6.8 % tiefer als 2005	51 %
Boden	2004 2.9 % höher als 2005	62 %
Abiotische Ressourcen	2004 2.4 % höher als 2005	53 %

Vergleich der Jahre 1996 und 2011

Im Jahr 2011 wurden in der Konsumperspektive rund 6 % geringere Umweltbelastungen verursacht als im Jahr 1996 (vgl. Abb. 13). Die vergleichende Unsicherheitsanalyse zeigt, dass die Wahrscheinlichkeit, dass im Jahr 2011 tatsächlich eine tiefere Belastung verursacht wurde als im Jahr 1996, bei gesamthaft 62 % liegt. Die vergleichende Unsicherheitsanalyse zeigt für einzelnen Umweltbereiche robuste Ergebnisse (siehe Tab. 6). So liegt die Wahrscheinlichkeit, dass die Umweltbelastung in den Teilbereichen höher beziehungsweise tiefer liegt, das Vorzeichen der Entwicklung also bestätigt wird, durchwegs bei mindestens 60 %. Der Trend, dass die Umweltbelastungen im Beobachtungszeitraum abgenommen haben, wird demnach bestätigt und der Unterschied als signifikant eingestuft.

Tab. 6 zeigt die Ergebnisse für die konsumbedingte Gesamtumweltbelastung und die Teilbereiche. Sie zeigt, dass die Ozonschicht abbauenden Emissionen reduziert wurden und die die Luftqualität beeinträchtigenden Schadstoffemissionen mit grosser Wahrscheinlichkeit (82 %) abgenommen haben. Auf der anderen Seite haben die verbrauchende Wassernutzung (96 %), der Klimawandel (78 %) sowie die unter «Boden» (74 %) zusammengefassten Bereiche «Abfälle» und «Landnutzung» mit grosser Wahrscheinlichkeit zugenommen.

Vergleich der Jahre 1996 und 2011 zeigt signifikante Trends

²⁴ Kyoto-Substanzen.

Tab. 7 > Ergebnisse der vergleichenden Monte Carlo Simulation der Jahre 1996 und 2011

Gezeigt sind die Ergebnisse der UBP-Methode als Gesamtumweltbelastung sowie der einzelnen Teilbereiche. Lesehilfe: Der Teilbereich Klimawandel lag 2011 gemäss Zeitreihe 17 % höher als 1996. Die Wahrscheinlichkeit, dass 2011 tatsächlich eine höhere Belastung durch diesen Teilbereich verursacht wurde als 1996 beträgt 78 % (780 von 1000 Berechnungen).

Teilbereich (jeweils bewertet in UBP 13)	Aussage gemäss Zeitreihe	Wahrscheinlichkeit, dass das Vorzeichen (Zu- oder Abnahme) eintritt
Gesamtumweltbelastung	2011 5.5 % tiefer als 1996	62 %
Klimawandel ²⁵	2011 17 % höher als 1996	78 %
Ozonschichtabbau	2011 90 % tiefer als 1996	100 %
Luftqualität	2011 21 % tiefer als 1996	82 %
Wasserqualität	2011 7.8 % höher als 1996	60 %
Wasser	2011 83 % höher als 1996	96 %
Bodenqualität	2011 5.5 % höher als 1996	64 %
Boden	2011 15 % höher als 1996	74 %
Abiotische Ressourcen	2011 18 % höher als 1996	66 %

Während also die Unterschiede zwischen zwei aufeinanderfolgenden Jahren nicht signifikant sind, sind die Unterschiede über einen Zeitraum von 15 Jahren als durchaus signifikant und somit als verlässlich zu bezeichnen.

5.2.2 Unsicherheit innerhalb eines Jahres

Um die Unsicherheit der Ergebnisse innerhalb eines Jahres zu überprüfen, wird eine quantitative Unsicherheitsanalyse für das Jahr 2011 mit einer Monte Carlo Simulation durchgeführt (zu Monte Carlo Simulation siehe Abschnitt 5.2.1). Die Unsicherheiten in den Ergebnissen der Gesamtumweltbelastung (Ecological Scarcity 2013) und der Treibhausgas-Emissionen im Jahr 2011 werden quantifiziert.

Die Unsicherheit des Teilindikators Klimawandel ist kleiner als diejenige der Gesamtumweltbelastung. Tab. 6 zeigt, dass für Treibhausgas-Emissionen die Unsicherheit bei ca. plus/minus 20 % und für die Gesamtumweltbelastung bei ca. plus/minus 30 % liegt.

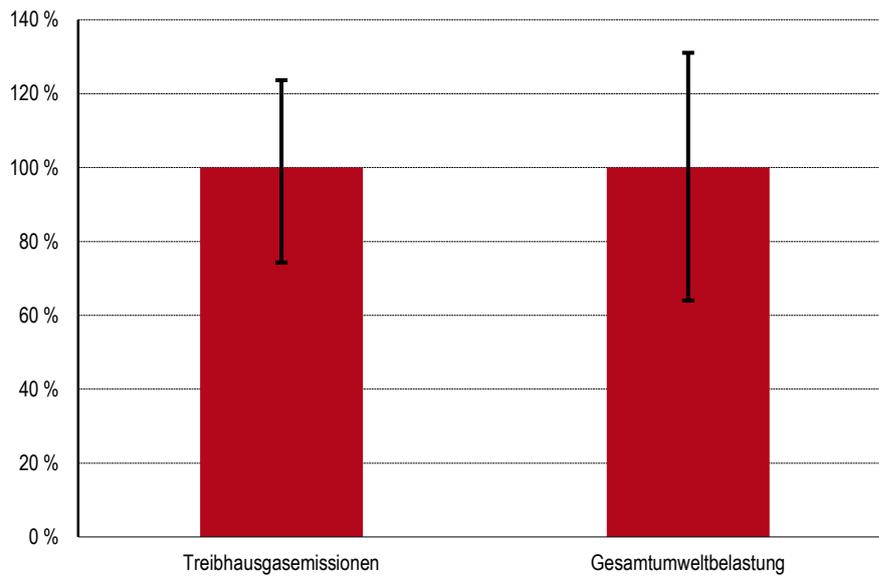
Unsicherheit der Treibhausgas-Emissionen liegt bei plus/minus 20 %

Diese Bandbreite ist deutlich grösser als die Veränderung der Gesamtumweltbelastung (minus 16 %) und der Treibhausgas-Emissionen (plus 7 %) über den Betrachtungszeitraum (1996 bis 2011). Trotzdem können die ausgewiesenen Veränderungen über 15 Jahre als signifikant bezeichnet werden, da ein bedeutender Anteil der hier ausgewiesenen Bandbreite auf abhängige Unsicherheiten zurückgeführt werden kann (siehe Abschnitt 5.2.1).

²⁵ Kyoto-Substanzen.

Abb. 49 > Ergebnis der Unsicherheitsanalyse zur konsumbedingten Gesamtumweltbelastung (UBP-Methode 2013) und zu den konsumbedingten Treibhausgas-Emissionen gemäss GWP nach IPCC (2007, Table TS.2100a) inkl. Ozonschicht abbauende Substanzen im Jahr 2011

Vertrauensintervall: 95 %.



Berechnungen treeze

6 > Schlussfolgerungen und Ausblick

6.1 Schlussfolgerungen

Die vorliegende Studie untersucht die Entwicklung der von der Schweiz ausgehenden Umweltbelastung für die Jahre 1996 bis 2011 aus den beiden Blickwinkeln Produktion und Konsum. In der Produktionsperspektive wird die Entwicklung der im Inland entstehenden Umweltbelastung analysiert. Die Konsumperspektive quantifiziert die durch den Konsum in der Schweiz weltweit verursachte Umweltbelastung. Die Umweltbelastungen wurden mit verschiedenen vollaggregierenden wie auch mit Teil-Indikatoren bewertet (UBP-Methode 2013, ILCD, ReCiPe, ökologischer Fussabdruck, Klimawandel, Primärenergieaufwand, Luftverschmutzung, Wassernutzung, Landnutzung, marine Eutrophierung).

Produktion und Konsum bewertet mit verschiedenen Indikatoren

Die Gesamtumweltbelastung aus Sicht der Konsumperspektive, quantifiziert mit der UBP-Methode 2013 und ILCD, sowie die konsumbedingte Luftverschmutzung haben über den untersuchten Zeitraum leicht abgenommen. Auf der anderen Seite haben die konsumbedingten Treibhausgas-Emissionen, die eutrophierenden Emissionen, die Landnutzung, die Wassernutzung und der Verbrauch an Primärenergieressourcen zugenommen. Alle untersuchten Indikatoren zeigen eine zunehmende Verlagerung der Umweltbelastung ins Ausland.

unterschiedliche Resultate je nach Indikator

Bei der Gesamtumweltbelastung nimmt die Bedeutung des Aussenhandels über die Jahre zu. Wesentliche Treiber für die Umweltbelastung des Aussenhandels sind der Warenhandel mit Erdölprodukten, Metallen, Chemikalien und tierischen und pflanzlichen Produkten. Die Bedeutung des Dienstleistungshandels, insbesondere des Exports, nimmt seit 1996 stetig zu, erreicht jedoch im Saldo bei Weitem nicht die Tragweite des Warenhandels.

Zunahme des Aussenhandels

Die Bevölkerung hat in der Schweiz prozentual stärker zugenommen als die Gesamtumweltbelastung. Dies bedeutet, dass die Gesamtumweltbelastung pro Person im Betrachtungszeitraum stärker abgenommen hat (UBP-Methode 2013) bzw. weniger stark zugenommen hat (Primärenergiebedarf) als die absolute Gesamtumweltbelastung. Aus demselben Grund haben die konsumbedingten Treibhausgas-Emissionen pro Person (Kyoto Substanzen) im Betrachtungszeitraum weniger stark zugenommen als die absoluten konsumbedingten Treibhausgas-Emissionen.

Umweltbelastung pro Person

Die Umweltbelastungen aus Sicht der Produktionsperspektive nahmen über den Betrachtungszeitraum stetig ab. Ausnahmen bilden der Primärenergieaufwand, da innerhalb der Schweiz nur erneuerbare Energieträger abgebaut werden und deren Nutzung tendenziell steigt und auch weiter steigen soll, die verbrauchende Wassernutzung, welche stetig und deutlich zugenommen hat und die Landnutzung, welche über die Jahre etwa konstant geblieben ist.

In den neunziger Jahren war die inländische Gesamtbilanz geprägt von den Auswirkungen auf die Luftqualität, den Klimawandel, die Landnutzung, die Wasserqualität und die Ozonschicht. Die Anstrengungen der Schweiz bezüglich Luftreinhaltung und die konsequente Umsetzung des Montreal-Protokolls zeigen ihre Wirkung. Sie sind die Haupttreiber der Reduktion der inländischen Umweltbelastung. Die Nährstoff- und Schwermetallemissionen in die Gewässer konnten ebenfalls reduziert werden. Ab 2003 stagnierte die Abnahme der inländischen Umweltbelastung bis 2008. Seither nimmt sie wieder ab. Bei den Treibhausgasen ist die bis jetzt erreichte Reduktion hauptsächlich auf die Abnahme der Emissionen der Ozonschicht abbauenden Substanzen zurückzuführen, welche ebenfalls klimawirksam sind. Eine weitere Reduktion der Emissionen dieser Substanzen ist nur noch in geringem Masse zu erwarten beziehungsweise möglich. Deshalb sind in den nächsten Jahren verstärkte politische Massnahmen im Bereich der Kyoto-Substanzen erforderlich, um die Treibhausgas-Emissionen weiter senken zu können. Für das Monitoring der konsumbedingten Treibhausgasemissionen sind entsprechend die Kyoto-Substanzen zentral.

Kompensation der Abnahme der inländischen Umweltbelastung durch die Zunahme des Aussenhandels

Im Gegensatz zur inländischen Umweltbelastung (Produktionsperspektive) ist die konsumbedingte Gesamtumweltbelastung (Konsumperspektive) starken Schwankungen unterlegen. Diese Schwankungen korrelieren nicht durchgehend mit der konsumierten Gütermenge wie die Detailanalyse der drei Konsumbereiche privater Haushalte Ernährung, Mobilität und Wohnen zeigt. Sie sind vielmehr auf Lagerauf- und -abbau zurückzuführen, insbesondere von Edelmetallen (Platin und Palladium) und von Erdölprodukten.

Wichtige Ereignisse, wie beispielsweise die Asienkrise 1997/98, die Terroranschläge in den USA und das Grounding der Swissair im Jahr 2001 oder die Vogelgrippe im Jahr 2006, zeigen keinen sichtbaren Einfluss auf die Gesamtumweltbelastung, können aber durchaus den Absatz einzelner Konsumgüter oder das Konsumverhalten in der Schweiz beeinflussen. Einige dieser Ereignisse zeigen sich wahrscheinlich eher in einer längerfristigen Verhaltensänderung oder überlagern sich mit anderen Effekten. Zum Beispiel animierten wahrscheinlich das grösser werdende Umweltbewusstsein und die Förderung erneuerbarer Energien zusammen mit den Ölpreisspitzen einige Hausbesitzer zu einem Wechsel des Heizungssystems oder zum Kauf eines sparsameren Neuwagens. Nur die Ölpreisspitzen alleine zeigen aber keine sofortige Auswirkung auf die Gesamtumweltbelastung. Einzig die Wirtschaftskrise im Jahr 2009 zeigt sich in den Ergebnissen der vollaggregierenden Methoden.

Wirtschaftskrise 2009

Effizienzindikatoren setzen die inländische Endnachfrage als wirtschaftliche Grösse mit der konsumbedingten Umweltbelastung resp. den Treibhausgasemissionen ins Verhältnis. Im Betrachtungszeitraum hat sich sowohl die Umwelteffizienz deutlich (um fast 30 %) und die Treibhausgaseffizienz leicht (um 15 %) erhöht.

Umwelteffizienz

Da die Entwicklung der konsumbedingten Umweltbelastung der Schweiz mit einem vereinfachten Modell quantifiziert wird, können keine Aussagen über mögliche Veränderungen des Konsumverhaltens der privaten Haushalte gemacht werden. Die Studie erlaubt auch keine Aussagen über mögliche Auswirkungen einer Änderung in der Wirtschaftsstruktur (beispielsweise eine weitere Zunahme des tertiären Sektors oder

Einschränkungen der Methodik

eine Verlagerung produzierender Betriebe ins Ausland) auf die Gesamtumweltbelastung.

Während die genannten, von Jahr zu Jahr stark schwankenden Handelsaktivitäten die Gesamtumweltbelastung der einzelnen Jahre prägen, können im untersuchten Betrachtungszeitraum von 15 Jahren signifikante Trends in der Entwicklung der Umweltbelastungen beobachtet werden. Um die Entwicklung der Schweiz in Richtung Grüne Wirtschaft zu beurteilen, soll das Augenmerk deshalb auf die in Zehnjahresperioden erkennbaren Unterschiede gelegt werden.

Unsicherheiten

Die Gesamtumweltbelastung der Schweiz wird dem «naturverträglichen Mass» an Emissionen und Ressourcenverbräuchen gegenübergestellt. Wie stark die Umweltbelastung das naturverträgliche Mass überschreitet, lässt sich aufgrund der heute verfügbaren Informationen nicht eindeutig beantworten. Dennoch können die Grössenordnungen von verschiedenen Seiten her eingegrenzt werden. Mit dem distance-to-target Ansatz in der UBP-Methode 2013 kann eine Reduktion von zwischen 42 % und 70 % gegenüber dem Jahr 2011 errechnet werden, um das durch die schweizerische Umweltgesetzgebung definierte naturverträgliche Mass zu erreichen. Um das Ziel «1 Tonne Treibhausgas-Emissionen pro Einwohner und Jahr» zu erreichen, ist eine Reduktion um 93 % nötig und um das Ziel einer 2000 Watt Gesellschaft zu erreichen, muss der gesamte Primärenergiebedarf um 75 % und der nicht erneuerbare Primärenergiebedarf um 93 % reduziert werden. Ausgehend von diesen Eckwerten gehen wir davon aus, dass ein für die Natur langfristig verträgliches Mass der Gesamtumweltbelastung mindestens 50 % unter der heutigen Gesamtumweltbelastung des Konsums liegt.

naturverträgliches Mass

6.2

Forschungs- und Weiterentwicklungsbedarf

Der vereinfachte Ansatz hat gezeigt, dass bezüglich folgenden Punkten Forschungs- und Weiterentwicklungsbedarf besteht:

- > **Hintergrunddaten:** Ausländische Bemühungen zur Verbesserung der Umweltauswirkungen in der Produktion ihrer Waren oder die Veränderung der Umweltintensität ihrer Dienstleistungen über die Jahre wurden, mit Ausnahme der Stromproduktion, nicht berücksichtigt. Es kann davon ausgegangen werden, dass wichtige Handelspartner der Schweiz, wie beispielsweise Deutschland, ihre inländischen Umweltbelastungen über die letzten 15 Jahre ebenfalls reduzieren konnten²⁶. Verschiedene Berichte deuten darauf hin, dass die inländische Umweltbelastung anderer Länder hingegen stark zugenommen hat (z. B. China). Ein Grossteil der hier verwendeten Hintergrunddaten aus dem ecoinvent Datenbestand v2.2 beziehen sich auf die Jahre 2000 bis 2005 und auf Westeuropa. Für die wichtigsten Handelspartner und die wichtigsten Handelsgüter sollten deshalb die spezifischen Sachbilanzdaten erhoben beziehungsweise aktualisiert werden.
- > **Genauere Bestimmung der Güterherkunft:** Die Produktionsverhältnisse im ausereuropäischen Ausland, einerseits in Ländern mit tieferen Lohnkosten wie China

²⁶ Das Umweltbundesamt (UBA) zeigt beispielsweise eine deutliche Abnahme der Emissionen wichtiger Luftschadstoffe seit den 90er Jahren www.umweltbundesamt.de/daten/luftbelastung

oder Polen, oder über Zulieferketten von Produkten aus Europa, bleiben bisher weitgehend unberücksichtigt. Gemäss Aussenhandelsstatistik stammen 80 % der importierten Waren aus Europa (vgl. Abschnitt 3.1.1). Die Aussenhandelsstatistik erfasst jedoch nur das «Erzeugungsland» und nicht das «Ursprungsland» (vgl. Abschnitt 2.3.2). Seit 2012 wird das «Ursprungsland» erfasst, womit immerhin ein Teil einer allfälligen Verlagerung erfasst wird. Verlagerungstendenzen innerhalb der Zulieferkette müssten mit alternativen Ansätzen erfasst werden.

- > **Vergleich mit alternativen Ansätzen:** Neben der in der vorliegenden Studie angewendeten Methode der Ermittlung der import- und exportbedingten Umweltbelastungen mittels Ökobilanzdaten gibt es einen weiteren Ansatz, der auf umweltorientierten Mehr-Länder-Input-Output-Modellen basiert (vgl. z. B. Hertwich & Peters 2009). Dieser hat zwar den Nachteil eines insgesamt höheren Aggregationsniveaus der Analyse, aber auch mehrere Vorteile. Erstens kann die regionale Herkunft der Importe und damit die Umweltintensität der Produktion in den jeweiligen Weltregionen einbezogen werden. Zweitens können Veränderungen der Umweltintensität der Produktion im Zeitverlauf erfasst werden. Für Treibhausgas-Emissionen sowie weitere ausgewählte Emissionen und Ressourcenverbräuche könnten drittens beide Methoden miteinander verglichen und durch wechselseitige Ergänzung verbessert werden.
- > **Edelmetallhandel:** Edelmetalle, welche zu monetären Zwecken gehandelt werden, sollten aus der Bilanz ausgeschlossen werden. Diese zusätzliche Information ist jedoch derzeit nur für Gold verfügbar. Die Resultate der vorliegenden Studie haben gezeigt, dass insbesondere Platin und Palladium bei hohem Nettoimport bzw. -export die Gesamtbilanz wesentlich beeinflussen können. Zürich ist eine der beiden physischen Handelsplattformen von Platin und Palladium der Welt. Dies deutet daraufhin, dass ein hoher Anteil der Platinimporte und -exporte für monetäre Zwecke bestimmt ist. Vertiefte Recherchen, wozu die Edelmetalle in der Schweiz verwendet werden, sind nötig, um die durch den Konsum verursachten Umweltbelastungen der Edelmetalle der Schweiz zuordnen zu können.
- > **Planetary boundaries, das naturverträgliche Mass:** Die Kenntnis des aktuellen Niveaus der Gesamtumweltbelastung des Konsums in der Schweiz ist ein erster wichtiger Schritt auf dem Weg hin zu einer Grünen Wirtschaft. Ausgehend von der Ist-Situation und basierend auf wissenschaftlichen Erkenntnissen über die Tragfähigkeit der Erde (planetary boundaries), sollte nun ein naturverträgliches Mass der Umweltbelastung definiert werden analog zu den Zielen der 2000-Watt-Gesellschaft. Dieses naturverträgliche Mass dient dazu, die Lebensgrundlage unseres Planeten langfristig zu sichern. Die Ergebnissen der vorliegenden Studie einerseits und das naturverträgliche Mass andererseits können dazu dienen, zielgerichtet politische Massnahmen zu definieren, um die gesetzten Ziele erreichen zu können.

> Literatur

AUE 2013: Rheinüberwachungsstation Weil am Rhein (RÜS). Amt für Umwelt und Energie Basel-Stadt, retrieved from: www.aue.bs.ch/rheinberichte.

BAFU 2012a: Sonderabfallstatistik 2006–2011. Bundesamt für Umwelt (BAFU), Bern, retrieved from: www.bafu.admin.ch/abfall/01517/01519/index.html?lang=de.

BAFU 2012b: Swiss Greenhouse Gas Inventory 1990–2010: National Inventory Report and CRF tables 2012. Resubmission to the United Nations Framework Convention on Climate Change. File CHE-2012–2010-v2.1.xls, April 2012. Bundesamt für Umwelt, Bern, retrieved from: www.bafu.admin.ch/climatereporting/00545/11894/index.html?lang=en.

BAFU 2012c: Emissionsinformationssystem der Schweiz EMIS. Bundesamt für Umwelt (BAFU), Bern, retrieved from: www.bafu.admin.ch/luft/11017/11024/11592/index.html?lang=de.

BAFU 2013a: Nationale Daueruntersuchung der schweizer Fließgewässer (NADUF) (ed. BAFU E., WSL), retrieved from: www.naduf.ch.

BAFU 2013b: Switzerland's Informative Inventory Report 2013 (IIR) – Submission under the UNECE Convention on Long-range Transboundary Air Pollution. INFRAS consulting group, Zurich & Federal Office for the Environment FOEN, Air Pollution Control and Non-ionising Radiation Division, Berne.

Bébié B., Lenzlinger M., Frischknecht R., Hartmann C., 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: www.novatlantisch.ch/fileadmin/downloads/2000watt/PRZH_2kW_Methodikpapier_20090528.pdf.

BFE 2012a: Schweizerische Gesamtenergiestatistik 2011. Bundesamt für Energie (BFE), Bern, retrieved from: www.bfe.admin.ch/themen/00526/00541/00542/00631/index.html?lang=de&dossier_id=00763.

BFE 2012b: Schweizerische Statistik der erneuerbaren Energien 2011. Bundesamt für Energie, Bern, CH, retrieved from: www.bfe.admin.ch/themen/00526/00541/00543/index.html?lang=de&dossier_id=00772.

BFS 2011a: STAT-TAB: Die interaktive Statistikdatenbank – Umweltgesamtrechnung. Bundesamt für Statistik, retrieved from: www.pxweb.bfs.admin.ch.

BFS 2011b: Verkehrsleistung im Personenverkehr. Bundesamt für Statistik, retrieved from: www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/11/01/key.html.

BFS 2013a: Arealstatistik – Bodennutzung und Bodenbedeckung. Bundesamt für Statistik (BFS), retrieved from: www.landuse-stat.admin.ch.

BFS 2013b: Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung – Produktionskonto nach Branchen. Bundesamt für Statistik, Bern, Schweiz, retrieved from: www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/04/02/02/key/nach_branchen.html.

BFS 2013c: Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung – Bruttoinlandprodukt nach Verwendungsarten. Bundesamt für Statistik, Bern, Schweiz, retrieved from: www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/04/02/01/key/bip_nach_verwendungsarten.html.

De Baan L., Alkemade R., Koellner T. 2012: Land use impacts on biodiversity in LCA: a global approach. In: The International Journal of Life Cycle Assessment, pp. 1–15, 10.1007/s11367–012–0412–0, retrieved from: <http://dx.doi.org/10.1007/s11367-012-0412-0>.

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.

EEA 2013: Environmental pressures from European Consumption and Production: A study in integrated environmental and economic analysis. EEA Technical Report No 2/2013 retrieved from: www.eea.europa.eu/publications/environmental-pressures-from-european-consumption.

Eurostat 2009: Manual for Air Emissions Accounts. Statistisches Amt der Europäischen Union (Eurostat), Luxemburg.

EUROSTAT 2013: EXTRA EU27 trade since 1999 by mode of transport (NSTR), retrieved from: <https://open-data.europa.eu/en/data/dataset/y9xxh9i7xEsTQFDhRteFg>.

Ewing B., Moore D., Goldfinger S., Oursler A., Reed A., Wackernagel M. 2010: The Ecological Footprint Atlas 2010. Global Footprint Network, Oakland, retrieved from: www.footprintnetwork.org.

EZV 2013: Datenbank Swiss-Impex. Datenzugriff 2013. Eidgenössische Zollverwaltung Bern, Schweiz, retrieved from: www.swiss-impex.admin.ch/.

FAO 1998–2010: Aquastat: FAO's Information System on Water and Agriculture, retrieved from: www.fao.org/aq/aql/aqlw/aquastat/dbase/index.stm.

FAOSTAT 2013: FAOSTAT Agricultural Data retrieved from: <http://faostat.fao.org/>.

Fischer N., Pfammatter M. 2013: Schweizerische Aussenhandelsstatistik: Übergang zum Ursprungslandprinzip. In: Die Volkswirtschaft, 3, pp. 39–42.

Frischknecht R., Bollens U., Bosshart S., Ciot M., Ciseri L., Doka G., Dones R., Gantner U., Hischer R., Martin A. 1996: Ökoinventare von

- Energiesystemen: Grundlagen für den ökologischen Vergleich von Energiesystemen und den Einbezug von Energiesystemen in Ökobilanzen für die Schweiz. 3. Gruppe Energie – Stoffe – Umwelt (ESU), Eidgenössische Technische Hochschule Zürich und Sektion Ganzheitliche Systemanalysen, Paul Scherrer Institut, Villigen, Bundesamt für Energie (Hrsg.), Bern, CH, retrieved from: www.energieforschung.ch.
- Frischknecht R., Jungbluth N., Althaus H.-J., Bauer C., Doka G., Dones R., Hellweg S., Hirschler R., Humbert S., Margni M., Nemecek T. 2007: 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 R., Itten R., Büsser Knöpfel S. 2013: Tracking important Environmental Impacts Related to Domestic Consumption – A Feasibility Study on Environmental Life Cycle Indicators for Land Use/Biodiversity, Air Pollution, Nitrogen, Water Use, and the Use of Materials. treeze Ltd., Uster, Switzerland, commissioned by the Federal Office for the Environment (FOEN), Bern, Switzerland.
- Frischknecht R., Büsser Knöpfel S. 2013: Ökofaktoren Schweiz 2013 gemäss der Methode der ökologischen Knappheit. Grundlagen und Anwendung auf die Schweiz. Umwelt-Wissen Nr. 1330. Bundesamt für Umwelt, Bern.
- Frischknecht R., Nathani C., Büsser Knöpfel S., Itten R., Wyss F., Hellmüller P. 2014: Technischer Bericht Gesamtumweltbelastung Schweiz. treeze Ltd / Rütter Sococo, commissioned by the Swiss Federal Office for the Environment (FOEN), Uster/Rüschlikon.
- Goedkoop M., Heijungs R., Huijbregts M. A. J., De Schryver A., Struijs J., 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: icia-recipe.net/.
- Hauschild M., Goedkoop M., Guinée J., Heijungs R., Huijbregts M. A. J., Jolliet O., Margni M., De Schryver A. 2011: Recommendations for Life Cycle Impact Assessment in the European context – based on existing environmental impact assessment models and factors. European Commission – DG Joint Research Centre, JRC, Institute for Environment and Sustainability (IES), retrieved from: <http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/11111111/26229>.
- Hertwich E., 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>.
- Hügi M., Gerber P., Hauser A., Laube A., Quartier R., Schenk K., Wysser M. 2008: Abfallwirtschaftsbericht 2008. Zahlen und Entwicklungen der schweizerischen Abfallwirtschaft 2005–2007. Bundesamt für Umwelt (BAFU), Bern, Schweiz.
- Huijbregts M. A. J., Hellweg S., Frischknecht R., Hungerbühler K., Hendriks A. J. 2008: Ecological Footprint Accounting in the Life Cycle Assessment of Products. In: *Ecological Economics*, **64**, pp. 798–807, retrieved from: doi:10.1016/j.ecolecon.2007.04.017.
- IPCC 1997: Revised 1996 Guidelines for national Greenhouse Gas Inventories, Workbook Vol. 2. Intergovernmental Panel on Climate Change, Genève.
- IPCC 2001: Climate Change 2001: The Scientific Basis. In: Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (ed. Houghton J. T., Ding Y., Griggs D. J., Noguer M., van der Linden P. J. and Xiaosu D.). IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, The Edinburgh Building Shaftesbury Road, Cambridge, UK, retrieved from: www.grida.no/climate/ipcc_tar/wg1/.
- IPCC 2007: The IPCC fourth Assessment Report – Technical Summary. Cambridge University Press., Cambridge.
- Itten R., Frischknecht R., Stucki M. 2012: Life Cycle Inventories of Electricity Mixes and Grid. ESU-services Ltd., Uster, Switzerland, retrieved from: www.esu-services.ch/data/public-lci-reports/.
- Joerin R., Aeppli M. 2010: Die Schutzwirkung der Importregelung bei Getreideprodukten. IP-Suisse, ETH, retrieved from: www.agecon.ethz.ch/people/Staff/maeppli/Publications/Kurzversion.pdf.
- JRC 2012: Life cycle indicators for resources, products and waste. Resources, Resource-efficiency, Decoupling. European Commission Joint Research Centre Institute for Environment and Sustainability Luxembourg, retrieved from: <http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/11111111/31347>.
- Jungbluth N., Nathani C., Stucki M., Leuenberger M. 2011: Environmental impacts of Swiss consumption and production: a combination of input-output analysis with life cycle assessment. Environmental studies no. 1111. ESU-services Ltd. & Rütter + Partner, commissioned by the Swiss Federal Office for the Environment (FOEN), Bern, CH, retrieved from: www.esu-services.ch/projects/iaa/ or www.bafu.admin.ch/uw-1111-e.
- Lenzlinger M., Bébié B., Dietrich P., Eckmanns A., Egger K., Frischknecht R., Gaetan C., Gugerli H., Hartmann C., Lenzlinger M., Schneider S., Stulz R., Vogel U. 2012: 2000-Watt-Gesellschaft Bilanzierungskonzept. Stadt Zürich, Bundesamt für Energie, EnergieSchweiz für Gemeinden, Novatlantis, Zürich.
- Lugschitz B., Bruckner M., Stefan G. 2011: Europe's global land demand. Sustainable Europe Research Institute (SERI), Vienna.
- Nathani C., Jungbluth N. 2012: Zeitreihen für die Gesamtumweltbelastung der Schweizer Endnachfrage: Vorstudie. Rütter+Partner und ESU-services im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt, Bern, Rüschlikon, Uster.
- Nathani C., Wickart, M., Oleschak, R., van Nieuwkoop R. 2006: Estimation of a Swiss Input-Output Table for 2001. CEPE Report No. 6.

Centre for Energy Policy and Economics, ETH Zürich, Zürich, Switzerland.

Nykvist B., Persson Å., Moberg F., Persson L., Cornell S., Rockström J. 2013: National Environmental Performance on Planetary Boundaries. A study for the Swedish Environmental Protection Agency, Stockholm University (Stockholm Resilience Center), Stockholm Environmental Institute, Sweden, retrieved from: www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer6400/978-91-620-6576-8.pdf.

Olson D. M., Dinerstein, E., Wikramanayake E.D., Burgess N.D., Powell G.V.N., Underwood E.C., D'Amico J.A., Itoua I., Strand H., Morrison J.C., Loucks C.J., Allnutt T.F., Ricketts T.H., Kura Y., Lamoreux J.F., Wettengel W.W., Hedao P., Kassem K.R. 2001: Terrestrial ecoregions of the world: a new map of life on earth. In: *Bioscience*, 51, pp. 933–938.

OSPAR Commission 2003: Nutrients in the Convention area: Inputs of Nutrients into the Convention area. Implementaion of PARCOM Recommendation 88/2 and 89/. In: *Eutrophication and Nutrients Series*.

OSPAR Commission 2006: Nutrients in the Convention Area: Assessment of Implementation of PARCOM Recommendations 88/2, 89/4 and 92/7.

OSPAR Commission 2008: Nutrients in the Convention area – Assessment of Implementation of PARCOM Recommendations 88/2 and 89/4.

Pfister S., Koehler A., Hellweg S. 2009: Assessing the environmental impacts of freshwater consumption in LCA. In: *Environ. Sci. Technol.*, 43 (11), pp. 4098–4104, retrieved from: <http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/es802423e>.

Rockström J., Steffen W., Noone K., Persson Å., Chapin F. S., Lambin E. F., Lenton T. M., Scheffer M., Folke C., Schellnhuber H. J., Nykvist B., Wit C. A. d., Hughes T., Leeuw S. v. d., Rodhe H., Sörlin S., Snyder P. K., Costanza R., Svedin U., Falkenmark M., Karlberg L., Corell R. W., Fabry V. J., Hansen J., Walker B., Liverman D., Richardson K., Crutzen P., Foley J. A. 2009: Planetary Boundaries: Exploring the Safe Operating Space for Humanity. In: *Ecology and Society*, 14(2), pp. 32, retrieved from: www.ecologyandsociety.org/vol14/iss2/art32/.

SBV 2013: Online Statistiken retrieved from: www.sbv-usp.ch/statistik/.

SIA 2010: Merkblatt 2032: Graue Energie von Gebäuden. Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein (SIA), Zürich.

SNB 2013: Zahlungsbilanz der Schweiz. Datenzugriff 2013. Schweizerische Nationalbank, retrieved from: www.snb.ch/de/iabout/stat/statpub/bop/stats/bop.

treeze Ltd. 2013: Life cycle inventory database: EcoSpold LCI database. treeze Ltd., Uster, CH, retrieved from: www.treeze.ch.

Von Stokar T., Myriam Steinemann, Rüegg B., 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.

Wackernagel M., Rees W., Testemale P. 1996: *Our Ecological Footprint – Reducing Human Impact on the Earth*. New Society Publishers, Philadelphia, PA, and Gabriola Island, BC, Canada.

Wackernagel M., Mofreda C., Moran D., Wermer P., Goldfinger S., Deumling D., Murray M. 2005: *National Footprint and Biocapacity Accounts 2005: The underlying calculation mehtod*. Global Footprint Network, Oakland.

> Verzeichnisse

Abkürzungen

BLW

Bundesamt für Landwirtschaft

BIP

Bruttoinlandsprodukt

CFC

engl. Chlorfluorocarbon, deutsch FCKW
(Fluorchlorkohlenwasserstoffe)

CHF

Schweizer Franken

CSB

Chemischer Sauerstoffbedarf

ENTSO

European Network of Transmission System Operators for Electricity,
europäischer Stromverbund

ET

Energieträger

EZV

Eidgenössische Zollverwaltung

FAO

Food and Agriculture Organisation

gfn

Global Footprint Network

GWE

Gebietsansässige Wirtschaftseinheit

GWP

Global Warming Potential

HFC

engl. Hydrofluorocarbon, deutsch H-FKW (teilhalogenerter
Fluorkohlenwasserstoff)

IOT

Input-Output-Tabelle

IPCC

Invergovernmental Panel on Climate Change

JRC

Joint Research Center der EU

KEA

Kumulierter Energieaufwand, auch Primärenergieaufwand genannt

LCA

Life Cycle Assessment (Ökobilanz)

LKW

Lastkraftwagen

MJ

Megajoule

nGWE

nicht Gebietsansässige Wirtschaftseinheit

NH₃

Ammoniak

NMVO

Nichtmethankohlenwasserstoffe

NO_x

Stickoxide

ODS

Ozone depleting substances

OSPAR

OSlo and PARis Convention (Convention for the Protection of the
Marine Environment of the North-East Atlantic)

PFC

engl. Perfluorocarbon, deutsch FKW (perfluorierter
Kohlenwasserstoff)

Pkm

Personenkilometer

PSM

Pflanzenschutzmittel

SF₆

Schwefelhexafluorid

SITC

Standard International Trade Classification
(Güterklassifikationssystem)

SO₂

Schwefeldioxid

TJ

Terajoule

UBP

Umweltbelastungspunkt

UGR Umweltgesamtrechnung			
UN – ECE United Nations Economic Commission for Europe			
VGR Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung			
VOC Volatile Organic Compounds – flüchtige organische Verbindungen			
Abbildungen			
Abb. A Produktionsperspektive, Aussenhandel und Konsumperspektive	9	Abb. 3 Die Grafik zeigt die Anteile der konsumbedingten Umweltbelastungen welche im In- und Ausland verursacht werden.	40
Abb. B Schema zur Berechnung der konsumbedingten Umweltbelastung	10	Abb. 4 Entwicklung der Importe nach Gütergruppen	43
Abb. C Entwicklung der konsumbedingten Gesamtumweltbelastung der Schweiz	12	Abb. 5 Entwicklung der Importe nach Transportmitteln	44
Abb. D Entwicklung der konsumbedingten Gesamtumweltbelastung der Schweiz	13	Abb. 6 Warenexporte nach Gütergruppen in Mio. Tonnen	45
Abb. E Vergleich der aktuellen Belastung mit dem «naturverträglichen» Mass	14	Abb. 7 Warenexporte nach Verkehrsmitteln in Mio. Tonnen	46
Abb. F Vergleich verschiedener Bewertungsmethoden zur Berechnung der konsumbedingten Gesamtumweltbelastung	15	Abb. 8 Dienstleistungsimporte nach Gütergruppen in Mrd. CHF (Preise von 2005)	47
Abb. G Konsumperspektive nach einzelnen Umweltaspekten	17	Abb. 9 Dienstleistungsexporte nach Gütergruppen in Mrd. CHF (Preise von 2005)	47
Abb. H Entwicklung der Wirtschaftsleistung, Treibhausgasemissionen und Umweltbelastung	18	Abb. 10 Entwicklung der Treibhausgas-Emissionen (GWP), des kumulierten Energieaufwands (KEA, unterschieden in erneuerbar und nicht-erneuerbar) und der Gesamtumwelt- belastung (UBP-Methode 2006) des ENTSO-Strommix von 1996 bis 2011, bezogen auf 1 MJ Strom ab Kraftwerksklemme	49
Abb. I Treibhausgas-effizienz und Umwelteffizienz	19	Abb. 11 Berechnung der Gesamtumweltbelastung der Schweiz aus Sicht der Konsumperspektive für das Jahr 2010	52
Abb. 1 Produktionsperspektive, Aussenhandel und Konsumperspektive	22	Abb. 12 Produktionsperspektive	54
Abb. 2 Grundschemata Vorgehen Ermittlung der Umweltbelastung in der Konsumperspektive	26	Abb. 13 Konsumperspektive – Gesamtumweltbelastung absolut	55
		Abb. 14 Konsumperspektive – Gesamtumweltbelastung pro Person	55
		Abb. 15 Konsumperspektive	57
		Abb. 16 Umweltbelastung des Aussenhandels (Importe minus Exporte)	58
		Abb. 17 Konsumperspektive	59
		Abb. 18 Konsumperspektive – inländische und ausländische Anteile an konsumbedingter Belastungen	60

Abb. 19	Konsumperspektive – absolute Gesamtumweltbelastung nach verschiedenen Indikatoren	63	Abb. 35	Entwicklung der inländischen Endnachfrage, der konsumbedingten Umweltbelastung und der konsumbedingten Treibhausgas-Emissionen (Kyoto-Substanzen) der Schweiz pro Person zwischen 1996 und 2011	85
Abb. 20	Konsumperspektive – Entwicklung absolut, indexiert	65	Abb. 36	Entwicklung der Umwelteffizienz (gemäss UBP-Methode 2013) aus Produktionsperspektive und aus Konsumperspektive zwischen 1996 und 2011 (1996=100)	86
Abb. 21	Konsumperspektive – Entwicklung pro Person, indexiert	66	Abb. 37	Entwicklung der import- und exportbedingten Umwelteffizienz (nach der UBP-Methode 2013) zwischen 1996 und 2011 (1996=100)	86
Abb. 22	Produktionsperspektive – Treibhausgas-Emissionen	68	Abb. 38	Entwicklung der Treibhausgaseffizienz (GWP gemäss IPCC (2007, Table TS.2, 100a), nur Kyoto-Substanzen aus Produktions- und Konsumperspektive zwischen 1996 und 2011 (1996 = 100)	87
Abb. 23	Konsumperspektive – Treibhausgas-Emissionen	69	Abb. 39	Entwicklung der Primärenergieeffizienz aus Produktions- und Konsumperspektive zwischen 1996 und 2011 (1996 = 100)	88
Abb. 24	Konsumperspektive – Treibhausgas-Emissionen pro Person	70	Abb. 40	Ergebnisse der Umweltbelastung (UBP-Methode 2013) in Mia. UBP für die Konsumperspektive sowie des aktuellen Flusses gemäss UBP-Methode 2013	92
Abb. 25	Konsumperspektive – inländische und ausländische Anteile an konsumbedingten Treibhausgas-Emissionen (nur Kyoto-Substanzen)	72	Abb. 41	Produktionsperspektive – Treibhausgas-Emissionen	94
Abb. 26	Produktionsperspektive – Primärenergieaufwand	73	Abb. 42	Konsumperspektive – Gesamtumweltbelastung pro Person	96
Abb. 27	Konsumperspektive – Primärenergieaufwand (erneuerbar und nicht erneuerbar)	74	Abb. 43	Konsumperspektive – Treibhausgas-Emissionen pro Person	96
Abb. 28	Konsumperspektive – Primärenergieaufwand (erneuerbar und nicht erneuerbar) pro Person	74	Abb. 44	Entwicklung der Gesamtumweltbelastungen (UBP-Methode 2013 in UBP, blaue Linie) und des Klimawandels (Treibhausgas-Emissionen mit GWP nach IPCC (2007, Table TS.2100a), rote Linie) pro Person für den Lebensmittelkonsum in der Schweiz	98
Abb. 29	Konsumperspektive – inländische und ausländische Anteile an konsumbedingtem Primärenergieaufwand	75	Abb. 45	Vergleich des Lebensmittel-Warenkorbs im Jahr 2000	99
Abb. 30	Produktionsperspektive bezüglich verschiedener Umweltindikatoren	77	Abb. 46	Entwicklung der Gesamtumweltbelastungen (UBP-Methode 2013 in UBP, blaue Linie) und des Klimawandels (Treibhausgas-Emissionen mit GWP nach IPCC (2007, Table TS.2100a), rote Linie) pro Person für die Mobilität der Haushalte (ohne Güterverkehr) in der Schweiz	100
Abb. 31	Konsumperspektive -Entwicklung einzelner Umweltbereiche	79			
Abb. 32	Konsumperspektive – Entwicklung einzelner Umweltbereiche absolut, indexiert	80			
Abb. 33	Konsumperspektive	81			
Abb. 34	Entwicklung der Bevölkerung, des BIP und der inländischen Endnachfrage der Schweiz zwischen 1996 und 2011	84			

Abb. 47

Entwicklung der Gesamtumweltbelastungen (UBP-Methode 2013, blaue Linie) und des Klimawandels (Treibhausgas-Emissionen mit GWP nach IPCC (2007, Table TS.2100a), rote Linie) pro Person für den Brennstoff- und Heizstromverbrauch von Haushalten in der Schweiz sowie die Entwicklung der Heizgradtage

101

Abb. 48

Entwicklung des Endverbrauchs von Erdölprodukten der Schweiz, des Imports von Erdölprodukten und des errechneten Endverbrauchs unter Berücksichtigung der Lager (Importe minus bzw. plus Lager)

102

Abb. 49

Ergebnis der Unsicherheitsanalyse zur konsumbedingten Gesamtumweltbelastung (UBP-Methode 2013) und zu den konsumbedingten Treibhausgas-Emissionen gemäss GWP nach IPCC (2007, Table TS.2100a) inkl. Ozonschicht abbauende Substanzen im Jahr 2011

107

Tabellen**Tab. 1**

Datengrundlage der Zeitreihen für die Schadstoff-Emissionen und Ressourcenentnahmen in der Schweiz

29

Tab. 2

Vergleich zwischen den vier Bilanzierungsprinzipien

32

Tab. 3

Transportdistanzen für den Güterimport und -export bei Grenzübertritt.

41

Tab. 4

Prozentuale Anteile und daraus abgeleitete Distanz für den internationalen Import nach Europa und die Zulieferung sowie die modellierten Transportdistanzen in km

42

Tab. 5

Konsumperspektive

67

Tab. 6

Ergebnisse der vergleichenden Monte Carlo Simulation der Jahre 2004 und 2005

105

Tab. 7

Ergebnisse der vergleichenden Monte Carlo Simulation der Jahre 1996 und 2011

106

> Glossar

Gesamtaggregation

Der Begriff «vollaggregierend» oder «gesamtaggregierend» bezieht sich auf das Resultat der Wirkungsabschätzung. Werden in dieser Phase einzig verschiedene Umweltwirkungen wie Klimawandel, Versauerung oder Hormonwirkungen separat ausgewiesen, so ist das noch keine Vollaggregation. Man spricht von midpoints. Solange die Tendenzen aller Resultate gleich gerichtet sind, lässt sich leicht erkennen, welche Variante der Umwelt weniger schadet. Bei widersprüchlichen Tendenzen der einzelnen Varianten stellt sich hingegen die Frage, wie die einzelnen Wirkungen zueinander gewichtet werden sollen: Ist nun ein gewisser Beitrag zur Klimaerwärmung oder zur Versauerung schlechter für die Umwelt?

In dieser Situation kommen die Vorzüge eines vollaggregierenden Ansatzes zum Tragen: Für jede berücksichtigte Einwirkung auf die Umwelt ergibt sich eine Anzahl Punkte, die schliesslich zu einem Total addiert werden. Resultat ist eine einzige, voll aggregierte Zahl, welche die gesamte Umweltbelastung ausdrückt. Vollaggregierende Methoden der Wirkungsabschätzung sind für ungeübte Anwender leichter verständlich. Zudem schliesst der Ansatz eine willkürliche Bewertung durch Studienautoren, Auftraggeber oder Betrachter aus.

Gebräuchliche vollaggregierende Bewertungsmethoden sind Eco-indicator 99, ReCiPe 2008 oder die UBP-Methode. Die in diesem Bericht genutzten Methoden sind im Abschnitt 2.4.2 oder hier im Glossar bei der jeweiligen Methode kurz beschrieben.

Graue Energie

Die SIA Norm 2032 (SIA 2010) definiert den Begriff der grauen Energie wie folgt: «Gesamte Menge nicht erneuerbarer Primärenergie, die für alle vorgelagerten Prozesse, vom Rohstoffabbau über Herstellungs- und Verarbeitungsprozesse und für die Entsorgung, inkl. der dazu notwendigen Transporte und Hilfsmittel, erforderlich ist».

Der grauen Energie liegt eine relative Betrachtung zu Grunde. Der Begriff wird in wissenschaftlichen Publikationen aus diesem Grund immer seltener verwendet.

Inländische Endnachfrage

Die inländische Endnachfrage kann wie das BIP der volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung entnommen werden. Sie ergibt sich durch Abzug der Exporte von der Endnachfrage und bildet der Summe der Waren und Dienstleistungen, die der Endverwendung im Inland dienen und nicht mehr weiterverarbeitet werden. Sie setzt sich aus den Konsumausgaben privater Haushalte, Staatskonsum und Bruttoanlageinvestitionen zusammen.

Inlandsprinzip

Siehe Kapitel 2.2.3 auf Seite 30.

Konsumperspektive

Siehe Kapitel 1.1 auf Seite 21.

Kumulierter Energieaufwand

Siehe Beschreibung in Kapitel 4.3.2 auf Seite 72.

Kyoto-Substanzen

Unter Kyoto-Substanzen werden alle Treibhausgase zusammengefasst, welche im Kyoto-Protokoll zum Schutz des Klimas mitberücksichtigt werden. Die Schweiz hatte sich in der ersten Verpflichtungsperiode dieses Abkommens (2008 bis 2012) verpflichtet, ihren Ausstoss an Treibhausgasen um 8 % unter das Niveau von 1990 zu senken. Die Kyoto-Substanzen umfassen Kohlendioxid (CO₂), Methan (CH₄), Lachgas (N₂O), Fluorkohlenwasserstoffe (HFC), Polyfluorierte Verbindungen (PFC) und Schwefelhexafluorid (SF₆). Siehe auch Beschrieb in Abschnitt 2.4.2 auf Seite 38.

Nichteisenmetall

Alle Metalle mit Ausnahme von Eisen. Beispiele: Kupfer, Blei, Kadmium.

Ökobilanz (Lebenszyklusanalyse, Life Cycle Assessment, LCA)

Die Ökobilanzierung ist eine Methode zur Beurteilung möglicher Wirkungen eines Systems auf die Umwelt. Sie umfasst sämtliche Tätigkeiten in Zusammenhang mit einem Produkt oder einer Dienstleistung von der Gewinnung der Rohstoffe bis zur Abfallentsorgung. Dabei werden der Verbrauch von natürlichen Ressourcen wie Metalle, Mineralien und Energieressourcen sowie die Emissionen in die Umwelt (Luft, Wasser, Boden) der untersuchten Produkte oder Dienstleistungen über den ganzen Lebenszyklus erfasst. Diese Stoff- und Energieflüsse können anschliessend zu Indikatoren für verschiedene Kategorien von Umwelteinwirkungen aggregiert werden. Die Methodik der Ökobilanz wird in den ISO-Normen 14040 bis 14044 beschrieben.

Ökologischer Fussabdruck

Siehe Beschreibung in Kapitel 2.4.2 auf der Seite 38.

Produktionsperspektive

Siehe Kapitel 1.1 auf Seite 21.

Primärenergieaufwand

Siehe Kumulierter Energieaufwand in diesem Glossar.

Sachbilanz

In der Sachbilanz werden die benötigten Rohstoff- und Energiemengen sowie die Emissionen für jeden einzelnen Verarbeitungsprozess erfasst. Fiktives Beispiel: Ein untersuchtes Produkt verursacht von der Rohstoffgewinnung über die Herstellung und Nutzung bis zur Entsorgung Emissionen von 180 g Kohlendioxid (CO₂), 10 g Methan (CH₄) und 7 g Stickoxiden (NO_x).

Für eine solche Sachbilanz braucht es detaillierte Umwelt- und Produktdaten, die für viele Prozesse, insbesondere standardmässige wie die Herstellung von Heizöl oder Zement, in Ökobilanzdatenbanken zu finden sind. Zu den weltweit umfassendsten Datenbanken gehört ecoinvent, die von mehreren Schweizer Forschungsinstitutionen getragen wird. Sie zeichnet sich insbesondere durch eine grosse Transparenz bei der Datenherleitung aus.

Auf Basis der Sachbilanz werden im nächsten Schritt der Wirkungsabschätzung die Auswirkungen auf Umwelt und menschliche Gesundheit ermittelt.

Territorialprinzip

Siehe Kapitel 2.2.3 auf Seite 30.

UBP-Methode (auch bekannt als Methode der Ökologischen Knappheit, MoeK, Ecological Scarcity Method)

Bei der Methode der ökologischen Knappheit erfolgt die Wirkungsabschätzung von Sachbilanzen (Life Cycle Inventories, LCI) nach dem Prinzip «Differenz zur Toleranzmenge» (distance to target). Zentrale Grösse der Methode sind die Ökofaktoren, welche die Umweltbelastung einer Schadstoffemission resp. Ressourcenentnahme in der Einheit Umweltbelastungspunkte (UBP) pro Mengeneinheit angeben. Bei der Bestimmung der Ökofaktoren spielen einerseits die aktuelle Emissionssituation und andererseits die schweizerischen oder die von der Schweiz mitgetragenen internationalen Ziele die wesentliche Rolle. Diese Methode wurde erstmals 1990 publiziert, die letzte Aktualisierung fand 2013 statt.

Umweltbelastungspunkte

Siehe Beschreibung UB-P-Methode in diesem Glossar.

Vollaggregierend

Siehe Beschreibung Gesamttaggregation in diesem Glossar