

Umwelt-Fussabdrücke der Schweiz: Entwicklung zwischen 2000 und 2018

Schlussbericht, Zürich, September 2022
Im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU)



Impressum

Auftraggeber

Bundesamt für Umwelt BAFU, Abteilung Ökonomie und Innovation,
Susanne Blank

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

Auftragnehmer

EBP Schweiz AG
Mühlebachstrasse 11
8032 Zürich
Schweiz
Telefon +41 44 395 16 16
info@ebp.ch
www.ebp.ch

Treeze GmbH
Kanzleistrasse 4
8610 Uster
Schweiz
Telefon +41 44 940 61 91
frischknecht@treeze.ch
www.treeze.ch

Autorinnen und Autoren

Carsten Nathani (EBP, Projektleitung)
Isabel O'Connor (EBP)
Rolf Frischknecht (Treeze GmbH)
Tonio Schwehr (EBP)
Joséphine Zumwald (EBP)
Julie Peyronne (EBP)

Begleitgruppe Bundesverwaltung

Andreas Hauser (BAFU, Leitung ab Anfang August 2021)
Rebekka Zingg (BAFU, Leitung bis Ende Juli 2021)
Michael Bock (BAFU, ab Oktober 2021)
Carla Gross (BAFU, bis Ende September 2021)
Frank Hayer (BAFU)
Daniel Lachat (BFS)
Glenn Litsios (BAFU, bis 15.12.2021)
Claudio de Sassi (BAFU, ab 17.12.2021)
Niklas Nierhoff (BAFU)
Brigitte Reutter (BAFU)

Hinweis: Diese Studie wurde im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU) verfasst. Für den Inhalt sind allein die Autorinnen und Autoren verantwortlich.

Der Text in der vorliegenden Studie beruht zum Teil auf der Vorgängerstudie Frischknecht, R., Nathani, C., Alig, M., Stolz, P., Tschümperlin, L., Hellmüller, P. (2019): Umwelt-Fussabdrücke der Schweiz: Zeitlicher Verlauf 1996–2015. Bundesamt für Umwelt, Bern.

Zusammenfassung

Ziel der Studie und methodisches Vorgehen

Das Ziel der vorliegenden Studie war es, eine Zeitreihe ausgewählter Umweltfussabdrücke für die Schweiz unter Berücksichtigung der gesamten Lieferkette zu berechnen. Zudem wurden die Umweltauswirkungen auf die wichtigsten Nachfragebereiche aufgeschlüsselt.

Die Entwicklung der Fussabdrücke wurde mit aktuellen Erkenntnissen zu bestehenden Belastbarkeitsgrenzen und Umweltzielen der Schweiz verglichen, um den Handlungsbedarf aus der Fussabdruckperspektive aufzuzeigen.

Die Umweltfussabdrücke wurden mit der sogenannten IO-TRAIL-Methode berechnet. Dabei wurde ein umweltorientiertes Input-Output-Modell für die Schweiz mit einer Ökobilanzierung der importierten Produkte verknüpft.

Systemgrenzen

Die durch die Schweiz verursachte Umweltbelastung kann aus zwei komplementären Perspektiven betrachtet werden, die Antworten auf unterschiedliche Fragen liefern:

- In der so genannten **Inlandperspektive** steht die Umweltbelastung durch Unternehmen und Haushalte im Vordergrund, die im Inland entsteht.
- Die **Fussabdruck-Perspektive** hingegen geht von den in der Schweiz nachgefragten Endprodukten aus. Sie rechnet der Schweiz die Umweltbelastungen zu, die durch ihre Endnachfrage weltweit verursacht werden. Dabei wird der gesamte Lebenszyklus der nachgefragten Endprodukte einbezogen. Diese auch als **Konsumperspektive** bezeichnete Sicht steht im Vordergrund des vorliegenden Berichts.

Die Inlandperspektive betrachtet die Umweltauswirkungen somit (vereinfacht gesagt) von der Angebotsseite her, während die Fussabdruck-Perspektive von der Nachfrageseite ausgeht. Dies führt zu unterschiedlichen Werten, denn häufig erfolgt die Produktion in branchen- und länderübergreifenden Wertschöpfungsketten. Hinzu kommen Umweltauswirkungen durch die Nutzung und die Entsorgung der Produkte. In der Fussabdruck-Perspektive ist die Umweltbelastung der Schweiz deutlich grösser als in der Inland-Perspektive.

Fussabdruck-Indikatoren

Die Entwicklung der Umweltfussabdrücke der Schweiz wurde für verschiedenen Umweltindikatoren berechnet,

- die Gesamtumweltbelastung (GUB) gemäss UBP-Methode¹ (nachfolgend auch als Gesamtumwelt-Fussabdruck bezeichnet), die ein breites Spektrum von Umweltbelastungen in einer Kennzahl zusammenfasst sowie gemäss ReCiPe als alternative vollaggregierende Bewertungsmethode,

¹ UBP steht für Umweltbelastungspunkte. Die Methode wird auch als Methode der ökologischen Knappheit bezeichnet.

- den Treibhausgas-Fussabdruck mit der IO-TRAIL-Methode als Sensitivitätsrechnung im Vergleich zur Berechnung des BFS mittels umweltorientierter Input-Output-Analyse,
- den Biodiversitätsverlust durch Landnutzung (Artenverlustpotenzial),
- die marine Eutrophierung, die die Stickstoffbelastung der Meere misst und
- den Wasserstress. Dieser erfasst den globalen Wasserverbrauch unter Berücksichtigung der in den Produktionsregionen vorherrschenden Wasserknappheit.

Entwicklung des Gesamtumwelt-Fussabdrucks

Abbildung 1 zeigt die Entwicklung der mit der Schweizer Endnachfrage verbundenen weltweiten Gesamtumweltbelastung pro Kopf der Bevölkerung. Sie ist zwischen 2000 und 2018 von 35.1 auf 25.8 Millionen UBP gesunken. Dies entspricht einem Rückgang um 26 %. Der Fussabdruck liegt deutlich über der ökologischen Belastbarkeitsgrenze (siehe unten). Die Abbildung zeigt auch, dass die Umweltauswirkungen überwiegend im Ausland anfallen: in 2018 betrug der Auslandanteil 68 %. 32 % der Umweltbelastung entfielen auf die Schweiz. Der Auslandanteil hat seit dem Jahr 2000 zugenommen: damals lag er bei lediglich 61 %. Der Grund liegt darin, dass die Umweltauswirkungen im Inland stärker reduziert wurden als im Ausland.

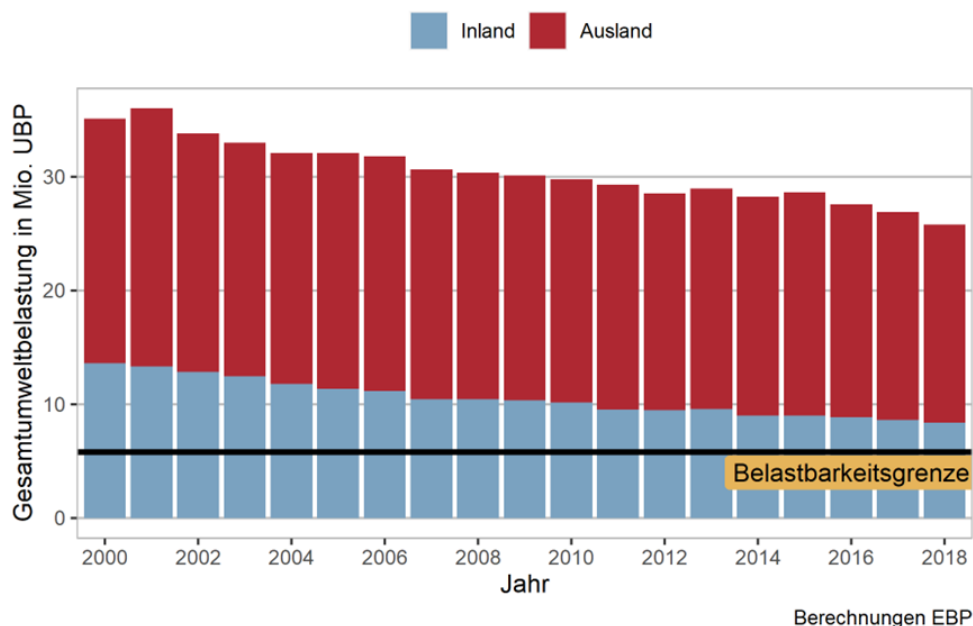


Abbildung 1 Entwicklung des Gesamtumwelt-Fussabdrucks pro Person nach Inland und Ausland, 2000 – 2018

Anteile der Endnachfragebereiche am Gesamtumwelt-Fussabdruck

Abbildung 2 zeigt die Anteile der einzelnen Endnachfragebereiche am Gesamtumwelt-Fussabdruck. Endnachfragebereiche sind dabei als Bündel von Gütern und Dienstleistungen zu verstehen. Wohnen und Nahrungsmittel machen je rund 25 % aus. In dieser Grafik sind im Bereich Wohnen auch die

Bereiche Wohnungsbau sowie «Möbel und Haushaltsgeräte» enthalten. Die private Mobilität kommt an dritter Stelle mit einem Anteil von 14% an den Umweltauswirkungen. Dieser Wert ist ohne die mit Pauschalreisen verbundenen Umweltauswirkungen zu verstehen, die statistisch beim Endnachfragebereich Freizeit und Unterhaltung erfasst werden.

Die beiden Endnachfragebereiche «Gesundheit» sowie «Freizeit und Unterhaltung» haben einen Anteil von 6 % und 5 %. Es folgen die Bekleidung sowie «Bildung und Kommunikation» mit Anteilen von jeweils 3%. Der restliche Staatskonsum, d.h. derjenige, der nicht eindeutig den privaten Haushalten zugutekommt, ist für 6% der Umweltauswirkungen verantwortlich.

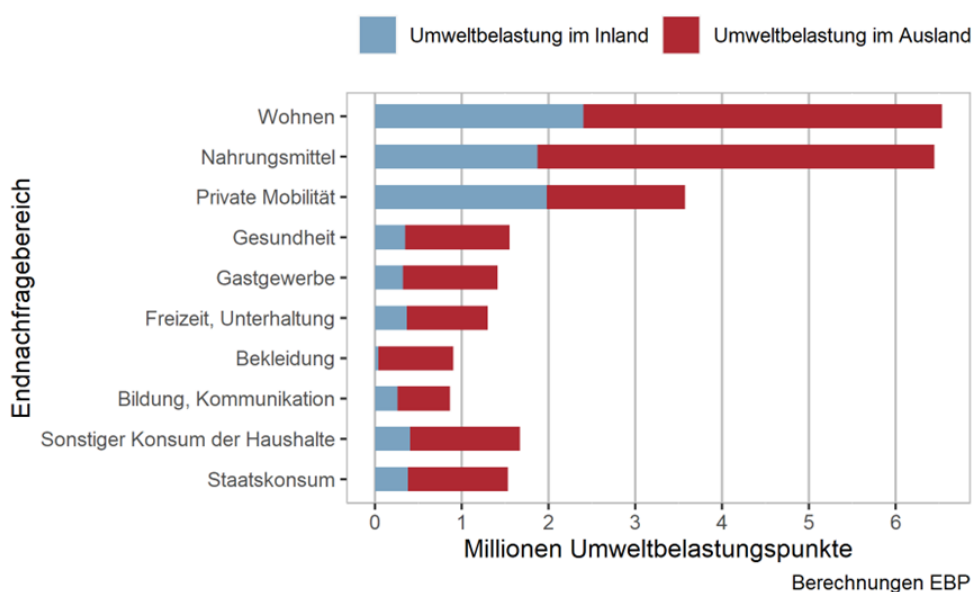


Abbildung 2 Gesamtumwelt-Fussabdruck pro Person nach Endnachfragebereichen, 2018

Die Abbildung zeigt auch, wie sich die mit den Endnachfragebereichen verbundenen Umweltauswirkungen auf die Schweiz und das Ausland aufteilen. Die im Ausland ausgelösten Umweltauswirkungen haben für alle Endnachfragebereiche eine hohe, in den meisten Fällen dominierende Bedeutung.

Entwicklung des Biodiversitäts-Fussabdrucks

Der Biodiversitäts-Fussabdruck quantifiziert den potenziellen, langfristigen, globalen Artenverlust durch Landnutzung (z. B. durch Ackerbau oder Siedlungen) gegenüber einem natürlichen, ungestörten Habitat. Er ist der einzige in der vorliegenden Studie berechnete Fussabdruck, der zwischen 2000 und 2018 pro Kopf steigt, und zwar um 8 % (Abbildung 3). Der Anstieg ist auf einen Anstieg im Ausland zurückzuführen, der den Rückgang im Inland überkompensiert. Der ausländische Anteil am Biodiversitäts-Fussabdruck steigt entsprechend von 58 % im Jahr 2000 auf 70 % im Jahr 2018.

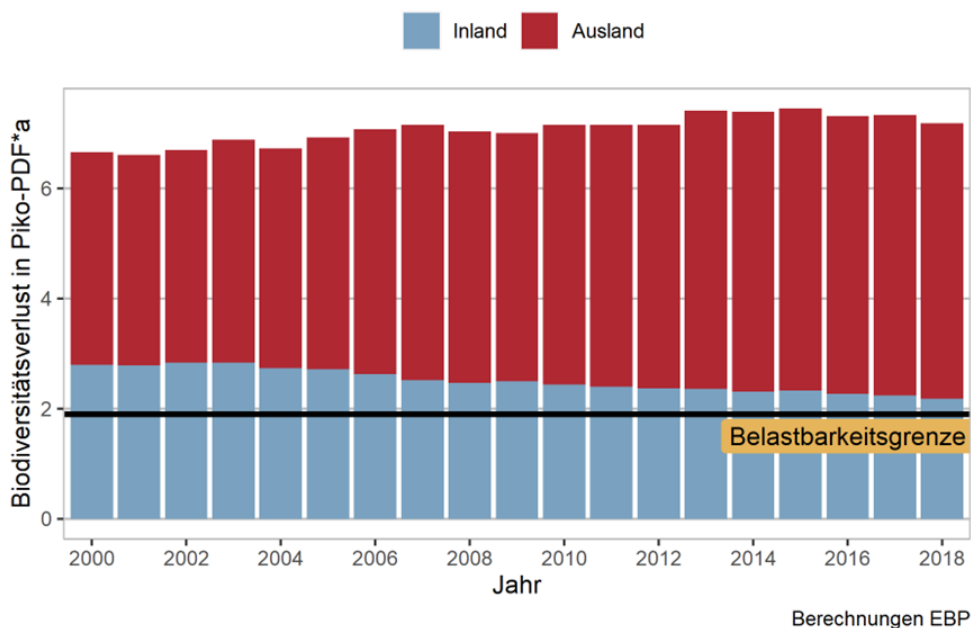


Abbildung 3 Entwicklung des Biodiversitätsfussabdrucks pro Person nach Inland und Ausland, 2000 – 2018

Ergänzende Analysen

Ausgewählte Bereiche wurden ergänzend analysiert.

- **Flugbedingte Treibhausgasemissionen:** Passagierflüge haben eine hohe Umweltrelevanz. Sie tragen rund ein Fünftel zum Treibhausgas-Fussabdruck der Schweiz bei. Flugemissionen gehen dabei wegen ihrer zusätzlichen Klimawirkung in der Stratosphäre mit dem Faktor 3 in die Berechnung ein, gemäss der aktuellsten Empfehlung der Schweizerischen Akademie der Naturwissenschaften scnat. Flugtransporte von importierten Gütern haben im Vergleich zu den Passagierflügen nur eine geringe Bedeutung. Insgesamt beträgt der Anteil von Flugtransporten am Treibhausgas-Fussabdruck der Schweiz lediglich 1 %. Die Flugtransporte machen jedoch 21% der transportbedingten Treibhausgasemissionen aus, obwohl nur 0.2 % aller importierten Güter mit dem Flugzeug transportiert werden.
- **Edelmetalle** (insb. Gold, Silber, Platin und Palladium) dienen in der Schweiz überwiegend als Wertaufbewahrungsmittel, werden jedoch zum Teil auch industriell verarbeitet. Allerdings ist nicht bekannt, in welchem Umfang sie industriell verarbeitet werden. Ihre Nutzung als Wertaufbewahrungsmittel führt zu sehr starken Schwankungen bei Importen und Exporten. Da sie zudem sehr umweltintensiv sind, werden sie in den oben dargestellten Ergebnissen zu den Umweltfussabdrücken nicht einbezogen. Die mit der Nutzung von Edelmetallen verbundenen Umweltauswirkungen erreichen in einzelnen Jahren eine ähnliche Grössenordnung wie der gesamte Umweltfussabdruck der Schweiz. Seit 2000 lagen die Importe meistens über den Exporten, so dass in der Schweiz auch unter Berücksichtigung der industriellen Nutzung vermutlich ein Lageraufbau von Edelmetallen stattgefunden hat.

Handlungsbedarf

Ausgehend von den Belastbarkeitsgrenzen des Planeten empfehlen wir eine Reduktion des Biodiversitäts-Fussabdrucks um 74 % sowie des Eutrophierungs-Fussabdrucks um 48 % (Abbildung 4). In Anlehnung an bestehende Ziele für das Inland (langfristige Klimastrategie 2050 und Strategie Nachhaltige Entwicklung 2030) empfehlen wir mindestens eine Reduktion des Treibhausgas-Fussabdrucks um 89 % bis 2040.

Bei der Gesamt-Umweltbelastung schätzen wir den Reduktionsbedarf, ausgehend von den Umweltzielen und gesetzlichen Grenzwerten der Schweiz, auf 67 %.

Solange diese Reduktionen nicht erreicht sind, werden die Auswirkungen und Kosten der Umweltbelastung in die Zukunft und zu Lasten der globalen Bevölkerung verschoben.

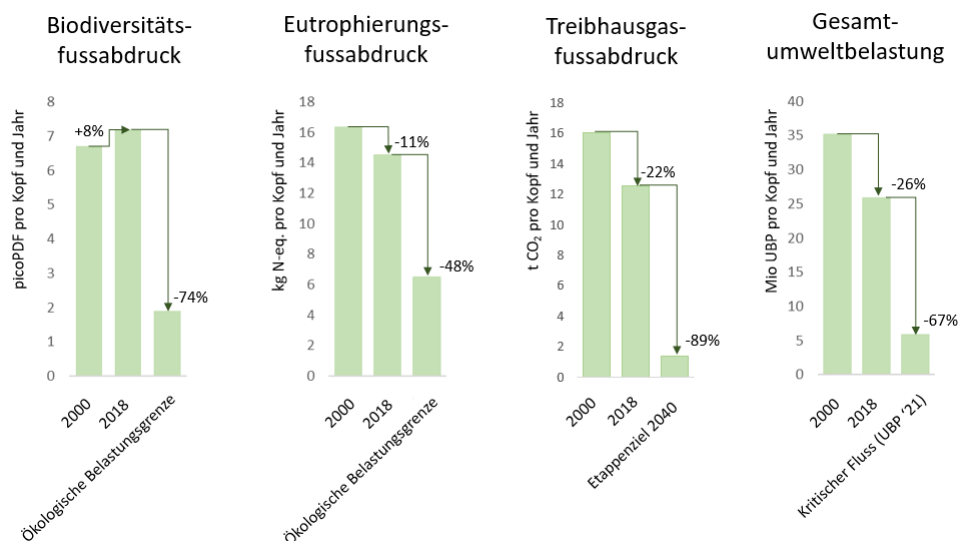


Abbildung 4 Entwicklung der Umweltfussabdrücke pro Person zwischen 2000 und 2018 und der weitere Reduktionsbedarf

Schlussfolgerung und Ausblick

Die Umweltfussabdrücke der Schweiz, also die mit der Endnachfrage verbundenen globalen Umweltauswirkungen, sind deutlich höher als die inländischen Umweltauswirkungen. Dies bedeutet, dass die Schweiz mit ihrer Endnachfrage im Ausland mehr Umweltauswirkungen verursacht, als das Ausland mit seiner Endnachfrage Umweltauswirkungen in der Schweiz auslöst. Um seine Endnachfrage zu decken, verlagert die Schweiz also Umweltauswirkungen ins Ausland.

Positiv ist zu vermerken, dass die Umweltauswirkungen pro Person bei den meisten hier untersuchten Umweltindikatoren abnehmen (Ausnahme: Biodiversitäts-Fussabdruck). Das Niveau der Umweltauswirkungen liegt jedoch immer noch erheblich über den ökologischen Belastbarkeitsgrenzen resp. den Zielwerten der Schweizer Umweltpolitik, so dass zusätzliche Anstrengungen erforderlich sind. Dazu können alle Akteure (Haushalte, Unternehmen, Verwaltung) mit ihrem Konsum-, Produktions- und Beschaffungsverhalten beitragen. Ob die entsprechenden Potenziale realisiert werden, hängt

nicht zuletzt von gesellschaftlichen Entwicklungen und geeigneten staatlichen Rahmenbedingungen zur Stärkung von Kreislaufwirtschaft, Ressourcenschonung und Verantwortung entlang der Lieferketten ab.

Die vorliegenden Modellrechnungen können die reale Komplexität der globalen Lieferketten nur mit vereinfachenden Annahmen abbilden. Künftige methodische Verbesserungen sind unter anderem bei der Branchenauflösung des verwendeten Input-Output-Modells sowie durch Erweiterungen der Datenbasis für die Ökobilanzierung von importierten Gütern, möglich.

Résumé

Objectif de l'étude et approche méthodologique

L'objectif de la présente étude était de calculer une série chronologique d'empreintes environnementales sélectionnées pour la Suisse en tenant compte de l'ensemble de la chaîne d'approvisionnement. De plus, les impacts environnementaux ont été répartis entre les principaux secteurs de la demande.

L'évolution des empreintes a été comparée aux connaissances actuelles sur les limites de tolérances écologiques et objectifs environnementaux actuels de la Suisse, afin de mettre en évidence les mesures à prendre en termes d'empreinte environnementale.

Les empreintes environnementales ont été calculées à l'aide de la méthode IO-TRAIL. Un modèle environnemental d'entrées-sorties pour la Suisse a été mis en relation à l'écobilan des produits importés.

Limites du système

L'impact environnemental causé par la Suisse peut être considéré sous deux angles complémentaires, apportant ainsi des réponses à des questions différentes :

- Dans la **perspective dite nationale**, l'accent est mis sur l'impact environnemental des entreprises et des ménages à l'intérieur du pays.
- En revanche, la **perspective de l'empreinte** prend en compte les produits finaux consommés en Suisse. Elle attribue à la Suisse les atteintes environnementales causées par sa demande finale dans le monde entier. Ce faisant, elle prend en compte l'ensemble du cycle de vie des produits finaux demandés. C'est cette perspective, également appelée perspective de la consommation, qui est au premier plan du présent rapport.

Pour simplifier, la perspective nationale considère donc l'impact environnemental du côté de l'offre, tandis que la perspective de l'empreinte se base sur la demande. Ces deux approches conduisent à des valeurs différentes, car la production s'effectue souvent dans le cadre de chaînes de création de valeur transsectorielles et transnationales. A cela s'ajoutent les impacts environnementaux liés à l'utilisation et à l'élimination des produits. Dans la perspective de l'empreinte, l'impact environnemental de la Suisse est nettement plus important que dans la perspective nationale.

Indicateurs d'empreinte

L'évolution de l'empreinte environnementale de la Suisse a été calculée pour différents indicateurs environnementaux,

- l'impact environnemental total selon la méthode UCE² (ci-après également appelée empreinte environnementale totale), qui regroupe un large éventail de d'atteintes environnementales en un seul chiffre clé, et selon la méthode alternative d'évaluation à agrégation totale ReCiPe,

2 UCE signifie unité de charge écologique. Elle est également appelée méthode de la saturation écologique.

- l’empreinte des gaz à effet de serre selon la méthode IO-TRAIL comme calcul de sensibilité comparé au calcul de l’OFS au moyen d’une analyse environnementale entrées-sorties,
- la perte de biodiversité due à l’utilisation du territoire (potentiel de perte d’espèces),
- l’eutrophisation marine, qui mesure la charge en azote des océans, et
- le stress hydrique. Celui-ci recense la consommation globale d’eau en tenant compte de la pénurie d’eau qui prévaut dans les régions de production.

Évolution de l’empreinte environnementale totale

La figure 5 montre l’évolution de l’impact environnemental total par habitant lié à la demande finale suisse. Il est passé de 35,1 à 25,8 millions d’UCE entre 2000 et 2018, correspondant à une baisse de 26 %. L’empreinte se situe toutefois nettement au-dessus de la limite de tolérance écologique (voir ci-dessous). La figure montre également que l’impact environnemental est principalement généré à l’étranger : en 2018, la part de l’étranger s’élevait à 68 % et celui de la Suisse à 32 %. La part de l’étranger a augmenté depuis l’année 2000 : elle n’était alors que de 61 %. Cela s’explique par le fait que les impacts environnementaux ont été davantage réduits en Suisse qu’à l’étranger.

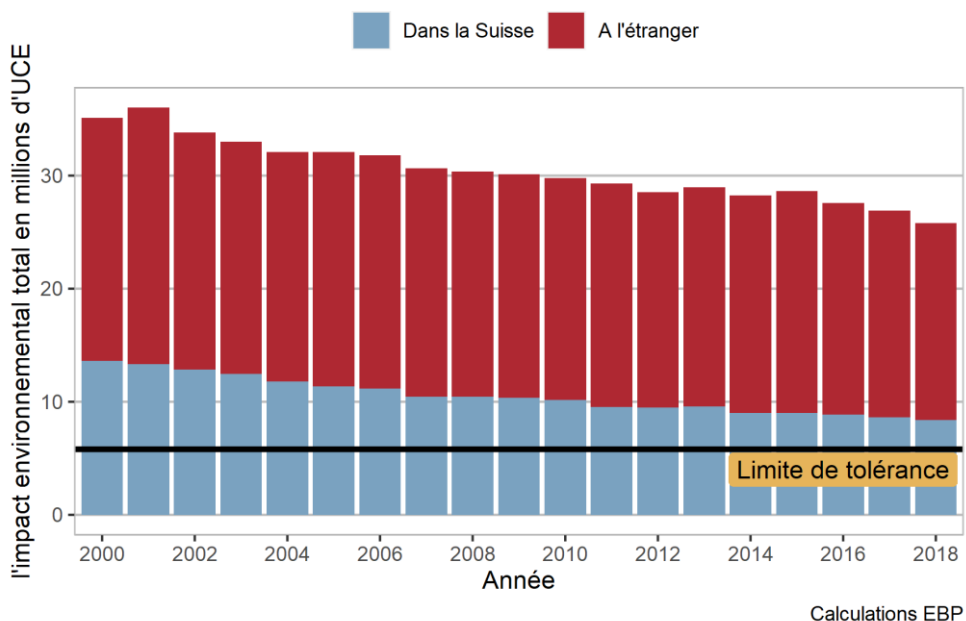


Figure 5 Evolution de l’empreinte environnementale totale par personne en Suisse et à l’étranger, 2000 - 2018

Proportion des domaines de la demande finale dans l'empreinte environnementale totale

La figure 6 montre la part des différents domaines de la demande finale dans l'empreinte environnementale totale. Les domaines de la demande finale sont considérés comme un ensemble de biens et de services. Le logement et l'alimentation représentent chacun environ 25 %. Dans cette figure, le domaine du logement comprend également la construction de logements ainsi que les "meubles et appareils ménagers". La mobilité privée arrive en troisième position avec une part de 14 % des impacts environnementaux. Ce chiffre ne tient pas compte des impacts environnementaux liés aux voyages à forfait, qui sont statistiquement comptabilisés dans le domaine de demande finale "loisirs et divertissement".

Les deux domaines de demande finale "santé" et "loisirs et divertissement" correspondent à 6 % et 5 % de l'empreinte totale. Suivent "l'habillement" ainsi que "l'éducation et la communication" avec des parts de 3 % chacun. Le reste de la consommation du secteur public, c'est-à-dire celle qui ne profite pas explicitement aux ménages privés, est responsable de 6 % des impacts environnementaux.

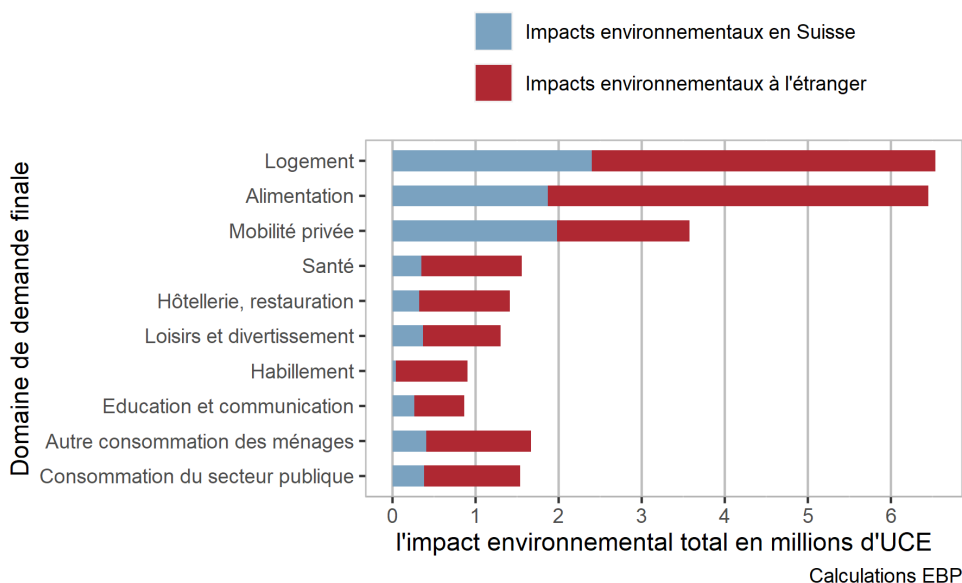


Figure 6 Empreinte environnementale totale par personne et par domaine de demande finale, 2018

La figure montre également la répartition entre la Suisse et l'étranger des impacts environnementaux liés aux domaines de demande. Les impacts environnementaux générés à l'étranger ont une grande importance pour tous les domaines de demande finale, et sont dominants dans la plupart des cas.

Évolution de l'empreinte sur la biodiversité

L'empreinte sur la biodiversité quantifie la perte potentielle d'espèces à long terme au niveau mondial, due à l'utilisation du territoire (par exemple, les cultures ou les habitations), par rapport à un habitat naturel non perturbé. C'est la seule empreinte calculée dans la présente étude qui augmente par

habitant entre 2000 et 2018, soit de 8 % (figure 7) Cette augmentation est due à une hausse à l'étranger qui a plus que compensé la baisse à l'intérieur du pays. La part étrangère de l'empreinte sur la biodiversité passe de ce fait de 58 % en 2000 à 70 % en 2018.

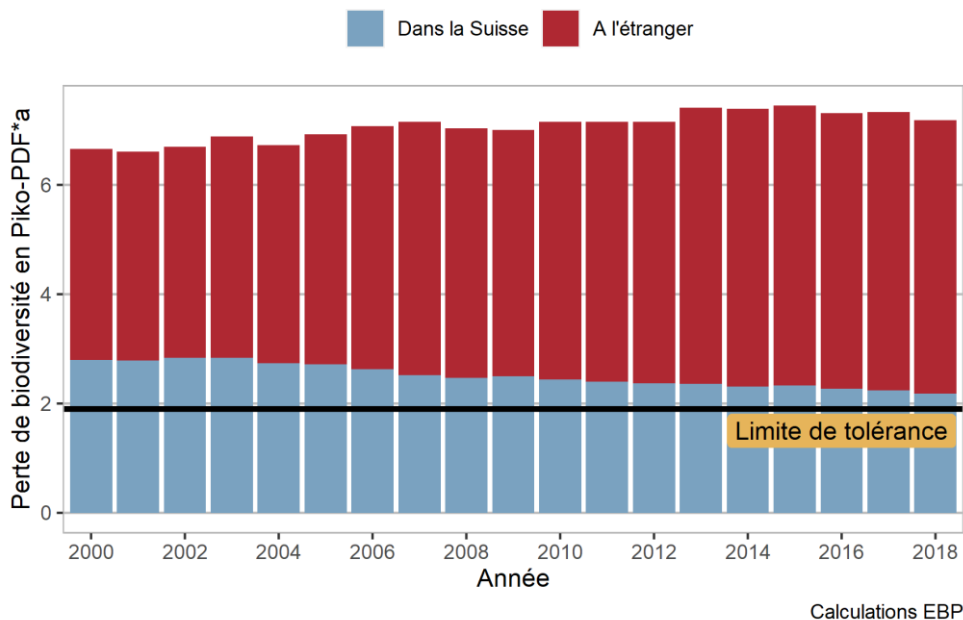


Figure 7 Évolution de l'empreinte sur la biodiversité par personne en Suisse et à l'étranger, 2000 - 2018

Analyses complémentaires

Certains domaines sélectionnés ont fait l'objet d'une analyse complémentaire.

- **Émissions de gaz à effet de serre liées au transport aérien:** Les vols de passagers ont une grande importance pour l'environnement. Ils contribuent pour environ un cinquième à l'empreinte de gaz à effet de serre de la Suisse. En raison de leur effet climatique dans la stratosphère, les émissions des avions sont prises en compte dans le calcul avec un facteur 3, conformément à la recommandation la plus récente de l'Académie suisse des sciences naturelles scnat. Les transports aériens de marchandises importées n'ont qu'une faible importance par rapport aux vols de passagers. Au total, la part des transports de marchandises dans l'empreinte de gaz à effet de serre de la Suisse n'est que de 1 %. Cependant, ils représentent 21 % des émissions de gaz à effet de serre liées au transport de marchandise total, alors que seulement 0,2 % de tous les biens importés sont transportés par avion.
- En Suisse, **les métaux précieux** (en particulier l'or, l'argent, le platine et le palladium) servent principalement de réserve de valeur, mais sont aussi en partie transformés industriellement. On ne sait toutefois pas dans quelle proportion ils sont transformés industriellement. Leur utilisation comme réserve de valeur entraîne de très fortes fluctuations des importations et des exportations. Comme ces métaux ont une forte charge

écologique, ils ne sont pas pris en compte dans les résultats de l'empreinte environnementale présentés ci-dessus. L'impact environnemental lié à l'utilisation des métaux précieux atteint certaines années un ordre de grandeur similaire à l'empreinte environnementale totale de la Suisse. Depuis 2000, les importations ont le plus souvent été supérieures aux exportations, de sorte qu'il y a probablement eu une accumulation de stocks de métaux précieux en Suisse, tout en tenant compte de l'utilisation industrielle.

Nécessité d'agir

En partant des limites planétaires, nous recommandons une réduction de 74 % de l'empreinte sur la biodiversité et de 48 % de l'empreinte relative à l'eutrophisation (figure 8). Au vu des objectifs existants pour le pays (stratégie climatique à long terme 2050 et stratégie de développement durable 2030), nous recommandons au moins une réduction de 89 % de l'empreinte des gaz à effet de serre d'ici 2040.

Concernant l'impact environnemental total, nous estimons le besoin de réduction à 67 %, en nous basant sur les objectifs environnementaux et les valeurs limites légales de la Suisse.

Tant que ces réductions ne seront pas atteintes, les effets et les coûts de l'impact environnemental seront reportés dans le futur et à la charge de la population mondiale.

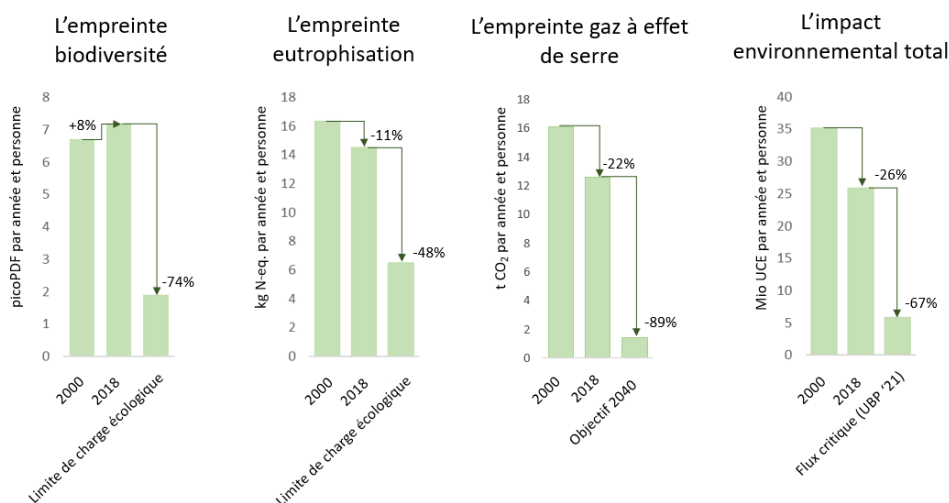


Figure 8 Evolution des empreintes environnementales par personne entre 2000 et 2018 et besoins de réduction supplémentaires

Conclusion et perspectives

L'empreinte environnementale de la Suisse, c'est-à-dire les impacts environnementaux globaux liés à la demande finale, est nettement plus élevée que les impacts environnementaux nationaux. Cela signifie que la Suisse génère plus d'atteintes environnementales à l'étranger avec sa demande finale que l'étranger n'en génère en Suisse avec la sienne. Pour satisfaire sa demande finale, la Suisse transfère donc une grande partie de son impact environnemental à l'étranger.

Un point positif à constater est que l'impact environnemental par personne diminue pour la plupart des indicateurs environnementaux examinés dans cette étude (à l'exception de l'empreinte biodiversité). Cependant, le niveau des impacts environnementaux est toujours considérablement supérieur aux limites de tolérance écologique ou aux valeurs cibles de la politique environnementale suisse, de sorte que des efforts supplémentaires sont nécessaires. Tous les acteurs (ménages, entreprises, administration) peuvent y contribuer par leur comportement en matière de consommation, de production et d'achat. La réalisation des potentiels correspondants dépend notamment de l'évolution de la société et de conditions-cadres gouvernementales appropriées pour renforcer l'économie circulaire, la préservation des ressources et la responsabilité tout au long des chaînes d'approvisionnement.

Les modèles de calcul actuels ne peuvent représenter la complexité réelle des chaînes d'approvisionnement mondiales qu'en tenant compte d'hypothèses simplifiées. Des améliorations méthodologiques seront possibles à l'avenir, notamment avec une meilleure résolution des secteurs du modèle entrées-sorties utilisé ainsi qu'un élargissement de la base de données pour l'écobilan des biens importés.

Summary

Aim of the study and methodological approach

The aim of this study was to calculate a time series of selected environmental footprints for Switzerland, taking into account the entire supply chain. In addition, the environmental impacts were broken down into the most important demand categories.

The development of the footprints was compared with current findings on existing carrying capacity limits and environmental targets for Switzerland in order to highlight the need for action from a footprint perspective.

The environmental footprints were calculated using the so-called IO-TRAIL method. This involved linking an environmentally oriented input-output model for Switzerland with a life cycle assessment of the imported products.

System boundaries

The environmental impact caused by Switzerland can be viewed from two complementary perspectives that provide answers to different questions:

- In the so-called **domestic perspective**, the focus is on the domestic environmental impact caused by companies and households.
- The **footprint perspective**, on the other hand, is based on the demand for final products in Switzerland. It attributes to Switzerland the global environmental impacts caused by its final demand. The entire life cycle of the final products is included. This perspective, also referred to as the consumer perspective, is the focus of this report.

To put it simply, the domestic perspective thus looks at environmental impacts from the supply side, while the footprint perspective starts from the demand side. This leads to different values, because production often takes place in cross-industry and cross-national value chains. In addition, there are environmental impacts from the use and disposal of the products. In the footprint perspective, Switzerland's environmental impact is significantly higher than in the domestic perspective.

Footprint indicators

The development of Switzerland's environmental footprint was calculated for various environmental indicators,

- the total environmental impact according to the eco-point method³ (hereinafter also referred to as total environmental footprint), which summarises a broad spectrum of environmental impacts in one key figure, and according to ReCiPe as an alternative fully aggregating assessment method,
- the greenhouse gas footprint with the IO-TRAIL method as a sensitivity calculation in comparison to the calculation of the Swiss Federal Statistical Office by means of environmentally extended input-output analysis,
- the biodiversity loss caused by land use (species loss potential),

3 The method is also called the ecological scarcity method.

- marine eutrophication, which measures the nitrogen load in the oceans and
- the water stress. This captures global water consumption, taking into account the prevailing water scarcity in the production regions.

Development of the total environmental footprint

Figure 9 shows the development of the total global environmental impact per capita associated with Swiss final demand. It has decreased from 35.1 to 25.8 million eco-points between 2000 and 2018. This corresponds to a decrease of 26 %. The footprint is well above the environmental carrying capacity limit (see below). The figure also shows that the environmental impact is predominantly generated abroad: in 2018, the foreign share was 68 %. The domestic share accounted for 32 % of the environmental impact. The foreign share has increased since 2000: in that year it was only 61 %. The reason for this is that the domestic environmental impacts have been reduced more than those abroad.

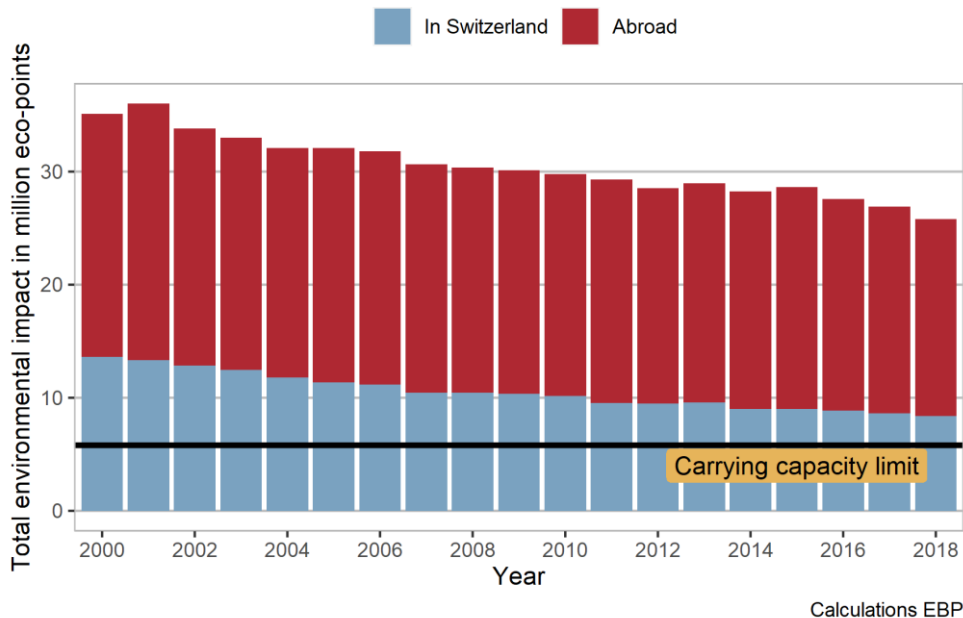


Figure 9 Development of the total environmental footprint per person, divided into the impact generated domestically and abroad, 2000 - 2018

Shares of final demand categories in the total environmental footprint

Figure 10 shows the shares of the individual final demand categories in the total environmental footprint. Final demand categories are to be understood as bundles of goods and services. Housing and food each account for around 25 % of the total footprint. In this chart, the housing category also includes housing construction and "furniture and household appliances". Private mobility comes third with a 14% share of environmental impacts. This value is to be understood without the environmental impacts associated with package tours, which are statistically recorded in the final demand category of "leisure and entertainment".

The two final demand sectors "health care" and "leisure and entertainment" have a share of 6% and 5% respectively. This is followed by clothing and "education and communication" with shares of 3% each. The government consumption, i.e. that which does not clearly serve private households, is responsible for 6% of the environmental impact.

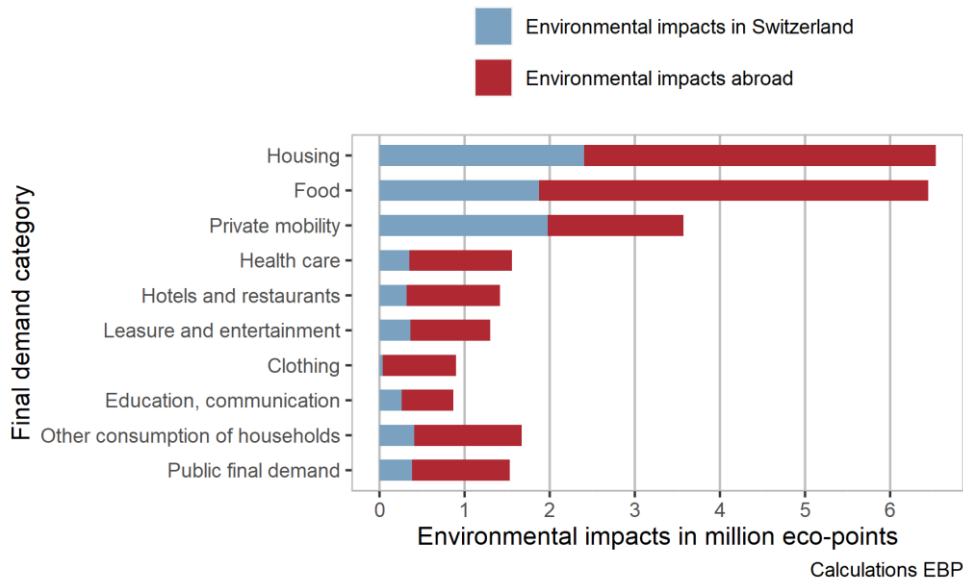


Figure 10 Total environmental footprint per person by final demand category, 2018

The figure also shows how the environmental impacts associated with the final demand areas are distributed between Switzerland and abroad. The environmental impacts triggered abroad have a high, in most cases dominant, significance for all final demand categories.

Development of the biodiversity footprint

The biodiversity footprint quantifies the potential, long-term, global species loss due to land use (e.g. from agriculture or settlements) compared to an untouched, natural reference state. It is the only footprint calculated in this study that increases per capita between 2000 and 2018, by 8 % (Figure 11). The increase is due to an increase abroad that more than compensates for the decrease at home. The foreign share of the biodiversity footprint rises accordingly from 58 % in 2000 to 70 % in 2018.

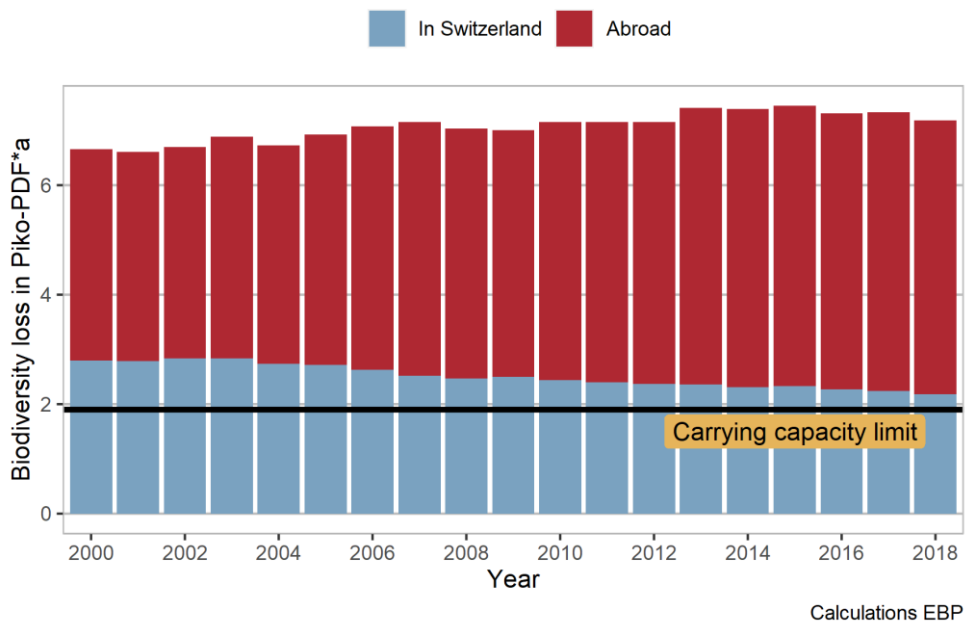


Figure 11 Development of the biodiversity footprint per person, divided into the impact generated domestically and abroad, 2000 - 2018

Supplementary analyses

Selected areas were analysed in addition.

- **Flight-related greenhouse gas emissions:** Passenger flights have a high environmental relevance. They contribute around one fifth of Switzerland's greenhouse gas footprint. Due to their additional impact on the climate in the stratosphere, flight emissions are included in the calculation with a factor of 3, according to the most recent recommendation of the Swiss Academy of Sciences scnat. Air transport of imported goods is only of minor importance compared to passenger flights. Overall, the share of air transport in Switzerland's greenhouse gas footprint is only 1%. However, air transport accounts for 21% of greenhouse gas emissions associated with the transport of goods, although only 0.2% of all imported goods are transported by air.
- **Precious metals** (especially gold, silver, platinum and palladium): In Switzerland, they are mainly used as a store of value, but are also processed industrially to some extent. However, the extent to which they are industrially processed is not known. Their use as a store of value leads to very strong fluctuations in imports and exports. As they are also very environmentally intensive, they are not included in the environmental footprint results presented above. In individual years, the environmental impacts associated with the use of precious metals reach a similar magnitude as Switzerland's overall environmental footprint. Since the year 2000, imports have mostly exceeded exports, so that a stockpiling of precious metals has probably taken place in Switzerland, even taking into account industrial use.

Need for action

Based on the planet's carrying capacity limits, we recommend a reduction of the biodiversity footprint by 74% and of the eutrophication footprint by 48% (Figure 12). Based on existing domestic targets (long-term Climate Strategy 2050 and Sustainable Development Strategy 2030), we recommend at least an 89% reduction of the greenhouse gas footprint by 2040.

For the total environmental footprint, we estimate a reduction requirement of 67 %, based on Switzerland's environmental targets and legal limits.

Until these reductions are achieved, the impacts and costs of environmental pollution will be shifted into the future and at the expense of the global population.

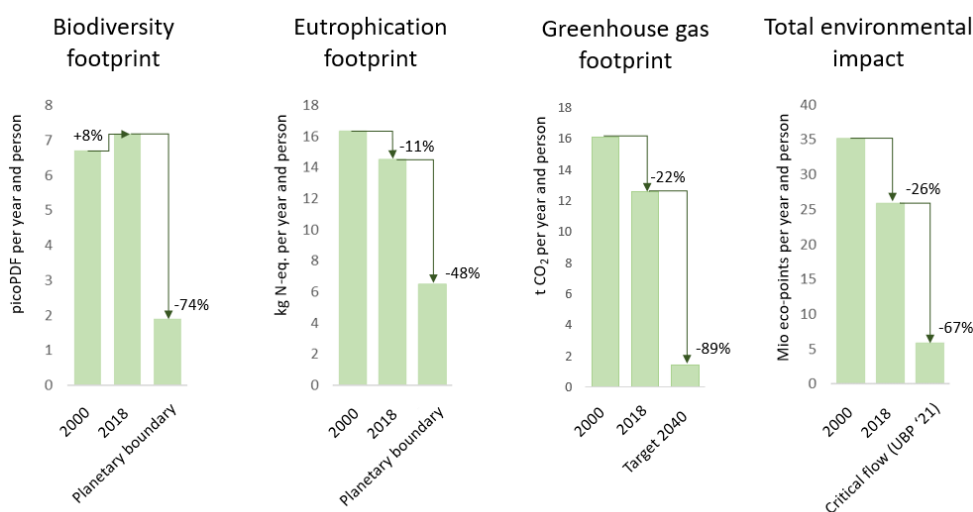


Figure 12 Development of environmental footprints per person between 2000 and 2018 and the further need for reduction

Conclusion and outlook

Switzerland's environmental footprints, i.e. the global environmental impacts associated with final demand, are significantly higher than the domestic environmental impacts. This means that Switzerland causes more environmental impacts abroad with its final demand than foreign countries trigger environmental impacts in Switzerland with their final demand. In order to meet its final demand, Switzerland therefore shifts environmental impacts abroad.

On a positive note, the environmental impacts per person are decreasing for most of the environmental indicators examined here (exception: biodiversity footprint). However, the level of environmental impacts is still significantly above the ecological carrying capacity or the target values of Swiss environmental policy, so that additional efforts are required. All actors (households, companies, administration) can contribute to this with their consumption, production and procurement behaviour. Whether the corresponding potentials are realised depends not least on social developments and suitable governmental framework conditions to strengthen the circular economy, resource conservation and responsibility along the supply chains.

The present model calculations can only depict the real complexity of global supply chains with simplifying assumptions. Future methodological improvements are possible, among other things, in the sector resolution of the input-output model used and by expanding the database for the life cycle assessment of imported goods.

Inhaltsverzeichnis

1.	Ausgangslage und Ziel der Studie	23
1.1	Ausgangslage	23
1.2	Ziel der Studie	25
1.3	Aufbau der Studie	25
2.	Methodisches Vorgehen	26
2.1	Berechnung der Umweltfussabdrücke	26
2.1.1	Umweltfussabdrücke	26
2.1.2	Konzeptionelle Grundlagen	30
2.1.3	Die Berechnungsmethode im Überblick	31
2.1.4	Aufbereitung der Input-Output-Tabellen	32
2.1.5	Berechnung der inländischen Umweltbelastungen und Zuordnung zu Branchen und Haushalten	36
2.1.6	Umweltintensitäten der Importe	37
2.1.7	Unterschiede zur TRAIL-Methode	41
3.	Entwicklung der Umweltfussabdrücke	43
3.1	Gesamtumwelt-Fussabdruck	43
3.1.2	Sensitivitätsanalyse mit anderen gesamtaggregierenden Fussabdrücken	50
3.1.3	Bewertung mit UBP 2013	51
3.1.4	ReCiPe 2016	53
3.2	Treibhausgasfussabdruck (Sensitivitätsrechnung)	54
3.3	Fussabdruck für landnutzungsbedingten Biodiversitätsverlust	57
3.4	Eutrophierungs-Fussabdruck	60
3.5	Wasserstress-Fussabdruck	61
3.6	Vergleich mit der Wirtschaftsentwicklung	63
3.7	Plausibilisierung der Ergebnisse	66
3.7.1	Vergleich mit der Vorgängerstudie	66
3.7.2	Vergleich mit anderen Statistiken und Studien	74
4.	Fallbeispiele	79
4.1	Treibhausgasemissionen des Flugverkehrs	79
4.1.1	Einleitung	79
4.1.2	Flugverkehr in der Schweiz	80
4.1.3	Treibhausgasfussabdruck der Passagierflüge	83

4.1.4	Treibhausgas-Fussabdruck der Gütertransporte	84
4.2	Importe elektronischer Produkte	87
4.3	Exkurs zu Edelmetallen	89
<hr/>		
5.	Handlungsbedarf und Vergleich mit ökologischen Belastbarkeitsgrenzen	93
5.1	Übersicht	93
5.2	Treibhausgas-Fussabdruck	94
5.3	Biodiversitäts-Fussabdruck	96
5.4	Eutrophierungs-Fussabdruck	97
5.5	Fussabdruck der Gesamtumweltbelastung	98
5.6	Fazit zum Handlungsbedarf	100
<hr/>		
6.	Synthese und Ausblick	102
6.1	Synthese	102
6.2	Weiterer Untersuchungsbedarf	106
6.2.1	Verbesserung der Datengrundlagen	106
6.2.2	Vergleich mit Ergebnissen von multiregionalen Input-Output-Analysen	108
6.2.3	Sonstiger Forschungsbedarf	108
<hr/>		
7.	Literaturverzeichnis	109

Anhang

A1	Inlands-, Territorial-, Absatz-, und Verbrauchsprinzip	116
<hr/>		
A2	Datenquellen für die Berechnung der inländischen Umweltbelastungen und die Zuordnung zu Branchen und Haushalten im Detail	118
<hr/>		
A3	Treibhausgasemissionen der Güterimporte	123
<hr/>		
A4	Klassifikationen	126

1. Ausgangslage und Ziel der Studie

1.1 Ausgangslage

Der Druck auf die globalen Umweltsysteme nimmt weiter zu. Vielerorts übersteigen der Verbrauch und die Schädigung natürlicher Ressourcen ein planetenverträgliches 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 verändern das Klima auf bereits jetzt dramatisch spürbare Weise.

Unser Konsum 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 unsachgemässer Entsorgung eine Quelle für langfristige Bodenverunreinigungen sein. Auch Gold, das in der Schweiz raffiniert und aufbewahrt wird, wurde oft unter grossen Belastungen wie z.B. Quecksilberschmutzungen, Landschaftszerstörungen und Treibhausgas-Emissionen gewonnen.

Unser Nachfrageverhalten 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.

Die Strategie Nachhaltige Entwicklung 2030 wie auch die Arbeiten des Bundes zu Ressourcenschonung und Kreislaufwirtschaft orientieren sich deshalb an der gesamten Wertschöpfungskette. Es ist wichtig, die natürlichen Ressourcen zu schonen und gleichzeitig die Schweizer Wirtschaft zu stärken. Die Umweltbelastung von Konsum und Produktion soll reduziert werden, auch unter Berücksichtigung der im Ausland mitverursachten Emissionen und Ressourcenverbräuche.

Die durch die Schweiz verursachte Umweltbelastung kann aus zwei komplementären Perspektiven betrachtet werden, die Antworten auf unterschiedliche Fragen liefern:

- In der so genannten **Inlandperspektive** steht die Umweltbelastung durch Unternehmen und Haushalte im Vordergrund, die im Inland entsteht. Diese Perspektive wird häufig auch als Produktionsperspektive bezeichnet.
- Die **Fussabdruck-Perspektive** (häufig auch als Konsumperspektive bezeichnet) rechnet der Schweiz die Umweltauswirkungen zu, die durch die inländische Endnachfrage nach Gütern und Dienstleistungen weltweit verursacht werden. Dabei wird der gesamte Lebenszyklus der nachgefragten Güter einbezogen. Diese Perspektive erlaubt die Berechnung des Umweltfussabdrucks der inländischen Endnachfrage. Sie steht im Vordergrund des vorliegenden Berichts.

Die beiden Perspektiven sind in Abbildung 13 dargestellt.

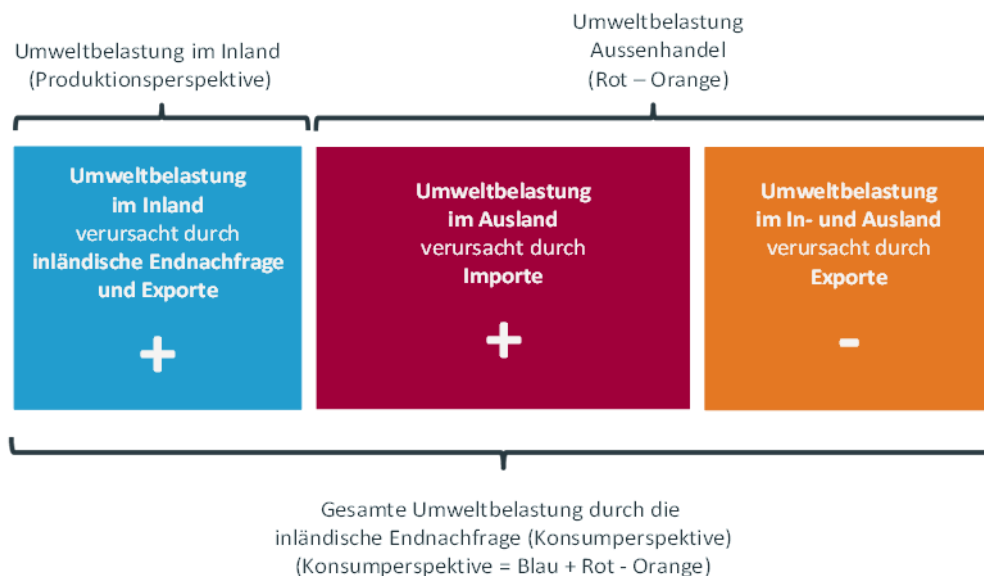


Abbildung 13: Produktionsperspektive (hier: Inlandperspektive), Aussenhandel und Konsumperspektive (hier: Fussabdruck-Perspektive)
Quelle: Frischknecht et al. (2014)

Diese beiden Perspektiven spiegeln auch zwei grundsätzliche Handlungsrichtungen der Umweltpolitik wider:

- Die klassische Ausrichtung setzt bei den direkten Umweltbelastungen der Wirtschaftsakteure (Unternehmen, Verwaltung und Haushalte) im Inland an.
- Die neuere, ergänzende Handlungsrichtung bezieht zusätzlich auch die Umweltbelastung entlang des gesamten Produktlebenszyklus mit ein. Kreislaufwirtschaftsmassnahmen sind ein naheliegendes Instrument, um Umwelt-Fussabdrücke zu reduzieren. Sie setzen in der Schweiz an, entfalten aber indirekt Wirkung im Ausland. Ähnliches gilt zum Beispiel für Informations- und Sensibilisierungsmassnahmen, die bewusste Konsumentscheidungen unterstützen.

Vorangehende Studien im Auftrag des BAFU haben gezeigt, dass die durch den Schweizer Konsum im Ausland ausgelöste Umweltbelastung deutlich grösser ist als die im Inland entstehende (Jungbluth et al. 2011, Frischknecht et al. 2014, Frischknecht et al. 2018, Nathani et al., 2019).

Um die Fortschritte in Richtung einer ressourcenschonenden und zukunftsfähigen Wirtschaft einschätzen zu können, ist es wichtig zu wissen, wie sich die Umweltfussabdrücke im Zeitverlauf entwickeln, und wie sie sich auf Endnachfragebereiche und Produktgruppen aufteilen.

Fussabdruck- und Inlandperspektiven ergänzen sich. Sie sind nicht die einzigen relevanten Betrachtungsweisen. Weitere relevante Perspektiven sind beispielsweise:

- Betrachtung nach Branchen, unter Einbezug der gesamten Wertschöpfungskette und der Nutzungsphase

- Betrachtung der direkten und indirekten Umweltauswirkungen der Exporte
- Betrachtung der Umweltauswirkungen, die mit den Tätigkeiten des Finanzsektors, des Rohstoffhandels und anderen Dienstleistungen verbunden sind (auch ohne Stoff- und Energieflüsse auf Schweizer Boden)

Diese ergänzenden Perspektiven sind nicht Gegenstand der vorliegenden Studie.

1.2 Ziel der Studie

Das Ziel der vorliegenden Studie ist es, eine Zeitreihe ausgewählter Umweltfussabdrücke für die Schweiz zu berechnen. Ausserdem sollen die treibenden Faktoren analysiert werden. Die Umweltfussabdrücke werden für die folgenden Umweltindikatoren berechnet:

- die Gesamtumweltbelastung gemäss UBP-Methode 2021,
- Treibhausgasemissionen (als Sensitivität zum offiziellen Treibhausgas-Fussabdruck des Bundesamts für Statistik),
- landnutzungsbedingter Biodiversitätsverlust
- marine Eutrophierung und
- Wasserstress.

Die Fussabdrücke werden absolut, pro Kopf und als Umwelteffizienz berechnet. Letztere gibt die inländische Endnachfrage pro Einheit Umweltauswirkung an. Auch soll der Inland- und der Auslandanteil an den Fussabdrücken ermittelt werden. Zudem wird der Beitrag von Endnachfragebereichen und den nachgefragten Produktgruppen zur Gesamtumweltbelastung ausgewertet. Der Betrachtungszeitraum umfasst die Jahre 2000 bis 2018.

Die Ergebnisse der Berechnungen werden in zwei Bereichen vertieft bzw. erläutert:

- Treibhausgasemissionen für Personen- und Güterflüge,
- den Import elektronischer Güter.

Sie werden zudem durch den Vergleich mit der Vorgängerstudie (Frischknecht et al. 2018) und weiteren Statistiken und Studien plausibilisiert. Die Entwicklung der Fussabdrücke wird weiter mit aktuellen Erkenntnissen zu bestehenden Belastbarkeitsgrenzen und Umweltzielen der Schweiz verglichen werden, um den Handlungsbedarf aufzuzeigen.

1.3 Aufbau der Studie

Die vorliegende Studie ist wie folgt aufgebaut: In Kapitel 2 wird das methodische Vorgehen erläutert. Dabei gehen wir auch auf die Unterschiede zur Vorgängerstudie ein. Kapitel 3 enthält die Ergebnisse zu den Umweltfussabdrücken. In Kapitel 4 werden die Erkenntnisse zu den beiden Fallbeispiele dargestellt und Kapitel 5 enthält den Vergleich mit ökologischen Belastbarkeitsgrenzen und Umweltzielen. Die Studie schliesst mit den Schlussfolgerungen und einem Ausblick in Kapitel 6.

2. Methodisches Vorgehen

Die Umweltfussabdrücke der Schweiz werden in der vorliegenden Studie mit der sogenannten IO-TRAIL⁴-Methode berechnet. Diese unterscheidet sich von der in der Vorgängerstudie (Frischknecht et al. 2018) verwendeten TRAIL⁵-Methode und zeichnet sich durch zusätzliche Auswertungsmöglichkeiten aus. Nachfolgend werden die Berechnungsmethode und die verwendete Datenbasis sowie die Unterschiede zur TRAIL-Methode erläutert.

2.1 Berechnung der Umweltfussabdrücke

2.1.1 Umweltfussabdrücke

In der vorliegenden Studie werden die Umweltfussabdrücke für zwei vollaggregierende und vier thematische Umweltindikatoren berechnet. Diese werden nachfolgend kurz beschrieben.

Gesamtumwelt-Fussabdruck

Der Gesamtumwelt-Fussabdruck der Schweiz wird mit den folgenden vollaggregierenden Bewertungsmethoden quantifiziert.

- *UBP-Methode 2021*: Die Methode orientiert sich an gesetzlich oder politisch festgelegten Umweltzielen der Schweiz (distance to target), bewertet Ressourcenentnahmen (Energie, Primärressourcen, Wasser, Land), Schadstoffeinträge in Luft, Wasser und Boden, Abfälle und Lärm (BAFU 2021). Sie wird von zahlreichen Schweizer Unternehmen eingesetzt. In dieser Studie werden die Umweltbelastungspunkte (UBP) ausgewiesen als Total sowie aufgeteilt in die 8 Umweltbereiche Klimawandel, Ozonschichtabbau, Luftqualität, Wasserqualität, Wasser, Bodenqualität, Boden, abiotische Ressourcen und Lärm⁶ (vgl. Tabelle 1 für Details). Die Methode wird auch Methode der Ökologischen Knappheit bzw. Ecological Scarcity Method genannt. Die Gewichtung wird über den jeweils dargestellten Zeitraum hinweg konstant gehalten.
- *UBP-Methode 2013*: Vorgängerversion der UBP-Methode 2021, basierend auf Frischknecht & Büsser Knöpfel (2013).
- *ReCiPe*: Eine weit verbreitete, in den Niederlanden 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 quantifiziert⁷ (Huijbregts et al. 2017).

4 Environmentally extended Input-Output-Analysis, Trade Information and LCA

5 Trade Information and LCA

6 Die neu mit der UBP21-Methode berücksichtigten Umweltauswirkungen durch Mikroplastikemissionen, Überfischung (marine Fischressourcen) sowie landschaftsverändernden Effekte durch Deponien wurden in der vorliegenden Studie nicht berücksichtigt, da die für die Inventare benötigten Daten als Zeitreihen nicht vorlagen. Die Vernachlässigung wird für die hier vorliegenden Resultate als wenig relevant eingestuft. Lärm wurde nicht einbezogen, da für Lärmemissionen keine vergleichbaren Zeitreihen vorliegen.

7 Spezifikationen: 2016, H/A, water evaporated, Langzeitemissionen nicht berücksichtigt

Umweltbereich	Teilbereich	Bemerkungen
Klimawandel		<ul style="list-style-type: none"> — Treibhausgase (Kyoto-Substanzen) — Die Erwärmungseffekte der stratosphärischen Nicht-CO₂-Emissionen von Flugzeugen sind berücksichtigt
Ozonschichtabbau		<ul style="list-style-type: none"> — Ozonabbauende Substanzen
Luftqualität	<ul style="list-style-type: none"> — Luftschadstoffe — Karzinogene Substanzen — Schwermetalle — Radioaktive Substanzen 	
Wasserqualität	<ul style="list-style-type: none"> — Schadstoffe ins Wasser — Hormonaktive Substanzen — Schwermetalle — Radioaktive Substanzen 	
Wasser		Ressource, die länderspezifischen Knappheit berücksichtigend
Bodenqualität	<ul style="list-style-type: none"> — Pestizideinträge — Schwermetalleinträge 	
Boden	<ul style="list-style-type: none"> — länderspezifisches Biodiversitäts-Schadenspotenzial durch Flächennutzung — durch Deponien verursachte Kohlenstoffemissionen in die Gewässer — Deponieraumvolumen durch radioaktive Abfälle 	
Abiotische Ressourcen	Res- <ul style="list-style-type: none"> — Primärenergieträger — Mineralische Ressourcen 	

Tabelle 1: Erläuterung der einbezogenen Umweltbereiche gemäss UBP-Methode 2021

Thematische Fussabdrücke

Neben der Gesamtsicht ist es wichtig, ausgewählte Umweltaspekte vertieft zu analysieren. Die Ergebnisse werden für die folgenden vier Umweltbereiche mit passenden Teilindikatoren aufbereitet:

- **Klimawandel (Treibhausgas-Fussabdruck):** Die Klimawirksamkeit der Treibhausgase wird mit den Treibhauspotenzialen (Global Warming Potential, GWP) gemäss 4. Sachstandbericht des Intergovernmental Panel on Climate Change ausgedrückt (CO₂-Äquivalente gemäss IPCC 2007). Spezifikationen: GWP 100a gemäss IPCC (2007). Die Erwärmungseffekte von stratosphärischen Nicht-CO₂-Emissionen von Flugzeugen sind berücksichtigt (s.u.).
- **Biodiversitätsverlust durch Landnutzung (Biodiversitäts-Fussabdruck):** Die Landnutzung hat einen grossen Einfluss auf die Biodiversität

und den Artenverlust. Der verwendete Indikator Artenverlustpotenzial (Chaudhary et al. 2016) quantifiziert das Schadenspotenzial der Landnutzung bezogen auf die Biodiversität. Der Indikator quantifiziert den Verlust von Arten bei Lurchen, Kriechtieren, Vögeln, Säugetieren und Pflanzen durch die Nutzung einer Fläche als Ackerland, Dauerkultur, Weide, intensiv genutzten Wald, extensiv genutzten Wald und Siedlungsgebiet. Der Indikator gewichtet endemische Arten höher als Arten die verbreitet vorkommen. Der Artenverlust wird bezogen auf die Artenvielfalt des natürlichen Zustands der Fläche in der betreffenden Region bestimmt. Dieser Indikator wurde von der UNEP SETAC Life Cycle Initiative als derzeit besser, verfügbarer Indikator für eine Übergangszeit empfohlen („interim recommendation“, Chaudhary et al. 2015; Chaudhary et al. 2016; Frischknecht & Jolliet 2017). Er wird auch vom International Resource Panel IRP und vom Umweltprogramm der Vereinten Nationen (UNEP) verwendet (siehe SCP-HAT⁸ der Vereinten Nationen; siehe auch Pfister & Kulionis 2020).

- **Überdüngung (Eutrophierungs-Fussabdruck):** Der Eintrag von Stickstoff in die Umwelt verursacht eine grosse Bandbreite von Problemen. Das augenscheinlichste davon ist marine Eutrophierung („Überdüngung“): 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). Die Stickstoff-Mengen werden dabei gemäss ihrem marinen Eutrophierungs-Potenzial berücksichtigt (kg N-Äquivalente). Dieser Indikator berücksichtigt somit diejenigen Stickstoffemissionen in Luft, Wasser und Boden, die letztlich in die Ozeane gelangen. Der Indikator deckt jedoch nicht die Auswirkungen der Eutrophierung anderer Ökosysteme wie Moore, artenreiche Magerwiesen oder Wälder ab, welche ebenfalls keine grossen Mengen an Stickstoffverbindungen erhalten sollten. Somit wird die Problematik der Überdüngung von Ökosystemen in der Schweiz und deren Folgen für die Biodiversität nicht berücksichtigt. Die Fokussierung auf marine Eutrophierung beruht auf methodischen Gründen.
- **Wassernutzung (Wasserstress-Fussabdruck):** Beschreibt wie stark die Schweiz die globale Ressource (Süss-)Wasser beansprucht, unter Berücksichtigung der in den Produktionsregionen vorherrschenden Wasserknappheit. Dies wird mit dem von der UNEP SETAC Life Cycle Initiative empfohlenen Wasserknappheits-Indikator AWARE abgebildet (Boulay et al. 2017). Spezifikationen: verbrauchende Wassernutzung, unspezifische Aktivität.

Klimawirkung von Flugemissionen

Flugzeuge emittieren nicht nur CO₂, sondern zusätzlich Stickoxide (NO_x), Schwefeldioxid (SO₂), Russ und Wasserdampf (H₂O). In Reiseflughöhe emittiert, erzeugen die genannten Stoffe zusätzliche klimawirksame Effekte wie beispielsweise die Bildung von Kondensstreifen und nachfolgend von Federwolken oder die Veränderung der Konzentration der Treibhausgase Ozon

⁸ siehe <http://scp-hat.lifecycleinitiative.org/module-2-scp-hotspots/>, Zugriff 2.11.2021

und Methan. Zusammengenommen führen diese Effekte zu einer zusätzlichen Erwärmung. Um die gesamte Klimawirkung aller Flugemissionen zu berechnen, wird die Klimawirkung der Nicht-CO₂-Emissionen in Bezug gesetzt zur Klimawirkung des gleichzeitig ausgestossenen CO₂ und ausgedrückt als Menge von CO₂-Emissionen, welche die gleiche Klimawirkung hat wie die Nicht-CO₂-Emissionen.

Das Faktenblatt der Schweizerischen Akademie der Naturwissenschaften SCNAT (Neu U. 2021) enthält Empfehlungen, wie die zusätzliche Treibhausgaswirkung abhängig von der Fragestellung zu berücksichtigen ist. In dieser Studie geht es darum, die jährlichen Treibhausgasemissionen 2000 bis 2018 zu berechnen und die Wirkung von Emissionsabsenkungspfaden zur Erreichung von Temperaturzielen zu ermitteln (Kapitel 5.2). Für diese Anwendungsfälle empfiehlt Neu U. (2021) den Faktor 3 (GWP*)⁹. In der Vorgängerstudie (Frischknecht et al. 2018a, b) wurde gemäss damaligen Kenntnisstand mit einem Faktor 1.95 gerechnet (Lee et al. 2010, GWP₁₀₀).

Für die Berechnung des Treibhausgasfussabdrucks wurden die zusätzlichen Treibhausgaswirkungen wie folgt berücksichtigt: Der empfohlene Faktor 3 ist ein gemittelter Wert, welcher für die ganze Flugdauer (inkl. Steig- und Sinkflug) gilt. Bei der Bilanzierung der flugbedingten Emissionen werden die Emissionen in Reiseflughöhe (also in der unteren Stratosphäre und oberen Troposphäre) und darunter jeweils separat bilanziert. Unter der Annahme, dass 70% der totalen CO₂-Emissionen in Reiseflughöhe ausgestossen werden, ergibt sich rechnerisch ein Faktor 3.86 kg CO₂eq/kg CO₂ für die in Reiseflughöhe emittierten Emissionen, während die unterhalb der Reiseflughöhe emittierten CO₂-Emissionen mit einem Faktor 1 gewichtet wurden¹⁰. Für die Berechnung der CO₂-Emissionen des Flugverkehrs gemäss Inlandprinzip wurde der gemittelte Faktor 3 kg CO₂eq/kg CO₂ verwendet (vgl. Kapitel 4.1).

In den Ökofaktoren 2021 der Methode der ökologischen Knappheit wird die zusätzliche Treibhausgaswirkung der Flugzeugemissionen mit einem Faktor 2.5 berücksichtigt, basierend auf der Vorgängerversion des SCNAT – Faktenblatt (Neu U. 2020). In den Ökofaktoren 2013 der Methode der ökologischen Knappheit wurde die zusätzliche Treibhausgaswirkung noch nicht berücksichtigt, da damals die Unsicherheiten über den anzuwendenden Faktor zu gross waren. Darum wurde in der vorliegenden Studie beim Ökofaktor 2013 für CO₂ aus Flugzeugen der aktuelle Faktor 3 berücksichtigt. Somit wurde der Ökofaktor für die in der unteren Stratosphäre und oberen Troposphäre emittierten CO₂-Emissionen 1770 UBP'13/kg CO₂ gesetzt (Basisfaktor: 460 UBP'13/kg CO₂). Der Ökofaktor der CO₂-Emissionen des Flugverkehrs in der Schweiz gemäss Inlandsprinzip beträgt 1380 UBP'13/kg CO₂.

⁹ Persönliche Kommunikation zwischen Urs Neu (SCNAT) und Isabel O'Connor (EBP), per Telefon, vom 01.12.2021.

¹⁰ Zugrundeliegende Berechnung: $3 \text{ kgCO}_2\text{eq/kgCO}_2 = 0.7 * 3.86 \text{ kgCO}_2\text{eq/kgCO}_2 + 0.3 * 1 \text{ kgCO}_2\text{eq/kg CO}_2$

2.1.2 Konzeptionelle Grundlagen

Kompatibilität mit VGR und UGR

Damit die berechneten Umweltfussabdrücke mit volkswirtschaftlichen Kennzahlen wie dem Bruttoinlandprodukt oder der inländischen Endnachfrage vergleichbar sind, orientieren wir uns bei der Aufbereitung der Datenbasis an den Konzepten und Methoden der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung (VGR) und der Umweltgesamtrechnung (UGR), die international harmonisiert sind. Dies erlaubt eine eindeutige Zuordnung von Emissionen und Ressourcenverbrauch zu wirtschaftlichen Akteuren und ihren jeweiligen Aktivitäten.

In der VGR wird das ökonomische System eines Landes nach dem Inlandsprinzip abgegrenzt. Dieses umfasst die ökonomischen Aktivitäten der auf dem Territorium eines Landes gebietsansässigen Wirtschaftseinheiten (GWE), unabhängig davon, ob diese Aktivitäten im Inland oder im Ausland stattfinden (Eurostat 2009). Die Definition von Importen und Exporten folgt ebenfalls der VGR. So beinhaltet der Export von Dienstleistungen z.B. auch den Verkauf von Nahrungsmitteln oder Souvenirs an ausländische Touristen in der Schweiz. Umgekehrt führen die Ausgaben Schweizer Touristen im Ausland zu Importen.

Analog werden in der Umweltgesamtrechnung die Umweltbelastungen, die im Zuge dieser wirtschaftlichen Aktivitäten entstehen, den GWE zugerechnet. Dies schliesst Umweltbelastungen durch Aktivitäten im Ausland ein. So werden beispielsweise Luftschadstoffe, die ein Schweizer Tourist bei Fahrten mit dem eigenen Pkw im Ausland emittiert, nach dem Inlandsprinzip der Schweiz zugerechnet.

In der Umweltgesamtrechnung 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 der UGR (z.B. Energie- oder Emissionskonten) werden lediglich diejenigen Emissionen und Ressourcenverbräuche erfasst, die aufgrund von wirtschaftlichen Aktivitäten entstehen. Emissionen aus der natürlichen Umwelt bzw. ihre Aufnahme in die natürliche Umwelt werden daher nicht berücksichtigt.

In der vorliegenden Studie folgen wir bei der Zuordnung von Umweltbelastungen zu Wirtschaftsakteuren dem Inlandsprinzip, soweit dies aufgrund der verfügbaren Daten möglich ist.

Umgang mit Edelmetallen

Die Schweiz ist ein Land, das in erheblichem Umfang mit Edelmetallen handelt, sei es als Input in die Produktion von Uhren, Schmuck oder Industriegütern, sei es als Handelsgut oder Wertaufbewahrungsmittel. Zudem hat die Schweiz einen erheblichen Anteil an der globalen Aufbereitungskapazität von Edelmetallraffinerien. Allerdings schwankt der Aussenhandel mit Edelmetallen im zeitlichen Verlauf sehr stark, u.a. in Abhängigkeit der Metallpreise. Die Vorgängerstudie hat gezeigt, dass eine Einbeziehung der Edelmetalle in die Berechnung der Umweltfussabdrücke zu erheblichen Schwan-

kungen führen würde. Deshalb werden die Umweltfussabdrücke der Edelmetalle in der vorliegenden Studie **separat** berechnet, und zwar mit der in der Vorgängerstudie angewendeten TRAIL-Methode (vgl. Kapitel 2.1.7).

2.1.3 Die Berechnungsmethode im Überblick

Die IO-TRAIL-Methode wurde bereits in Jungbluth et al. (2011), Frischknecht et al. (2015) und Nathani et al. (2016) zur Berechnung von Umweltfussabdrücken verwendet. Sie kombiniert eine umweltorientierte Input-Output-Tabelle (IOT) mit Aussenhandelsdaten und Ökobilanzierung.

- Die umweltorientierte IOT wird einerseits dazu genutzt, die ökonomischen Effekte zu berechnen, d.h. die durch die inländische Endnachfrage ausgelöste Bruttonproduktion im Inland sowie die Güter- und Dienstleistungsimporte. Andererseits werden mit ihr die im Inland ausgelösten Umweltauswirkungen berechnet.
- Die mit importierten Gütern verbundenen Umweltbelastungen im Ausland werden durch Ökobilanzierung berechnet.
- Für die importierten Dienstleistungen wird angenommen, dass diese mit inländischen Produktionsstrukturen und Umweltintensitäten hergestellt werden. Die Umweltauswirkungen der durch Dienstleistungsimporte ausgelösten Güterimporte werden wiederum durch Ökobilanzierung berechnet.

Die einzelnen Berechnungsschritte und die dabei verwendeten methodischen Elemente sind in Abbildung 14 skizziert. Die exportinduzierten Umweltauswirkungen werden für den Vergleich mit der Vorgängerstudie analog berechnet, nur dass die Exporte anstelle der inländischen Endnachfrage den Ausgangspunkt für die Berechnungen darstellen. Für die Berechnung der Umweltfussabdrücke ist bei der IO-TRAIL-Methode die Berechnung der exportinduzierten Umweltauswirkungen nicht erforderlich.

Zur Berechnung der Umweltfussabdrücke wurde eine neue umfangreiche Datenbasis für die Jahre 2000 bis 2018 aufgebaut. Sie besteht aus Zeitreihen von umweltorientierten Input-Output-Tabellen und von Umweltintensitäten der Importe.

Zur Erstellung der Datenbasis wurden die folgenden Schritte durchgeführt

- Aufbereitung der Input-Output-Tabellen
- Erfassung der inländischen Umweltbelastungen und Zuordnung zu Branchen und Haushalten
- Berechnung der Umweltintensitäten der Güterimporte

Diese Schritte werden in den folgenden Kapiteln erläutert:

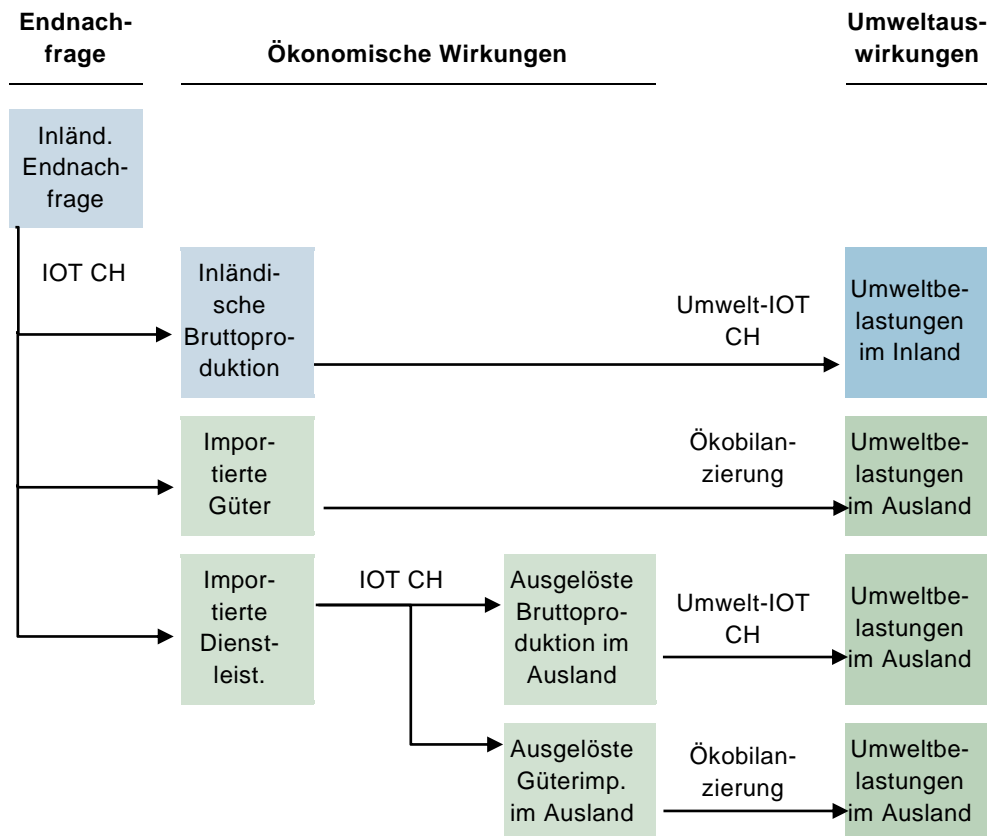


Abbildung 14 Schema zur Berechnung der Umweltauswirkungen der inländischen Endnachfrage (Eigene Darstellung)

2.1.4 Aufbereitung der Input-Output-Tabellen

Eine Input-Output-Tabelle stellt die Güterströme in der Volkswirtschaft in Tabellenform dar (vgl. Abbildung 15). Die vom BFS publizierte IOT der Schweiz unterscheidet rund 50 Branchen und 20 Endnachfragebereiche (vgl. Anhang A4 für die verwendeten Klassifikationen und Aggregationen). Sie erfasst die Lieferungen und Bezüge von Gütern und Dienstleistungen zwischen den Branchen sowie zwischen diesen und den Bereichen der Endnachfrage in monetären Einheiten. Die Endnachfrage umfasst Güter, die im Inland nicht mehr weiterverarbeitet werden. Dazu gehört der Konsum privater Haushalte, der weiter nach 12 Endnachfragebereichen differenziert wird, der Konsum von Non-Profit-Organisationen und des Staates, die Investitionsnachfrage sowie Exporte. Zu dieser Darstellung ist anzumerken, dass die Verflechtungen zwischen den Branchen nur die Bezüge und Lieferungen von Vorleistungsgütern umfassen. Die Nachfrage der Branchen nach Investitionsgütern ist darin nicht enthalten, sondern wird als Teil der Endnachfrage erfasst.

Bei der Berechnung der Umweltfussabdrücke ist es unser Ziel, die Umweltauswirkungen letztlich der Endnachfrage zuzuordnen, die sie verursacht. Deshalb buchen wir die Endnachfrage von Nonprofit-Organisationen und den Teil des Staatskonsums, der den Haushalten zugutekommt, zum Konsum privater Haushalte um. So werden z.B. Ausgaben des Staates für die Bildung dem Endnachfragebereich «Unterricht» der Haushalte zugeordnet. Beim

Staatskonsum verbleibt nur der Konsum, der nicht nur den Haushalten zugutekommt, sondern auch den Wirtschaftsbranchen (z.B. Verteidigung, allgemeine Verwaltung, Justiz). Zudem integrieren wir die Nachfrage nach **Investitionsgütern** mit einer groben Schätzung in die Lieferketten der Branchen, d.h. behandeln sie wie Vorleistungen. In der Endnachfrage verbleiben lediglich die Wohnbauinvestitionen, die ebenfalls den privaten Haushalten zugerechnet werden können. Investitionsgüter unterscheiden sich von Vorleistungsgütern dadurch, dass sie im Zuge der Produktion nicht verbraucht, sondern lediglich genutzt werden. Sie werden nach dem Ende ihrer Lebensdauer ersetzt.

Diese Umbuchungen führen zu den in Tabelle 2 dargestellten Änderungen bei der Endnachfrage (die sich durch die Umbuchung verändernden Werte sind fett gedruckt). Besonders stark erhöhen sich durch die Umbuchung die Konsumausgaben der Haushalte für die Bildung. Insgesamt sinkt die Endnachfrage durch die Umbuchung der Investitionen und das Ausklammern der Vorratsveränderung und des Nettozugangs von Wertsachen.

Endnachfragebereich	Wert vor Umbuchung (in Mio. CHF)	Wert nach Umbuchung (in Mio. CHF)	Erläuterung
Nahrungsmittel, Getränke	38'365	38'365	
Bekleidung und Schuhe	10'925	10'925	
Wohnen, Energie	80'639	80'639	
Möbel, Haushaltsgeräte etc.	12'997	12'997	
Gesundheitspflege	59'297	62'023	Addition der Ausgaben der Privaten Organisationen ohne Erwerbszweck (POoE) und des Staates für Gesundheitsleistungen
Verkehr	28'699	28'699	
Nachrichtenübermittlung	8'108	8'108	
Freizeit und Kultur	26'208	28'221	Addition der Ausgaben des Staates und der POoE für Kunst, Unterhaltungs- und Erholungsdienstleistungen
Unterricht	2'060	26'052	Addition der Bildungsausgaben des Staates
Restaurants / Hotels	22'180	22'180	
Sonstige Produkte	38'650	59'556	Addition der Ausgaben von POoE und Staat für Heime und Sozialwesen sowie der Ausgaben der POoE für sonstige Dienstleistungen
Total Konsum Haushalte	328'128	377'764	
Konsum POoE	10'810	0	

Endnachfragebereich	Wert vor Umbuchung (in Mio. CHF)	Wert nach Umbuchung (in Mio. CHF)	Erläuterung
Staatskonsum	77'524	38'697	
Ausrüstungsinvestitionen	92'846	0	Subtraktion durch die Integration in die Lieferketten der Branchen
Bauinvestitionen	58'157	30'275	Subtraktion der Investitionen in Nichtwohnbauten durch die Integration in die Lieferketten der Branchen
Vorratsveränderung	0	0	in IOT-Zeitreihe des BFS bereits auf Null gesetzt
Nettozugang Wertsachen	845	845	in IOT-Zeitreihe des BFS bereits exkl. Edelmetalle
Exporte	350'202	350'202	
Total Endnachfrage	918'511	797'783	Total vor Umbuchung unterscheidet sich von offizieller IOT wegen unterschiedlicher Behandlung der Vorratsveränderung und des Nettozugangs von Wertsachen

Tabelle 2: Auswirkung der Umbuchungen auf die Endnachfrage am Beispiel der IOT 2014 (Quelle: BFS 2018b, Berechnungen EBP)

Die Schweizer Input-Output-Tabelle unterscheidet nicht zwischen inländischen und importierten Produkten. Da wir die Umweltauswirkungen von importierten Gütern mittels Ökobilanzierung berechnen, ist eine Aufteilung der IOT nach inländischen und importierten Produkten erforderlich. Zusätzlich unterscheiden wir zwischen importierten Gütern und Dienstleistungen, da deren Umweltauswirkungen unterschiedlich berechnet werden. Die IOT wird mit Umweltdaten ergänzt, die den inländischen Ressourcenverbrauch resp. inländische Emissionen (insgesamt rund 100 Umweltindikatoren) auf die rund 50 Branchen und Haushalte aufteilt (vgl. Kapitel 2.1.5). Abbildung 15 zeigt den Aufbau der verwendeten IOT.

Als Datengrundlage dient eine vom BFS zur Verfügung gestellte Zeitreihe von Input-Output-Tabellen für die Jahre 2000 bis 2018, die auf der Basis der IOT 2014 geschätzt wurde. Anzumerken gilt, dass diese noch nicht auf die im Jahr 2020 erfolgte Revision der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung abgestimmt ist. Die Input-Output-Tabellen haben wir auf inländische und importierte Produkte aufgeteilt. Bei den Importen ist bekannt, wie hoch ihr Aufkommen nach Gütergruppen ist, nicht jedoch, wo die importierten Güter in der Volkswirtschaft verwendet werden. Unsere Grundannahme war mangels anderer Informationen, dass die Verteilung von importierten Produkten auf Branchen und Haushalte derjenigen von inländischen Produkten entspricht. In einigen Branchen (z.B. Metallerzeugung, Herstellung von sonstigen Waren) ist die inländische Produktion geringer als die Exporte. In diesen Fällen gehen wir davon aus, dass die nicht aus inländischer Produktion stammenden Exporte Reexporte darstellen, d.h. Importe, die ohne weitere Verarbeitung im Inland wieder exportiert werden.

an von	Branchen	Endnachfragebereiche
Inländische Produkte	Vorleistungsnachfrage nach inländischen Produkten	Endnachfrage nach inländischen Produkten
Importierte Güter	Vorleistungsnachfrage nach importierten Gütern	Endnachfrage nach importierten Gütern
Importierte Dienstl.	Vorleistungsnachfrage nach importierten Dienstleistungen	Endnachfrage nach importierten Dienstleistungen
Bruttowertschöpfung	BWS der Branchen	
Bruttoproduktionswert	BPW der Branchen	

Ressourcen und Schadstoffe	Ressourcenverbrauch und Emissionen der Branchen	Ressourcenverbrauch und Emissionen der Haushalte
-----------------------------------	---	--

Abbildung 15 Schema der verwendeten Umwelt-IOT (Darstellung EBP)

Edelmetalle werden auch in der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung der Schweiz separat aufgeführt und besonders behandelt. So wird das Nichtwährungsgold aus der Schweizerischen Input-Output-Tabelle herausgerechnet, und der Saldo zwischen Importen und Exporten von Edelmetallen und anderen Wertsachen wird einem speziellen Konto der VGR zugewiesen, dem Netozugang von Wertsachen. Der Grund hierfür ist, dass nicht bekannt ist, in welchem Umfang diese in der Produktion genutzt werden oder nur als Wertaufbewahrungsmittel dienen.

Für die vorliegende Arbeit ist es deshalb wichtig, die Daten zu Edelmetallen auf konsistente Weise zu nutzen. Wichtig ist dabei auch, wie die Edelmetalle in der VGR und der IOT behandelt werden, damit ein Ausschluss konsistent möglich ist. Aus Sicht der VGR können bei den Edelmetallen die folgenden Gruppen unterschieden werden:

- Nichtwährungsgold¹¹, das aus bestimmten Gold- und Silberprodukten besteht: Dieses wird seit kurzem in der VGR berücksichtigt, in den IOT jedoch ausgeklammert.

11 Nichtwährungsgold ist Gold, das von den Währungsbehörden nicht als Bestandteil der Währungsreserven (Währungsgold) gehalten wird, unabhängig davon, ob es als Wertreserve oder zu sonstigen (industriellen) Zwecken gehalten wird. Vgl. [Internationale Verflechtung | Bundesamt für Statistik \(admin.ch\)](http://www.admin.ch).

— Edelmetalle als Wertsachen: sie sind in der IOT enthalten, werden jedoch wegen mangelnder Daten nicht den verbrauchenden Branchen zugeordnet. Stattdessen werden die Nettoimporte summarisch als Teil der Endnachfrage (Nettozugang von Wertsachen) erfasst.

— Andere Edelmetalle, insbesondere Edelmetallerze und -konzentrate.

Die vom BFS bereitgestellten Input-Output-Tabellen klammern das Nichtwährungsgold und den Nettozugang von Wertsachen aus. Sie berücksichtigen die anderen Edelmetalle, deren Bedeutung jedoch gering ist. Insofern werden die Edelmetalle mit den verwendeten IOT bei der Berechnung der Umweltfussabdrücke weitgehend ausgeklammert. Die mit der Verwendung von Edelmetallen verbundenen Umweltauswirkungen werden deshalb separat berechnet (vgl. Kapitel 2.1.2).

2.1.5 Berechnung der inländischen Umweltbelastungen und Zuordnung zu Branchen und Haushalten

Das Ziel dieses Arbeitsschrittes war es, die zwischen 2000 und 2018 im Inland auftretenden Ressourcenverbräuche und Emissionen auf die inländischen Wirtschaftsakteure, d.h. Branchen und private Haushalte aufzuteilen.

In der Vorgängerstudie wurden diejenigen Ressourcenverbräuche und Emissionen in der Schweiz für die Jahre 1996 bis 2015 erfasst, die in die Berechnung der Umweltfussabdrücke eingehen. Es handelt sich dabei um rund 100 Ressourcen und Schadstoffe, deren Entwicklung aus den einschlägigen Umweltstatistiken zusammengestellt wurden. Diese Zeitreihe wurde für die vorliegende Arbeit auf die Jahre 2016 bis 2018 ausgeweitet.

Zusätzlich haben wir die Ressourcenverbräuche und Emissionen auf die in der IOT abgebildeten Branchen sowie private Haushalte aufgeteilt. Dabei sind wir im Grundsatz dem in Nathani et al. (2016) und Frischknecht et al. (2016) dargestellten Vorgehen gefolgt, wobei wir jeweils auf die aktuellsten Daten zurückgegriffen haben. Für die Zuordnung haben wir die folgenden Datenquellen verwendet:

- Umweltkonten des BFS, in denen bereits eine Zuordnung erfolgt ist, insbesondere die Energiekonten, Luftemissionskonten und Materialflusskonten. Die Energie- und Luftemissionskonten wurden uns vom BFS in einer angepassten Form zur Verfügung gestellt, bei der sich die Umweltdaten auf homogene Produktionsbereiche beziehen, die mit der verwendeten IOT kompatibel sind.
- die Arealstatistik des BFS, die die Landnutzung in der Schweiz nach Arten publiziert,
- Umweltstatistiken des BAFU, insbesondere die EMIS-Datenbank für Luftemissionen, das PRTR für Wasseremissionen,
- Statistiken anderer Bundesämter, z.B. des BFE, des BAG
- diverse Studien zu den Quellen für Emissionen
- Hilfsgrößen wie Gebäudeflächen oder die Zahl der Beschäftigten in den Branchen, wenn keine spezifischen Daten verfügbar waren

Die Zuordnung erfolgte zum Teil in einem Schritt mit der Erfassung der gesamten Ressourcenverbräuche oder Emissionen (z.B. auf Basis der BFS-Umweltkonten). Zum Teil erfolgte sie in einem zweiten Schritt nach der Erfassung der Gesamtwerte unter Einbeziehung weiterer Quellen. Anhang A1 enthält eine detaillierte Übersicht über die Methoden und Datenquellen, die für die Aufteilung der einzelnen Ressourcen und Schadstoffe verwendet wurden.

Für den Grossteil der Luftschadstoffe, für etliche Wasserschadstoffe, für die Einträge von Pflanzenschutzmitteln in den Boden, sowie für die meisten Ressourcen (Energie, Biomasse, Mineralien) und Abfälle sind jährlich erfasste Statistiken vorhanden. Andere Ressourcenverbräuche und Schadstoffe werden hingegen nur punktuell erhoben und erfordern deshalb Inter- und Extrapolationen. Die Zeitreihen des Eintrags von Phosphor und Stickstoff in Oberflächengewässer basieren z.B. auf Inter- und Extrapolationen auf Basis von Werten von drei Jahren und weitere Annahmen (Messwerte für 2000, 2003, 2005 sowie für Stickstoff Prognose für 2020 während für Phosphor keine Veränderung angenommen wurde). Die Emissionen von organischen Stoffen in Gewässer wurden nur im Jahr 2010 bestimmt. Für die Extrapolation auf die übrigen Jahre wurde die Fracht von totalem organischem Kohlenstoff als Hilfsvariable verwendet. Die Schweizer Arealstatistik wird etwa alle zehn Jahre aktualisiert: Es standen für den hier interessierenden Zeitraum zwei vollständige Datensätze (1992 – 1997 und 2004 – 2009) sowie ein fast vollständiger Datensatz (2013 – 2018) zur Verfügung, zwischen denen interpoliert wurde. Die Schwermetall-Emissionen in den Boden wurden einzig im Jahr 2000 gemessen und Emissionskonzentrationen von Ozonschicht abbauenden Substanzen kennt man für die Jahre 2005 bis 2017, davor wurde es basierend auf zwei Werte für 1995 und 2005 intrapoliert.

Die Zuordnung der Umweltdaten zu Branchen und Haushalten ist je nach verfügbarer Datenquelle und Methode mit unterschiedlich grossen Unsicherheiten verbunden. In einigen Fällen ist eine eindeutige Zuordnung zu bestimmten Wirtschaftsakteuren möglich, dann liegen die Unsicherheiten nahe bei null. In einigen Fällen sind die Unsicherheiten relativ gering, weil die Zuordnung auf Erhebungen beruht (z.B. beim Verbrauch fossiler Energieträger, den damit verbundenen Luftemissionen oder dem Flächenverbrauch). Zum Teil sind die Unsicherheiten für Branchengruppen gering und steigen dann bei der Zuordnung zu einzelnen Branchen, wenn hierfür auf Hilfsgrössen zurückgegriffen werden muss. Besonders gross dürften die Unsicherheiten für bestimmte Wasseremissionen sein, für die insbesondere zu den diffusen Emissionsquellen kaum Daten vorhanden sind.

2.1.6 Umweltintensitäten der Importe

Bei der Modellierung der Umweltintensitäten der Importe wurde grundsätzlich gleich vorgegangen wie in der Vorgängerstudie (Frischknecht et al. 2018a).

Die in die Schweiz importierten Gütergruppen wurden mit vorhandenen Ökobilanzdaten verknüpft. Dafür wurden die Umweltauswirkungen pro Kilogramm importierter Ware einer SITC¹² 2-Steller Kategorie abgebildet. Insgesamt wurden 65 SITC 2-Steller Gütergruppen modelliert.

Die Umweltintensität der einzelnen Gütergruppen hängt von den folgenden Faktoren ab:

- Umweltauswirkung durch die Herstellung der Güter
- Umweltauswirkung durch den Transport der Güter in die Schweiz
- Regionale Herkunft der Gütergruppe. Die Regionalisierung ist auf drei Stufen relevant:
 - Für gewisse Gütergruppen wurden die Sachbilanzen regionalisiert bilanziert. Dies bedeutet beispielsweise, dass der Wasserbedarf von landwirtschaftlichen Produkten abhängig ist vom Produktionsstandort.
 - Je nach Herkunft der Güter werden eine unterschiedliche Transportdistanz und unterschiedliche Transportmittel bilanziert.
 - Die Abschätzung des Wasserstress-Fussabdrucks und des Biodiversitätsfussabdrucks und deren Abbild in der UBP-Methode hängen davon ab, wo die Umweltauswirkung stattfinden. Dies bedeutet, dass beispielsweise die Verwendung von 1 m³ Wasser in trockenen Gebieten eine grössere Umweltwirkung nach sich zieht als in wasserreichen Gebieten. Analog hat die Nutzung von 1 km² Land je nach Region einen unterschiedlichen Einfluss auf die Biodiversität.
- Veränderung der regionalisierten Zusammensetzung über die Zeit

Die einzelnen Punkte werden nachfolgend kurz erläutert. Als Hintergrunddatenbank für die Sachbilanzen dienten KBOB et al. (2016) und treeze Ltd. (2017) sowie die im Rahmen der Vorgängerstudie entwickelten Anpassungen und Regionalisierungen.

Im Vergleich zur Vorgängerstudie gab es folgende Neuerungen:

- Die Zeitreihe wurde für die Jahre 2016 – 2018 ergänzt. Das Vorgehen dazu war analog wie in der Vorgängerstudie.
- Die Stromimporte wurde für die ganze Zeitreihe anhand einer neuen Methode modelliert.

Umweltauswirkung durch die Herstellung der SITC 2-Steller Gütergruppe

Für die Modellierung wird die Zusammensetzung jeder SITC 2-Steller Kategorie mit den Anteilen der SITC 3-Steller berechnet und mit geeigneten Ökobilanzdaten abgebildet. Wichtige Kategorien, für deren Produkte genügend detaillierte Ökobilanzdaten zur Verfügung stehen, werden mit Informationen

¹² SITC: *Standard International Trade Classification* ist eine international harmonisierte Güterklassifikation, die in der vorliegenden Studie genutzt wird.

zu SITC 4- oder SITC 5-Steller verknüpft. So wird die SITC-Kategorie Fleischprodukte (SITC 01) durch Ökobilanzdaten für Rindfleisch (SITC 011), Schaffleisch (SITC 012.1), Schweinefleisch (SITC 012.2), Fleisch und genießbare Schlachtnebenerzeugnissen von Hausgeflügel (SITC 012.3) usw. verknüpft. Details können dem technischen Bericht zur Vorgängerstudie (Frischknecht et al. 2018b) entnommen werden. Insgesamt wurden über 400 Gütergruppen mit Ökobilanzdaten modelliert, die zu den oben erwähnten 65 Gütergruppen zusammengefasst wurden.

Umweltauswirkung durch den Transport in die Schweiz

Für jede SITC-2-Steller Gütergruppe wurde der Transport in die Schweiz abgeschätzt. Die Vorgehensweise hierzu wird in Frischknecht et al. (2018a, 2018b) detailliert beschrieben und nachfolgend kurz zusammengefasst.

Für die Zeitreihe der Güterimporte waren die Herkünfte je SITC-Gruppe sowie das Transportmittel bei Grenzübertritt verfügbar. Der genaue Transportweg je Gütergruppe ist nicht bekannt. Für die Zeitreihe wurde darum folgendes Vorgehen gewählt:

- Die Herkunftsländer je SITC-Gruppe wurden jeweils den folgenden neun Weltregionen zugeteilt: Europa (ohne Russland, inkl. Ukraine, Weissrussland und Türkei), Russland, Nordafrika und Mittlerer Osten, übriges Afrika, Süd- und Zentralasien, Ostasien, Ozeanien, Nord- und Mittelamerika, Karibik und Südamerika.
- Für jede Weltregion wurde eine typische Transportvorkette von der Weltregion nach Europa definiert. Die Vorkette beinhaltet einerseits den Transport im Ursprungsland auf der Strasse und Bahn bis zum Exportfrachthafen oder Exportflughafen sowie andererseits den Transport nach Europa per Schiff, Bahn, Strasse und Flug. Für alle Weltregionen wurden Transportmittel-spezifische Standarddistanzen festgelegt, basierend auf Eurostat-Statistiken. Es werden für alle Gütergruppen die gleichen neun weltregionsspezifischen Vorketten verwendet, je Gütergruppe (und Jahr) verändert sich jedoch der Anteil der Weltregion.
- Zusätzlich wurde der Transport über die Schweizer Grenze per Bahn, Strasse, Binnenschiff, Flug und Pipeline abgebildet. Für alle Transportmittel wurden Standarddistanzen festgelegt und bei allen SITC-Gütergruppen verwendet.

Die in den Vorketten und bei Transport über die Grenze festgelegten Standarddistanzen wurden über die ganze Zeitreihe gleichbelassen. Über die Jahre verändert sich bei den Vorketten die Anteile je Weltregion sowie die Anteile der Transportmittel bei Grenzübertritt.

Diese Methodik erlaubt über die Summe eine gute Schätzung der transportbedingten Emissionen der Güterimporte. Jedoch erlaubt sie keine Aufschlüsselung der Beiträge je SITC-Gruppe. Für das Fallbeispiel wurde darum das Jahr 2018 zusätzlich ausgewertet. Erstens wurden die Flugtransporte aus den Vorketten entfernt und zweitens die hinterlegten Standarddistanzen der Flüge über die Schweizer Grenze ersetzt mit SITC-2-Steller-spezifisch ge-

mittelten Transportdistanzen, basierend auf Daten aus der Aussenhandelsstatistik. Durch das neue Verfahren wird über die Summe gesehen die gleichen Transportemissionen berechnet, die Emissionen können nun aber auf die einzelnen Gütergruppen aufgeschlüsselt werden. Aufgrund des Aufwandes für die Anpassung über alle Jahre bei gleichbleibendem Impact wurde die neue Methode nicht rückwirkend für alle Jahren angepasst.

Regionalisierung

Die Auswirkungen des Schweizer Konsums auf die globale Umwelt können regional sehr unterschiedlich sein. Während es bei den Treibhausgasen nicht darauf ankommt, in welchem Erdteil sie emittiert werden, spielt es beispielsweise bei der Ressource Wasser sehr wohl eine Rolle, ob diese in einer wasserknappen oder wasserreichen Region verbraucht wird. Ähnliches gilt für die Landnutzung und die daraus resultierenden Biodiversitätsverluste.

Die Regionalisierung erfolgt auf drei Stufen. Auf Stufe Sachbilanz wurden für landwirtschaftliche Produkte, forstwirtschaftliche Produkte, Bereitstellung von Trink- und Prozesswasser sowie Gewinnung ausgewählter Erze regionalisierte Datensätze erstellt. Die Regionalisierung wurde in dieser Studie identisch abgebildet wie in der Vorgängerstudie (Frischknecht et al. 2018a, 2018b).

Die Herkunft der Güter und somit die regionalisierte Zusammensetzung und die Zusammensetzung der Transportemissionen wurden ebenfalls mit dem gleichen Vorgehen bestimmt wie in der Vorgängerstudie. Dies gilt auch für die Wirkungsabschätzung der regionalisierten Impact Assessments.

Zeitreihen der Umweltintensitäten der Güter

Die Umweltintensitäten der SITC 2-Steller Gütergruppe wurden für jedes Jahr individuell modelliert. Die Unterschiede über die Zeit stammen aus der unterschiedlichen, regionalisierten Zusammensetzung der Gütergruppe und den damit verbundenen unterschiedlichen Transportemissionen.

Im Rahmen der vorliegenden Aktualisierung wurde die Zeitreihe um die Jahre 2016- 2018 ergänzt. Einzig bei der länderspezifischen Herkunft der landwirtschaftlichen Produkte wurden aus Aufwandsgründen die Werte aus dem Jahr 2015 auch für die Jahre 2016-2018 verwendet.

Umweltintensität des Stromimports

Im Vergleich zur Vorgängerstudie wurde der Stromimport anders modelliert. In der Vorgängerstudie wurden zwei Methoden kombiniert: Für die Jahre 1996 – 2004 wurden die Stromimporte und -exporte basierend auf der Elektrizitätsstatistik berechnet. Für die Umweltintensität der Stromimporte aus den Herkunftsländern wurde auf die länderspezifischen Produktionsmixe oder den europäischen ENTSO-E Strommix gemäss KBOB (KBOB 2016) zurück-

gegriffen. Der Schweizer Exportmix wurde mit dem Schweizer Produktionsstrommix modelliert (Messmer & Frischknecht 2016). Für die Jahre 2005 bis 2015 wurden die jährlichen Stromimport- und -exportmische basierend auf der Cockpit Stromkennzeichnung Schweiz von Swissgrid für die Jahre 2005, 2007, 2009, 2011, 2013, 2014 und 2015 berechnet. In den Jahren dazwischen wurde interpoliert.

Neu wurde für die importierten Strommengen aus den Ländern Deutschland, Frankreich, Italien, Österreich und verbleibenden Ländern auf die Elektrizitätsstatistik gemäss BFE zurückgegriffen (gemäss Aussenhandelsstatistik). Die Strommische in den Ländern wurden gemäss Eurostat (2021, Tabelle Erzeugung von Elektrizität und abgeleiteter Wärme nach Brennstoff) modelliert und mit den entsprechenden Ökobilanzdaten verknüpft. Der Strommix von Deutschland wurde jahresscharf modelliert, während für Frankreich, Italien und Österreich ein Mittelwert über die Jahre 2000-2018 verwendet wurde. Importe aus den verbleibenden Ländern wurden mit dem ENTSO-E – Mix modelliert. Der Export des Stroms wird über die IOT modelliert, so dass ein durchschnittlicher Mix von inländischem und importiertem Strom den Stromexporten zugerechnet wird. Dies erleichtert die Einhaltung der Anforderungen an die öffentliche Statistik bezüglich jährlicher Aktualisierungen und vermeidet allfällige Doppelzählungen bei erneuerbarem Strom. Andererseits kann nicht explizit abgebildet werden, welcher Strom exportiert wird.

IOT-kompatible Umrechnung der Umweltintensitäten

Auf diese Weise wurden Umweltauswirkungen *cradle-to-border* für jede Gütergruppe gemäss SITC-Klassifikation pro kg resp. bei Elektrizität pro kWh modelliert. Für die Verknüpfung mit der IOT war es erforderlich, diese Werte in die in der IOT verwendete Güterklassifikation CPA 2008 umzurechnen und auf Geldeinheiten zu beziehen. Für diese Umrechnung wurden jahresspezifische Daten aus der Aussenhandelsstatistik verwendet. Auf der Basis detaillierter Daten auf 8-Steller-Tarifnummer-Ebene und vorhandener Korrespondenztabelle von der TN-Klassifikation zur SITC- und zur CPA-Klassifikation wurde für jedes Jahr eine Korrespondenztabelle erstellt, die zunächst eine Umrechnung der Umweltintensitäten von der SITC- in die CPA-Klassifikation erlaubt. Mit Daten aus der Aussenhandelsstatistik zum Wert pro Mengeneinheit wurden die Umweltintensitäten dann auf monetäre Einheiten bezogen. Als Ergebnis lagen für jede Gütergruppe Umweltintensitäten pro CHF Importwert vor, die mit dem Input-Output-Modell verknüpft werden können.

2.1.7 Unterschiede zur TRAIL-Methode

Die IO-TRAIL-Methode verbindet einige methodische Elemente mit der TRAIL-Methode, es gibt jedoch auch einige Unterschiede. Die folgende Tabelle fasst die Gemeinsamkeiten und Unterschiede zusammen. Für einen ausführlichen Vergleich, der die Annahmen der jeweiligen Ansätze transparent macht, sei auf Nathani / Frischknecht (2019) verwiesen.

	TRAIL	IO-TRAIL
Datenbasis	Inländische Umweltstatistiken Aussenhandelsdaten Ökobilanzdaten	Umwelt-IO-Tabelle Aussenhandelsdaten Ökobilanzdaten
Berechnungsansatz	Bilanzierung und Modellierung $UFA = \text{Inland} + \text{Importe} - \text{Exporte}$	Modellierung $UFA = \text{Inländische Endnachfrage} \times \text{ökonomische Effekte} \times \text{Umweltintensitäten}$
Berechnungsschritte	Inland: Umweltstatistiken Importe: Importmengen + Ökobilanzierung Exporte: Exportmengen + Ökobilanzierung	Inland: Umwelt-IO-Modell Importe: Umwelt-IO-Modell + Ökobilanzierung Exporte: Umwelt-IO-Modell + Ökobilanzierung

Tabelle 3 Vergleich der IO-TRAIL- mit der TRAIL-Methode (Quelle: Eigene Darstellung)

Der wesentliche Vorteil einer Nutzung der IO-TRAIL-Methode ist, dass die Nutzung des IO-Modells eine durchgehende Verbindung von der Endnachfrage über die ausgelöste Produktion bis zu den Umweltbelastungen schafft. Damit wird es möglich, die Treiber für Umweltbelastungen und deren Veränderungen vollständiger zu analysieren, als dies mit der TRAIL-Methode möglich wäre. So ist es möglich, die Umweltauswirkungen nach Endnachfragebereichen (z.B: Ernährung, Wohnen, private Mobilität) und den von der Endnachfrage nachgefragten Produktgruppen auszuwerten.

Mit Blick auf die Ergebnisse lassen sich die folgenden Unterschiede hervorheben:

- Die Berechnung der exportbedingten Umweltbelastungen ist in der IO-TRAIL-Methode für die Berechnung des Umweltfussabdrucks nicht erforderlich. Wenn man diese berechnet, erfolgt die Berechnung nicht durch Verknüpfung der exportierten Mengen mit Ökobilanzdaten. Stattdessen werden die inländischen Umweltbelastungen mit dem Umwelt-IO-Modell berechnet und die der durch Exporte ausgelösten Importe durch Ökobilanzierung. Da das IO-Modell nur rund 50 Branchen unterscheidet, ist das Aggregationsniveau der Berechnung höher als in der TRAIL-Methode, in der über 400 Gütergruppen differenziert werden können. Die Genauigkeit der Ergebnisse könnte in der TRAIL-Methode deshalb höher sein.
- Die Aufteilung der Umweltfussabdrücke auf den inländischen und ausländischen Anteil erfolgt in der TRAIL-Methode als Schätzung, die von Annahmen abhängig ist. In der IO-TRAIL-Methode ergeben sich die Anteile aus der Berechnung.

3. Entwicklung der Umweltfussabdrücke

Dieses Kapitel enthält die Ergebnisse der Gesamtumweltbelastung und der Umweltfussabdrücke des Konsums und der Produktion für die ausgewählten Indikatoren (Kapitel 3.1 bis 3.5). In Kapitel 3.6 werden die Umweltfussabdrücke mit der Bevölkerungs- und Wirtschaftsentwicklung verglichen. Kapitel 3.7 enthält zur Plausibilisierung Vergleiche mit anderen Bewertungsmethoden, Datenquellen und Studien. Die Ergebnisse werden ohne Fehlerbalken gezeigt. Tatsächlich sind jedoch die Ergebnisse insbesondere der Fussabdruck-Perspektive mit Unsicherheiten von $\pm 20\%$ bis 25% behaftet (vgl. Frischknecht et al. 2018). Geringe Veränderungen von wenigen Prozentpunkten in den Fussabdrücken dürfen deshalb nicht als ab- bzw. zunehmende Trends interpretiert werden.

3.1 Gesamtumwelt-Fussabdruck

In der Fussabdruckperspektive werden neben den inländischen Umweltauswirkungen auch die Auswirkungen im Ausland durch den Import von Gütern und Dienstleistungen berücksichtigt. Die durch exportierte Güter und Dienstleistungen in der Schweiz verursachten Umweltauswirkungen werden hingegen in Abzug gebracht. Mit der IO-TRAIL-Methode lässt sich der Umweltfussabdruck direkt berechnen, d.h. ohne über die Umweltauswirkungen der Importe und der Exporte zu gehen. Um mit der Vorgängerstudie kompatibel zu bleiben, zeigen wir in den nachfolgenden Abbildungen zusätzlich zu den inländischen Umweltauswirkungen und den Umweltfussabdrücken auch die import- und exportbedingten Umweltauswirkungen.

Diese vier Grössen seien nachfolgend kurz definiert:

- Inländische Umweltbelastung: Gesamte im Inland auftretende Umweltbelastung, einschliesslich der direkten Umweltbelastungen der privaten Haushalte, aber ohne Umweltauswirkungen in ausländischen Lieferketten
- Importbedingte Umweltbelastung: Umweltbelastung, die durch in die Schweiz importierte Produkte im Ausland ausgelöst wird, und zwar von der Rohstoffgewinnung bis zur Lieferung der Produkte an die Schweizer Grenze
- Exportbedingte Umweltbelastung: Umweltbelastung, die durch die aus der Schweiz exportierten Produkte ausgelöst wird, und zwar sowohl in der Schweiz als auch im Ausland. Diese Betrachtung reicht ebenfalls von der Rohstoffgewinnung im In- oder Ausland über die Verarbeitung bis zur Lieferung zur Schweizer Grenze.
- Umweltfussabdruck der inländischen Endnachfrage oder konsumbedingte Umweltbelastung, die durch die an die Endnachfrage gelieferten Produkte verursacht werden, und zwar sowohl im Inland als auch im Ausland, von der Rohstoffgewinnung bis zur Entsorgung der Produkte, einschliesslich der direkten Umweltbelastungen der privaten Haushalte.

Für die Gesamtumweltbelastung gemäss der UBP-Methode (UBP 2021) ist die Entwicklung der vier Grössen in Abbildung 16 dargestellt. Zwischen dem Jahr 2000 und 2018 sinkt der Gesamtumwelt-Fussabdruck von 253 auf 221

Billionen Umweltbelastungspunkte. Dies entspricht einem Rückgang um 13 %. Im gleichen Zeitraum nimmt die inländische Gesamtumweltbelastung von 142 auf 112 Billionen UBP ab, was einem Rückgang um 22 % entspricht. Die import- und exportbedingte Gesamtumweltbelastung nehmen beide zu, wobei die Entwicklung seit dem Jahr 2010 tendenziell stagniert.

Der Umweltfussabdruck der Schweiz ist also deutlich grösser als die inländischen Umweltauswirkungen. Liegt das Verhältnis zwischen Umweltfussabdruck und inländischen Umweltauswirkungen im Jahr 2000 bei 1,8, so steigt es bis 2018 auf den Faktor 2,0. Daraus kann gefolgert werden, dass die Schweiz die mit der Befriedigung ihrer Bedürfnisse verbundenen Umweltauswirkungen zunehmend ins Ausland verlagert.

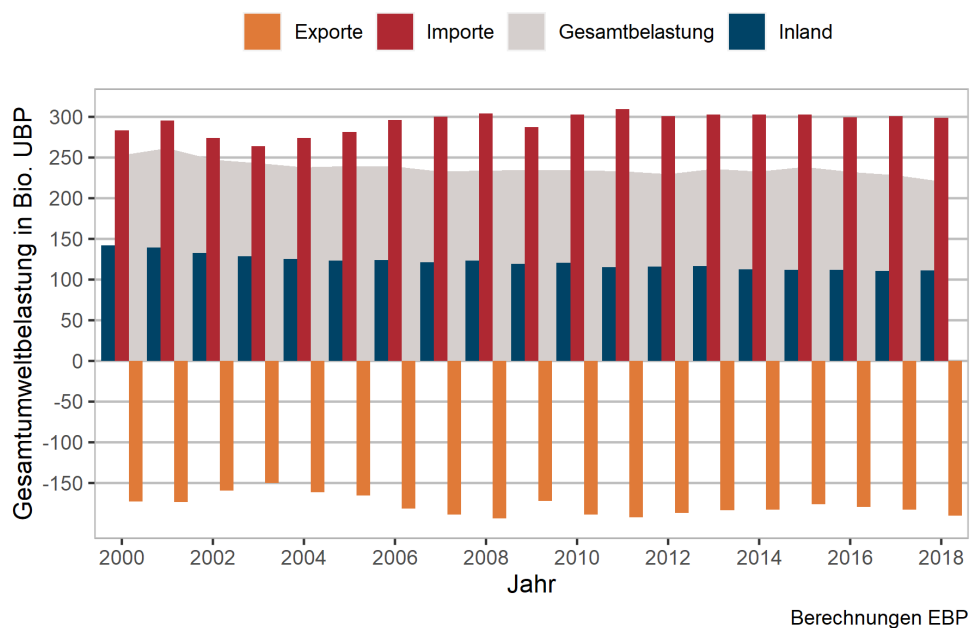


Abbildung 16 Entwicklung des Gesamtumwelt-Fussabdrucks, der inländischen Umweltbelastung, der import- und exportbedingten Umweltbelastung, 2000 - 2018

Lesehilfe: Der Umweltfussabdruck (grau hinterlegt) ergibt sich aus inländischen Umweltbelastungen plus importbedingten minus exportbedingte Umweltbelastungen.

Gesamtumwelt-Fussabdruck nach Umweltbereichen

Die Anteile der einzelnen Umweltbereiche am Gesamtumwelt-Fussabdruck sind in Abbildung 17 dargestellt. Die Umweltbelastung hat in fast allen Bereichen abgenommen, am stärksten bei den Ozonschicht abbauenden Substanzen. Diese Abnahme der ozonschichtabbauenden Substanzen wurde jedoch durch Ersatzprodukte ermöglicht, die sich in vielen Fällen als schädliche Treibhausgase erwiesen haben. Zugenommen hat die Umweltbelastung bei der Bodenqualität. Die Lärmbelastung ist im Fussabdruck aufgrund fehlender Zeitreihendaten nicht enthalten.

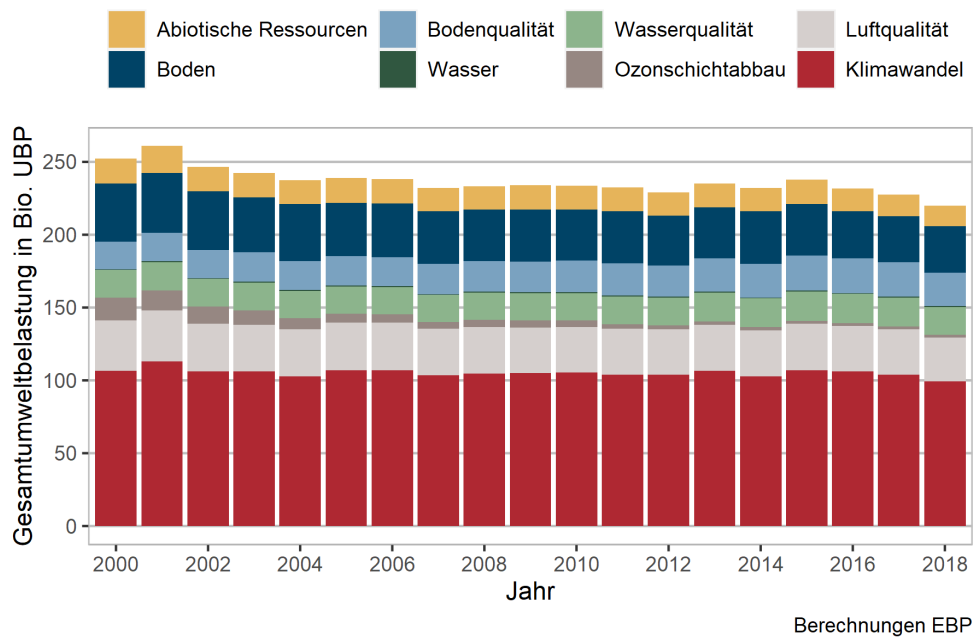


Abbildung 17 Entwicklung des Gesamtumwelt-Fussabdrucks nach Umweltbereichen, 2000 - 2018

Gesamtumwelt-Fussabdruck pro Person

In Abbildung 18 wird der Gesamtumwelt-Fussabdruck auf die ständige Wohnbevölkerung bezogen und pro Person ausgewiesen. Die Gesamtumweltbelastung pro Kopf sinkt von rund 35 auf 26 Millionen UBP, d.h. um 26%. Die Abbildung zeigt auch, wie sich der inländische und der ausländische Anteil an der Gesamtumweltbelastung entwickeln.

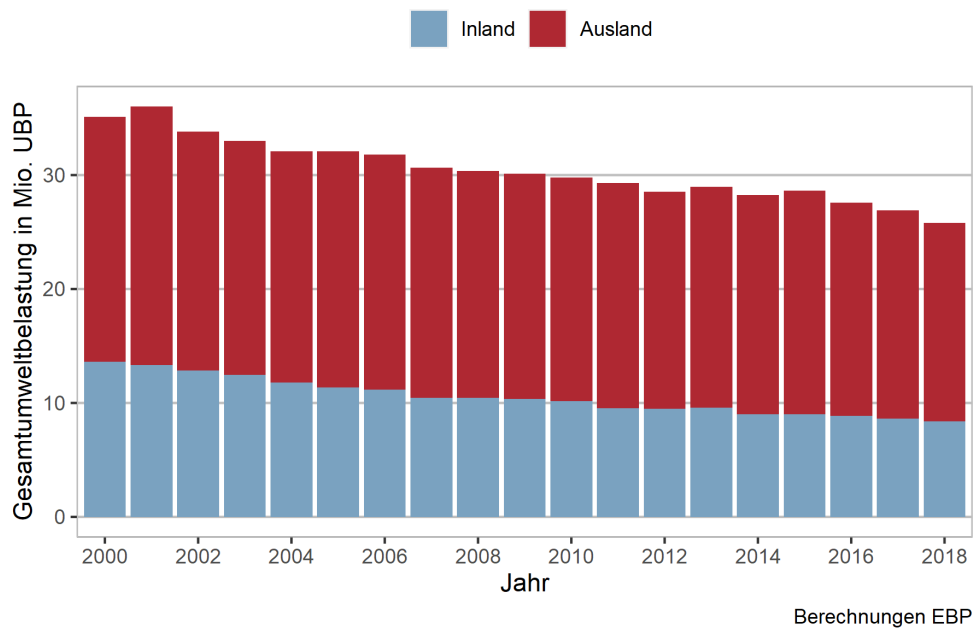


Abbildung 18 Entwicklung des Gesamtumwelt-Fussabdrucks pro Person nach Inland und Ausland, 2000 – 2018

Beide sinken kontinuierlich, die inländischen Umweltbelastungen stärker als die ausländischen. Dadurch verringert sich der Inlandanteil von 39 % auf 31 %.

Umweltbelastungen nach Endnachfragebereichen

Die Berechnung der Umweltfussabdrücke mit der IO-TRAIL-Methode ermöglicht weitere Auswertungen, die in der Vorgängerstudie nicht möglich waren.

Abbildung 19 zeigt eine Aufteilung des Gesamtumwelt-Fussabdrucks pro Person auf Endnachfragebereiche. Die Endnachfrage nach Gütern und Dienstleistungen ist ein wesentlicher Treiber für die Wirtschaftsaktivitäten in einer Volkswirtschaft und letztlich auch für die dadurch ausgelösten Umweltauswirkungen. Die Abbildung zeigt, dass die Umweltbelastungen grundsätzlich vor allem durch den Konsum privater Haushalte verursacht werden. Im Vergleich dazu hat der Staatskonsum nur eine geringe Relevanz. Die grössten Bereiche sind dabei Wohnen (25 %), Nahrungsmittel (25%) und private Mobilität (14 %).

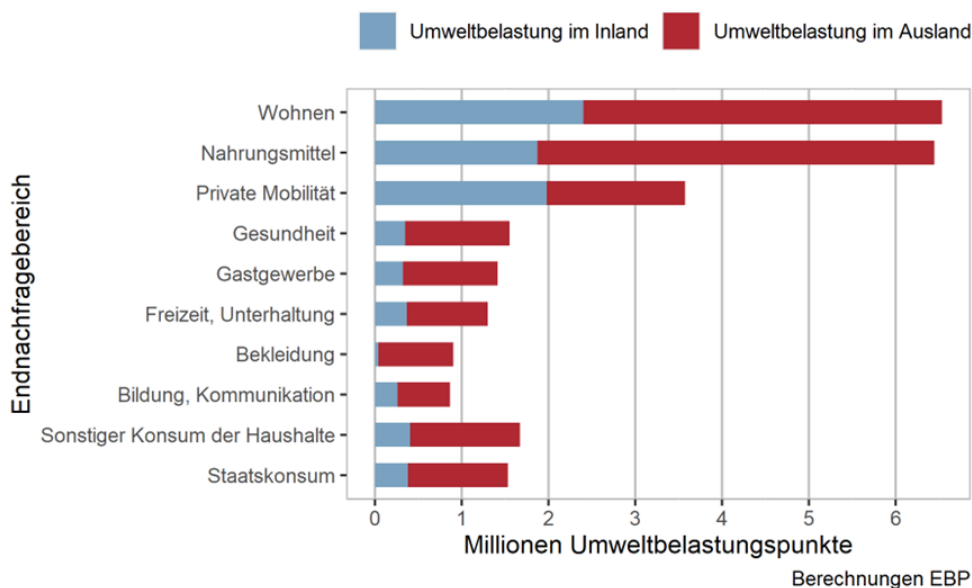


Abbildung 19 Gesamtumweltbelastung pro Person nach Endnachfragebereichen, 2018

Obige Darstellung ordnet den Wohnungsbau sowie Möbel und Haushaltsgeräte dem Endnachfragebereich Wohnen zu.

Werden diese Bereiche in einer detaillierteren Aufteilung separat betrachtet (Abbildung 20), so erscheinen die Nahrungsmittel als wichtiger Treiber von Umweltbelastungen. Ihr Anteil am Gesamtumwelt-Fussabdruck beträgt 25 %. Nahrungsmittel dürften darüber hinaus auch im Endnachfragebereich «Gastgewerbe» eine wichtige Rolle spielen, der einen Anteil von 5 % hat, sowie in anderen Endnachfragebereichen wie z.B. der Gesundheit (Spitalverpflegung)¹³.

¹³ siehe hierfür Keller et al. (2021)

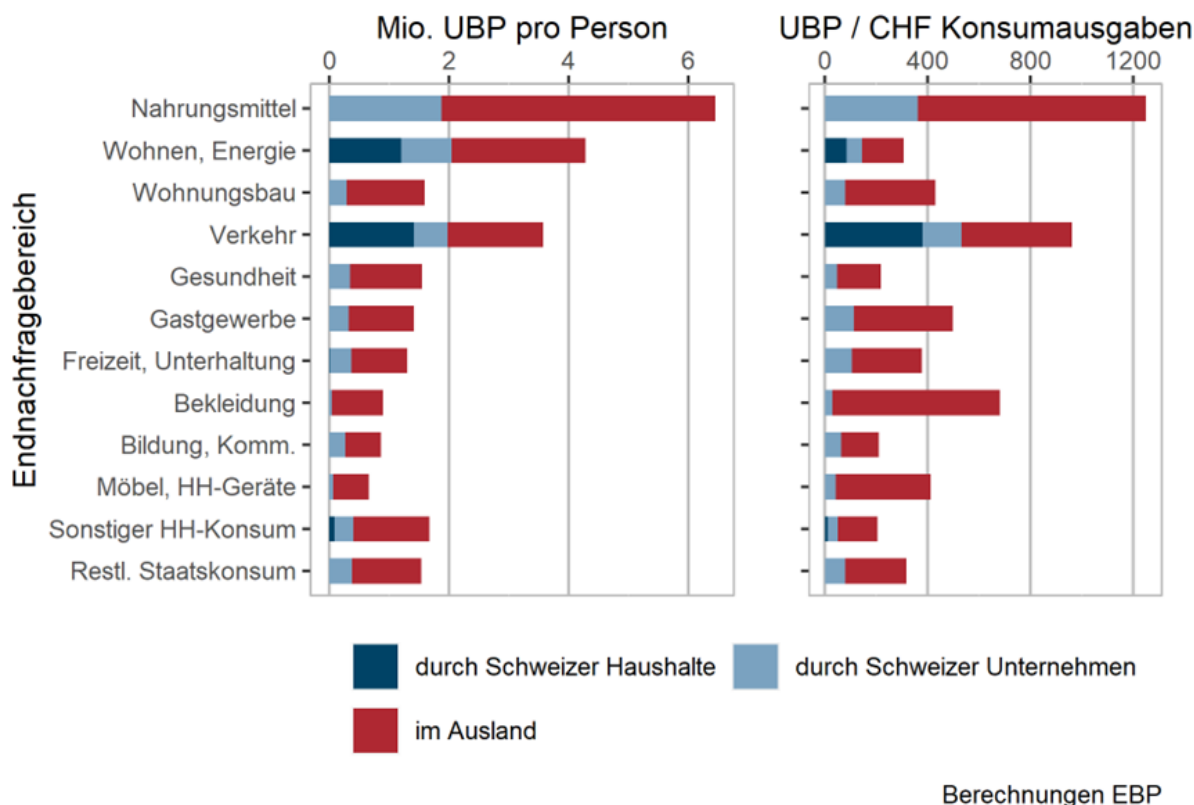


Abbildung 20 Gesamtumweltbelastung pro Person nach Endnachfragebereichen (detailliert), 2018

Erläuterung zur Legende:

«durch Schweizer Haushalte»: Umweltauswirkungen in der Schweiz aufgrund der direkten Emissionen und Ressourcenverbräuche der Schweizer Haushalte

«durch Schweizer Unternehmen»: Umweltauswirkungen in der Schweiz aufgrund der Emissionen und Ressourcenverbräuche von Schweizer Unternehmen, die durch die Schweizer Endnachfrage ausgelöst werden

«im Ausland»: Umweltauswirkungen im Ausland, die durch die Schweizer Endnachfrage ausgelöst werden

Der Endnachfragebereich «Wohnen und Energie» ist für knapp 17 % der Umweltbelastung verantwortlich. Hinzu kommen der Wohnungsbau mit einem Anteil von 6 % sowie der Endnachfragebereich «Möbel und Haushaltsgeräte» mit knapp 3 %, die auch dem Wohnen zugeordnet werden können (zusammen rund 25 %). Der Verkehr steht an dritter Stelle mit einem Anteil von 14% am Gesamtumwelt-Fussabdruck. Dieser Wert ist ohne die mit Pauschalreisen verbundenen Umweltbelastungen zu verstehen, die statistisch beim Endnachfragebereich «Freizeit und Unterhaltung» erfasst werden. Die Endnachfragebereiche Gesundheit, Freizeit und Unterhaltung sowie andere Produkte haben eine Umweltrelevanz von jeweils zwischen 5 % und 6 %. Textilien sowie «Bildung und Kommunikation» haben Anteile von jeweils 3 %. Der restliche Staatskonsum, d.h. derjenige, der nicht eindeutig den privaten Haushalten zugutekommt, ist für die verbleibenden 6 % des Gesamtumwelt-Fussabdrucks verantwortlich.

Die Ergebnisse sind mit denen in Jungbluth et al. (2011) vergleichbar. In der vorliegenden Studie sind die Anteile der Endnachfragebereiche Nahrungsmittel sowie Wohnen und Energie etwas tiefer und der Anteil des Verkehrs etwas höher. Für die leichten Unterschiede sind neben den realen Entwicklungen auch methodische Gründe verantwortlich, wie z.B. die unterschiedlichen Versionen der zugrundeliegenden Ökofaktoren oder die unterschiedliche Behandlung der Flugemissionen.

Die Abbildung zeigt auch, wie sich die durch die Endnachfragebereiche ausgelösten Umweltbelastungen aufteilen auf direkte Umweltbelastungen der privaten Haushalte (z.B. Emissionen aus der Verbrennung von Energieträgern, Wasserverbrauch oder Landnutzung), Umweltbelastungen, die von inländischen Unternehmen für die Herstellung der konsumierten Güter verursacht werden, und Umweltbelastungen, die im Ausland ausgelöst werden. Die ausländischen Umweltbelastungen haben für alle Endnachfragebereiche eine hohe, zum Teil dominierende Bedeutung. Besonders hoch ist ihr Anteil bei den Textilien sowie den Möbeln und Haushaltsgeräten.

Die oben dargestellten Endnachfragebereiche setzen sich aus der Nachfrage nach Gütern und Dienstleistungen zusammen. So umfasst der Endnachfragebereich «Nahrungsmittel» zum einen die Nachfrage nach Nahrungsmitteln, zum anderen die Handels- und Transportleistungen für die Verteilung von Lebensmitteln bis zu den Konsumenten.

Zwischen 2000 und 2018 hat sich die Bedeutung der Endnachfragebereiche am Gesamtumwelt-Fussabdruck leicht verschoben (Abbildung 21).

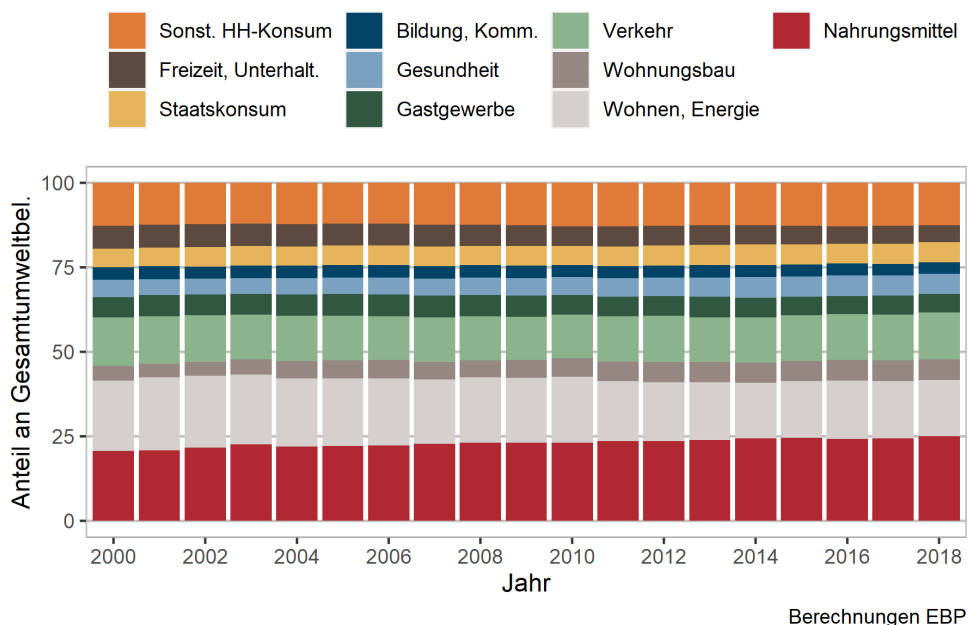


Abbildung 21 Entwicklung der Anteile der Endnachfrage an der Gesamtumweltbelastung, 2000 - 2018

Auffällig ist vor allem die Zunahme des Anteils der Ernährung, während der Anteil von Wohnen und Energie rückläufig ist. Dies dürfte auf Erfolge bei der Verringerung des Gebäudeenergiebedarfs zurückzuführen sein. Hingegen nimmt der Anteil des Wohnungsbaus im Laufe der Zeit zu, ebenso wie die

der Gesundheit, was primär mit der stark steigenden Nachfrage nach Gesundheitsleistungen zu erklären ist.

Umweltbelastungen nach Produktgruppen

Die Endnachfrage kann alternativ auch nach Produktgruppen strukturiert werden, die von den privaten Haushalten und dem Staat nachgefragt werden. Der Unterschied zwischen den beiden Perspektiven kann anhand des Endnachfragebereichs «Bekleidung» und der Produktgruppe «Textilien» verdeutlicht werden. Der Endnachfragebereich «Bekleidung» enthält neben der Nachfrage nach Kleidung, Schuhen etc. auch die nach den Gross- und Detailhandelsleistungen sowie Verkehrsleistungen, mit denen Kleidung in den Verkauf gebracht wird. Die Nachfrage nach Textilien umfasst einerseits die nach Bekleidung, andererseits auch die Nachfrage nach Textilien für andere Endnachfragebereiche, wie z.B. Vorhänge im Endnachfragebereich «Möbel, Haushaltsgeräte», der auch Produkte für die Wohnungseinrichtung enthält.

Abbildung 22 zeigt, welche Produktgruppen hauptsächlich für die Gesamtumweltbelastung verantwortlich sind. Daneben enthält sie auch die von den privaten Haushalten direkt verursachten Umweltbelastungen, d.h. solche, die nicht mit der Nachfrage nach Produkten zusammenhängt, sondern direkt aus dem Ressourcenverbrauch und den Emissionen privater Haushalte entstehen (z.B. Emissionen aus der Verbrennung von Energieträgern, Wasserverbrauch und Landnutzung). Die Unterscheidung zwischen direkten Umweltbelastungen der Haushalte und Umweltbelastungen aus dem Konsum von Produkten lässt sich am Beispiel des Heizöls verdeutlichen.

- Die Emissionen aus der Verbrennung von Heizöl sind bei den direkten Umweltbelastungen erfasst.
- Die Umweltbelastungen aus der Bereitstellung des Heizöls von der Rohstoffgewinnung bis zur Verarbeitung in den Raffinerien sind bei der Produktgruppe «Erdölprodukte, Chemie» verzeichnet.
- Die Umweltbelastungen aus dem Handel mit Heizöl und der Lieferung des Heizöls zu den Haushalten sind bei der Produktgruppe «Handel» zu finden.

Die Abbildung zeigt, dass Nahrungsmittel (inkl. landwirtschaftliche Güter) einen dominierenden Beitrag zum Gesamtumwelt-Fussabdruck leisten. Mit weitem Abstand folgen Bauleistungen und Energieträger wie Mineralölprodukte, Elektrizität und Erdgas. Dienstleistungen spielen als Treiber von Umweltbelastungen mit einem Anteil von gut einem Drittel eine wichtige Rolle. Es ist davon auszugehen, dass ein relevanter Anteil dieser Umweltbelastungen aus der Produktion von materiellen Gütern stammt, die in den Lieferketten der Dienstleistungen benötigt werden. Die direkten Umweltbelastungen der privaten Haushalte machen rund 10 % des Gesamtumwelt-Fussabdrucks aus.

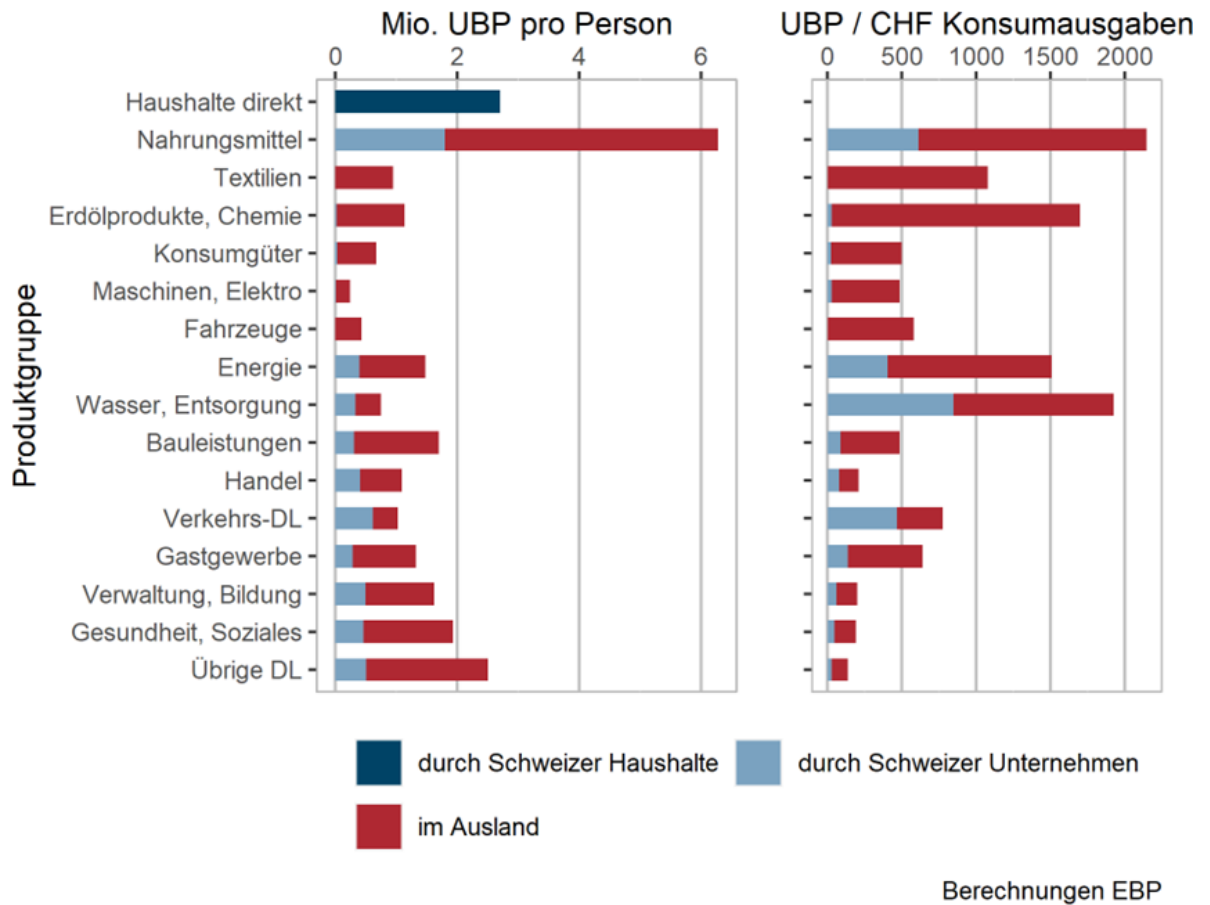


Abbildung 22 Gesamtumweltbelastung pro Person nach Produktgruppen (der Endnachfrage), 2018

Erläuterung zur Legende:

«durch Schweizer Haushalte»: Umweltauswirkungen in der Schweiz aufgrund der direkten Emissionen und Ressourcenverbräuche der Schweizer Haushalte

«durch Schweizer Unternehmen»: Umweltauswirkungen in der Schweiz aufgrund der Emissionen und Ressourcenverbräuche von Schweizer Unternehmen, die durch die Schweizer Endnachfrage ausgelöst werden

«im Ausland»: Umweltauswirkungen im Ausland, die durch die Schweizer Endnachfrage ausgelöst werden

3.1.2 Sensitivitätsanalyse mit anderen gesamtaggrierenden Fussabdrücken

Als Sensitivitätsanalyse zu den Ergebnissen der Bewertung mit UBP 2021 zeigen wir nachfolgend Ergebnisse der Bewertung mit anderen vollaggrierenden Methoden, namentlich der Vorgängermethode UBP 2013 und Re-CiPe.

3.1.3 Bewertung mit UBP 2013

Abbildung 23 zeigt die Entwicklung des Gesamtumwelt-Fussabdrucks nach einer Bewertung mit UBP 2013. Der Verlauf der inländischen Umweltbelastung ist mit einem Rückgang um 23 % ähnlich wie bei UBP 2021. Da jedoch die Umweltbelastungen der Nettoimporte stärker wachsen als bei UBP 2021, fällt der Rückgang des Gesamtumwelt-Fussabdrucks mit -7 % schwächer aus als bei UBP 2021 (-13 %). In der Grössenordnung sind die Veränderungen jedoch insgesamt vergleichbar.

Der Verlauf pro Kopf ergibt sich wiederum aus dem Verlauf der absoluten Umweltbelastung und der Bevölkerungsentwicklung. Der Anteil der inländischen Umweltbelastungen am Fussabdruck ist etwas tiefer als bei UBP 2021 und der Rückgang fällt etwas stärker aus: er sinkt von 36 % auf 27 % (Abbildung 24).

Ein wesentlicher Grund für die Unterschiede zwischen den beiden Methoden in der Entwicklung liegt in der veränderten Gewichtung der Umweltbereiche in der neuen Methode UBP 2021, wie Abbildung 25 zeigt. Der Klimawandel hat in der neuen Methode ein deutlich höheres Gewicht als in der alten Methode, während insbesondere die Schwermetallemissionen an Bedeutung verlieren. Und da der Rückgang der Treibhausgasemissionen schwächer ausfällt als z.B. der der Luftemissionen, bremst dies den Rückgang des Gesamtumwelt-Fussabdrucks.

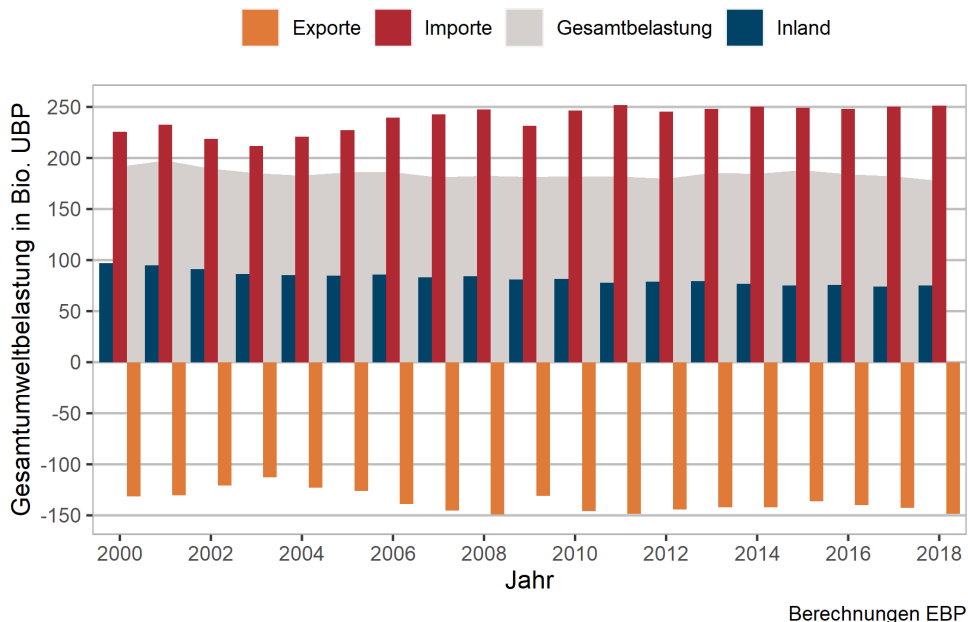


Abbildung 23 Entwicklung der Gesamtumweltbelastung gemäss Bewertung mit UBP 2013, 2000 - 2018

Lesehilfe: Der Umweltfussabdruck (grau hinterlegt) ergibt sich aus inländischen Umweltbelastungen plus importbedingten minus exportbedingte Umweltbelastungen.

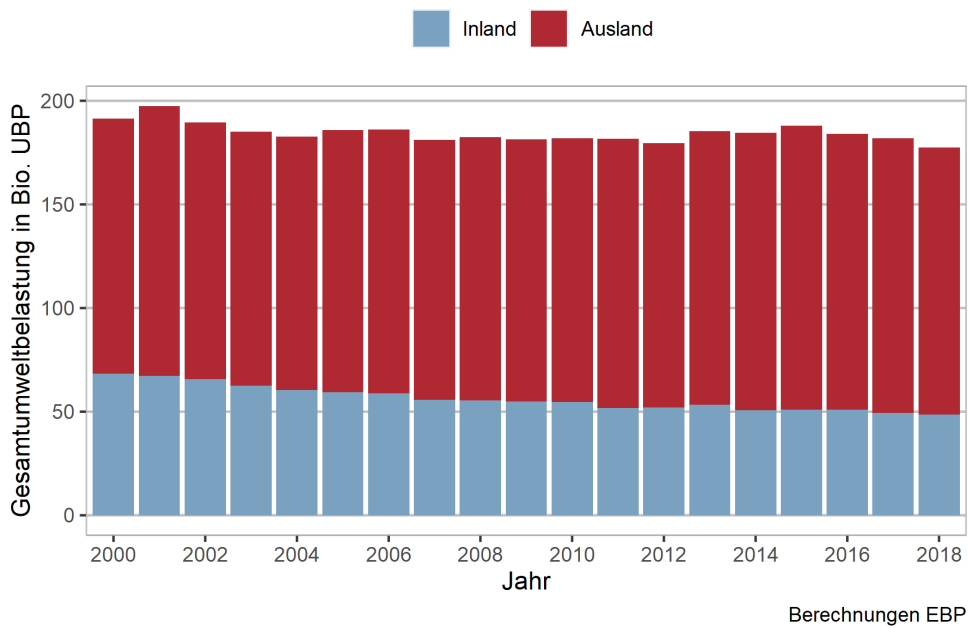


Abbildung 24 Entwicklung des Gesamtumwelt-Fussabdrucks nach Inland und Ausland, 2000 – 2018 (UBP 2013)

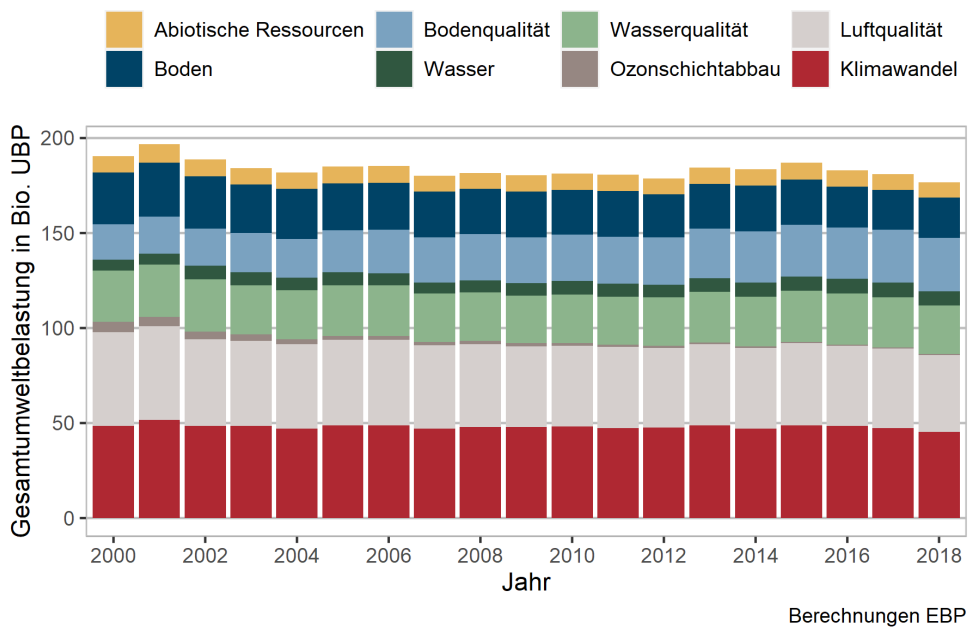


Abbildung 25 Entwicklung der Gesamtumweltbelastung nach Umweltbereichen, 2000 – 2018 (UBP 2013)

3.1.4 ReCiPe 2016

Bei der Bewertung mit ReCiPe (Abbildung 26) sinken wie bei der Bewertung mit UBP der Umweltfussabdruck und die inländische Umweltbelastung im Zeitverlauf (-9 % und -15 %). Damit fällt der Rückgang der inländischen Umweltbelastung schwächer aus als bei der UBP-Bewertung, während der des Umweltfussabdrucks zwischen den Ergebnissen von UBP 2013 und UBP 2021 liegt. Zudem fällt auf, dass die inländische Umweltbelastung ein deutlich geringeres Gewicht hat als bei der Bewertung mit UBP 2021 oder UBP 2013. Die Importe dominieren die Entwicklung der Gesamtumweltbelastung nach ReCiPe und tragen auch stark zur Entwicklung der exportbedingten Umweltbelastungen bei. Dementsprechend ist auch der Anteil der ausländischen Umweltbelastungen am Fussabdruck höher als bei den Bewertungen mit den beiden Versionen der UBP-Bewertung.

Abbildung 27 zeigt die Bedeutung der einzelnen Endnachfragebereiche für den Umweltfussabdruck gemäss ReCiPe. Die drei Endnachfragebereiche Ernährung, Wohnen und Energie sowie Mobilität haben auch bei dieser Methode die höchsten Beiträge. Auffällig ist jedoch, dass die Ernährung nicht so stark dominiert wie bei den beiden Versionen der UBP-Bewertung und der Bereich Mobilität wichtiger ist als der Bereich Wohnen und Energie. Bei ReCiPe werden die energiebedingten und treibhausgasbezogenen Umweltbelastungen stärker gewichtet als in den beiden Versionen der UBP-Bewertung. Zudem bestätigt sich auch bei ReCiPe der hohe Anteil ausländischer Umweltbelastungen.

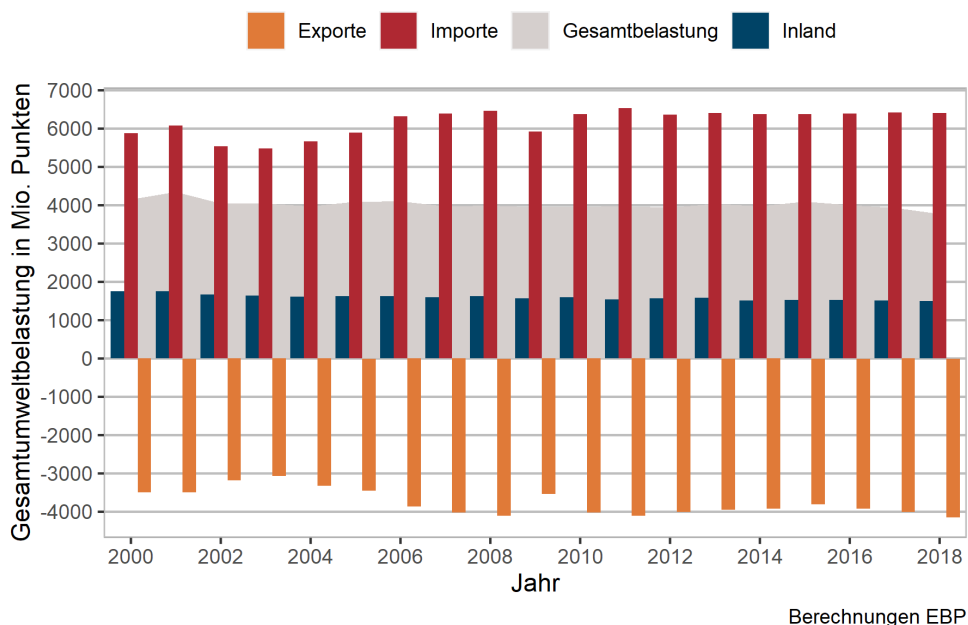


Abbildung 26 Entwicklung der Gesamtumweltbelastung gemäss Bewertung mit ReCiPe 2016, 2000 - 2018

Lesehilfe: Der Umweltfussabdruck (grau hinterlegt) ergibt sich aus inländischen Umweltbelastungen plus importbedingten minus exportbedingte Umweltbelastungen.

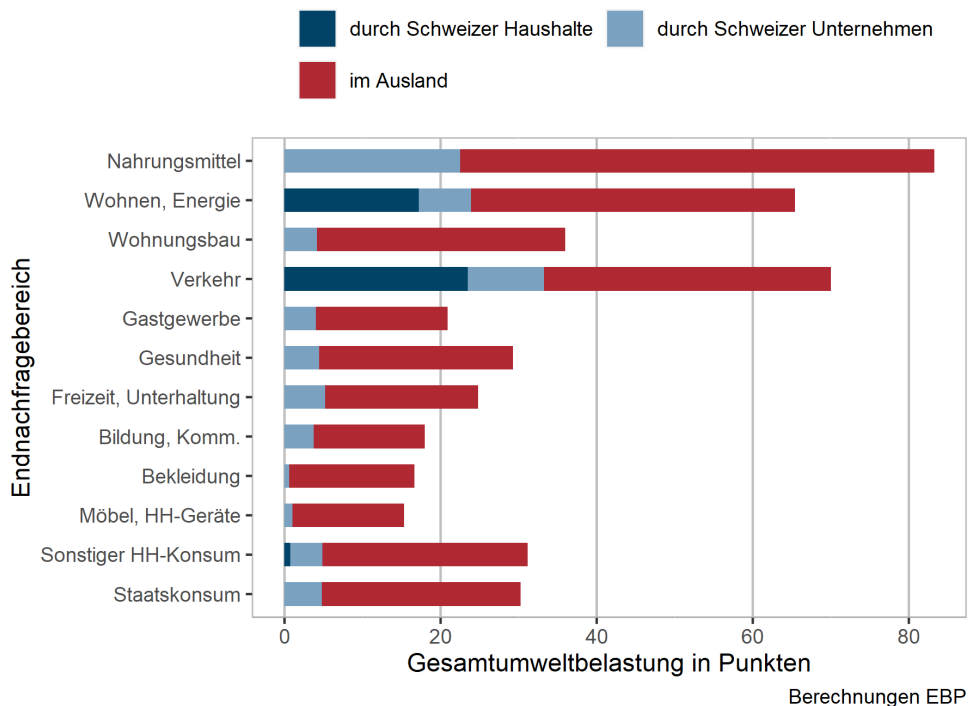


Abbildung 27 Umweltfussabdruck pro Person nach Endnachfragebereichen, 2018 (Re-CiPe)

Erläuterung zur Legende:

«durch Schweizer Haushalte»: Umweltauswirkungen in der Schweiz aufgrund der direkten Emissionen und Ressourcenverbräuche der Schweizer Haushalte

«durch Schweizer Unternehmen»: Umweltauswirkungen in der Schweiz aufgrund der Emissionen und Ressourcenverbräuche von Schweizer Unternehmen, die durch die Schweizer Endnachfrage ausgelöst werden

«im Ausland»: Umweltauswirkungen im Ausland, die durch die Schweizer Endnachfrage ausgelöst werden

3.2 Treibhausgasfussabdruck (Sensitivitätsrechnung)

Der Treibhausgasfussabdruck der Schweiz wird vom Bundesamt für Statistik berechnet. In der vorliegenden Studie berechnen wir diesen im Sinne einer Sensitivitätsrechnung mit der IO-TRAIL-Methode.

Die Entwicklung der inländischen, der import- und exportbedingten Treibhausgasemissionen (Kyoto-Substanzen) sowie des Treibhausgas-Fussabdrucks ist in Abbildung 28 dargestellt. Im betrachteten Zeitraum sind die inländischen Treibhausgasemissionen um 4 % von 69 Millionen auf 66 Millionen Tonnen CO₂-eq gesunken. Hier ist anzumerken, dass im Unterschied zum Treibhausgasinventar der Schweiz (BAFU 2021)¹⁴ die CO₂-Emissionen der Schweizer Luftverkehrsunternehmen vollständig einbezogen werden¹⁵

¹⁴ Im Unterschied zum Treibhausgasinventar folgen die hier verwendeten THG-Emissionen dem Inlandprinzip der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung. Vgl. Anhang

¹⁵ Im Unterschied zum Treibhausgasinventar, das bei der Erfassung der THG-Emissionen dem Territorialitätsprinzip bzw. dem Absatzprinzip folgt, folgen die hier verwendeten THG-Emissionen dem Inlandprinzip der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung (vgl. Erläuterung in Anhang)

und diese zudem mit einem Faktor 3 einfließen, um die höhere Klimawirkung der Emissionen¹⁶ abzubilden. Bei dieser Bewertung folgen wir einer Empfehlung der Schweizerischen Akademie für Naturwissenschaften (vgl. auch die Erläuterung in Kapitel 2.1.1). Da diese Luftverkehrs-Emissionen im Betrachtungszeitraum gestiegen sind, bremst dies den gesamthaften Rückgang der Treibhausgasemissionen.

Der Treibhausgas-Fussabdruck der Schweiz beträgt im Jahr 2018 98 Millionen Tonnen CO₂-eq (Abbildung 28). Er ist damit rund 45 % höher als die inländischen Emissionen. Er ist zwischen 2000 und 2018 um 7 % gesunken.

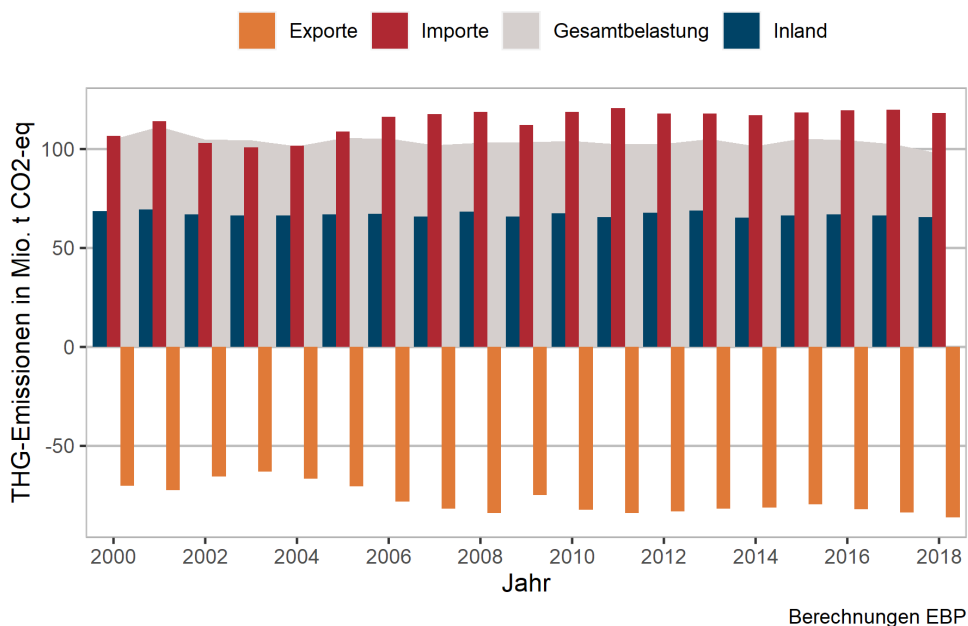


Abbildung 28 Entwicklung des Treibhausgasfussabdrucks, der inländischen Treibhausgasemissionen sowie der import- und exportbedingten Treibhausgasemissionen, 2000 - 2018

Lesehilfe: Der Treibhausgas-Fussabdruck (grau hinterlegt) ergibt sich aus inländischen Umweltbelastungen plus importbedingten minus exportbedingte Umweltbelastungen.

Treibhausgas-Fussabdruck pro Person

In der Betrachtung pro Person (Abbildung 29) verringert sich der Treibhausgas-Fussabdruck von 14.6 auf 11.4 Tonnen CO₂-eq pro Person (-21 %).

Anmerkung: Im gleichen Zeitraum sinken die inländischen Treibhausgasemissionen (Inlandperspektive) von 9.5 Tonnen CO₂-eq im Jahr 2000 auf 7.7 Tonnen im Jahr 2018 (in der Abbildung 29 nicht enthalten). Das entspricht einem Rückgang um 19 %.

A1). Die Unterschiede zwischen den in der Umweltgesamtrechnung dargestellten THG-Emissionen und den THG-Emissionen des Treibhausgasinventars sind in BFS (2021) erläutert.

16 verglichen mit CO₂ alleine

Abbildung 29 zeigt auch die Aufteilung des Treibhausgas-Fussabdrucks auf inländische und ausländische Emissionen. Beide verringern sich im Betrachtungszeitraum, die inländischen Emissionen um 27 % und die ausländischen um 17 %. Der Anteil der ausländischen Emissionen am Fussabdruck steigt damit von 54 % auf 57 %.

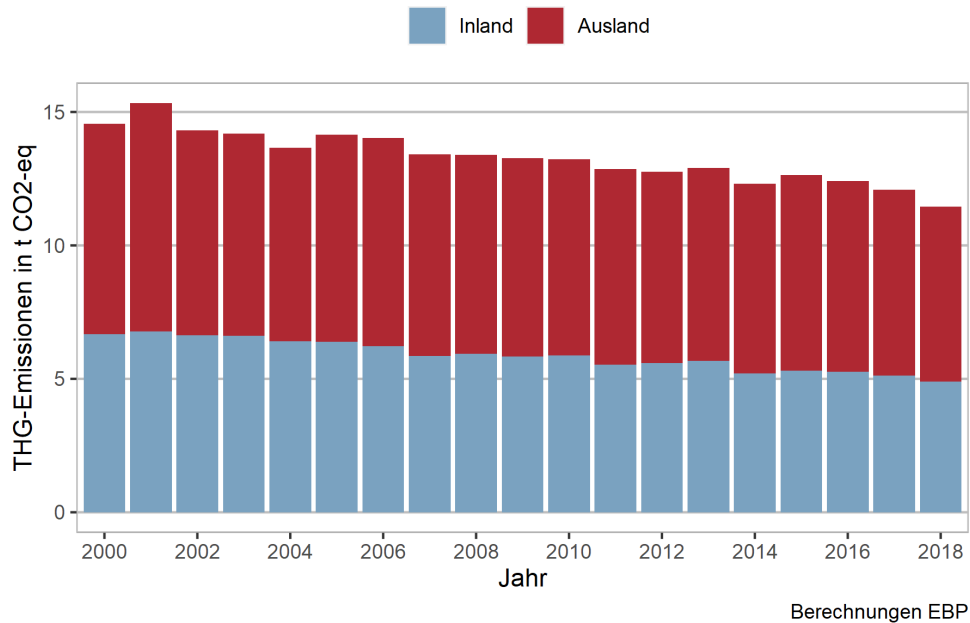


Abbildung 29 Entwicklung des Treibhausgasfussabdrucks pro Person nach Emissionen im Inland und im Ausland, 2000 – 2018

Bemerkung: Im Unterschied zu Abbildung 28 zeigt diese Abbildung den inländischen Anteil am Fussabdruck, nicht die gesamten inländischen Emissionen

In Abbildung 30 ist der Beitrag der Endnachfragebereiche zum THG-Fussabdruck zu sehen. Im Unterschied zur Bewertung mit UBP haben die Mobilität sowie Wohnen und Energie die grösste Bedeutung. Die Ernährung folgt an dritter Stelle, danach der Wohnungsbau. Auch in dieser Darstellung ist der relativ hohe Anteil der Dienstleistungen hervorzuheben.

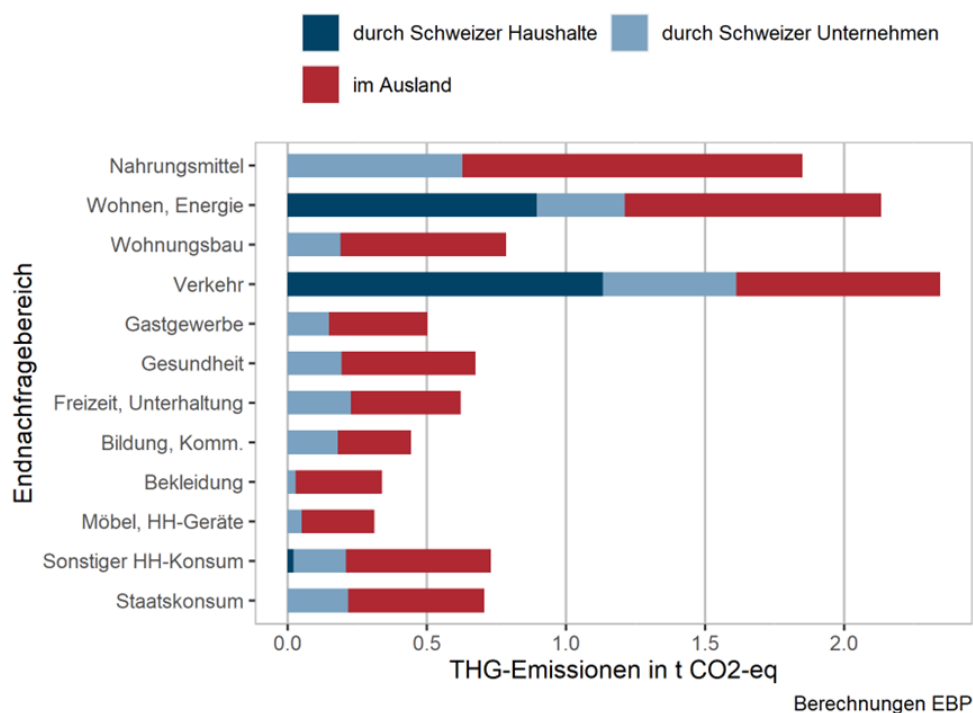


Abbildung 30 Entwicklung des Treibhausgasfussabdrucks pro Person nach Endnachfragebereichen, 2000 – 2018

Erläuterung zur Legende:

«durch Schweizer Haushalte»: Umweltauswirkungen in der Schweiz aufgrund der direkten Emissionen und Ressourcenverbräuche der Schweizer Haushalte

«durch Schweizer Unternehmen»: Umweltauswirkungen in der Schweiz aufgrund der Emissionen und Ressourcenverbräuche von Schweizer Unternehmen, die durch die Schweizer Endnachfrage ausgelöst werden

«im Ausland»: Umweltauswirkungen im Ausland, die durch die Schweizer Endnachfrage ausgelöst werden

3.3 Fussabdruck für landnutzungsbedingten Biodiversitätsverlust

Einleitung

Der hier verwendete Indikator «Artenverlustpotenzial» nach Chaudhary et al. (2016) beschreibt die Wahrscheinlichkeit eines unwiderruflichen Aussterbens von Arten im Vergleich zum natürlichen Zustand. Er quantifiziert den potenziellen, langfristigen, globalen Biodiversitätsverlust durch Landnutzung (z. B. durch Ackerbau oder Siedlungen) gegenüber einem natürlichen, ungestörten Habitat. Dieser Indikator berücksichtigt die Verletzlichkeit der Arten und rechnet den regionalen Rückgang von verbreitet vorkommenden Arten und das globale Aussterben endemischer Arten in «komplett global ausgestorbene Arten» um. Er fasst also eine unterschiedliche Wirkungsintensität in einem Indikator zusammen – ähnlich wie bei den Treibhausgasen das Treibhauspotenzial mit der Einheit «kg CO₂-Äquivalente» zusammengefasst wird. Somit misst der Biodiversitäts-Fussabdruck nicht die effektiv in einer Region verschwundenen Arten, sondern ein Äquivalent eines potenziellen, globalen Artenverlusts, der durch die Landnutzung verursacht wird.

Die Äquivalente potenziell global verschwundener Arten werden über die Jahre (a) integriert und pro Million Arten (Mikro-PDF*a) bzw. pro Billion Arten (Piko-PDF*a) quantifiziert¹⁷. Der Wert von 1 Mikro-PDF*a entspricht dem potenziellen Verlust von einem Millionstel der globalen Artenvielfalt¹⁸. Andere Treiber des Biodiversitätsverlusts wie z. B. Eutrophierung, Klimawandel, Pestizideintrag, oder Habitats-Zerschneidung sind im hier verwendeten Biodiversitäts-Fussabdruck nicht berücksichtigt. Der Druck auf die Biodiversität durch die inländische Landnutzung für Schweizer Konsum und Produktion (Inlandperspektive) ist im Übrigen nicht zu verwechseln mit der Entwicklung der Biodiversität in der Schweiz, die durch das Biodiversitäts-Monitoring und das Rote-Listen-Programm gemessen wird (siehe auch Abschnitt 2.1.1)¹⁹.

Inländischer Biodiversitätsverlust und Biodiversitäts-Fussabdruck

Die Entwicklung des inländischen Biodiversitätsverlusts und des Biodiversitäts-Fussabdrucks durch Landnutzung ist in Abbildung 31 dargestellt.

Zwischen 2000 und 2018 blieb der Druck auf die Biodiversität durch die Landnutzung im Inland beinahe unverändert und betrug knapp 28 Mikro-PDF*a. Dieses Ergebnis bedeutet, dass die inländische Landnutzung im Jahr 2018 langfristig, das heisst, wenn ein Gleichgewichtszustand erreicht ist²⁰, zu einem potenziellen globalen Verlust von knapp 28 Arten pro Million Arten gegenüber einer ursprünglichen und unberührten Natur führen würde²¹.

Im gleichen Zeitraum ist der Biodiversitäts-Fussabdruck deutlich gestiegen, und zwar von 48 Mikro-PDF*a um 28 % auf 61 Mikro-PDF*a. Zwischen 2000 und 2018 wird also langfristig ein zusätzlicher Verlust von rund 13 Arten pro Million Arten verursacht, was einer jährlichen Aussterberate von 0.7 Arten pro Million Arten entspricht. Damit erreicht der allein durch den Schweizer Konsum verursachte Artenverlust einen ähnlichen Wert wie der beobachtete globale, natürlicherweise auftretende Artenverlust von 1 Art pro Million Arten pro Jahr (Steffen et al. 2015).

Der Biodiversitäts-Fussabdruck der Schweiz ist damit 2018 rund 2.2 mal so gross wie der inländische Biodiversitätsverlust.

17 1 Piko-PDF*a = 10–12 PDF*a (also ein Billionstel PDF*a); PDF = potentially disappeared fraction of species; der im Folgenden verwendete Begriff «Arten-Jahre» steht für diese Integrierung über die Zeit.

18 Potenziell, da dieser Indikator den regionalen Rückgang von verbreitet vorkommenden Arten und das globale Aussterben endemischer Arten in «komplett ausgestorbene Arten» umrechnet und das Ergebnis somit als «potenziell ausgestorbene Arten» benannt werden kann.

19 Gleiches gilt für den durch die inländische Landnutzung für den Schweizer Konsum verursachten Druck (Inlandanteil der Fussabdruck-Perspektive).

20 Der Artenverlust durch den Bau einer neuen Strasse und damit durch eine neue Landnutzung ist nicht unmittelbar nach deren Fertigstellung zu beobachten. Erst nach einer gewissen Zeit, wenn sich ein neuer Gleichgewichtszustand eingestellt hat, können die langfristigen Auswirkungen der Nutzungsänderung auf die Biodiversität beobachtet werden.

21 Der potenzielle Artenverlust bezieht sich auf ein globales Aussterben. Das regionale Verschwinden der Arten (in der Schweiz) wird mit Äquivalenzfaktoren in ein potenzielles globales Aussterben umgerechnet.

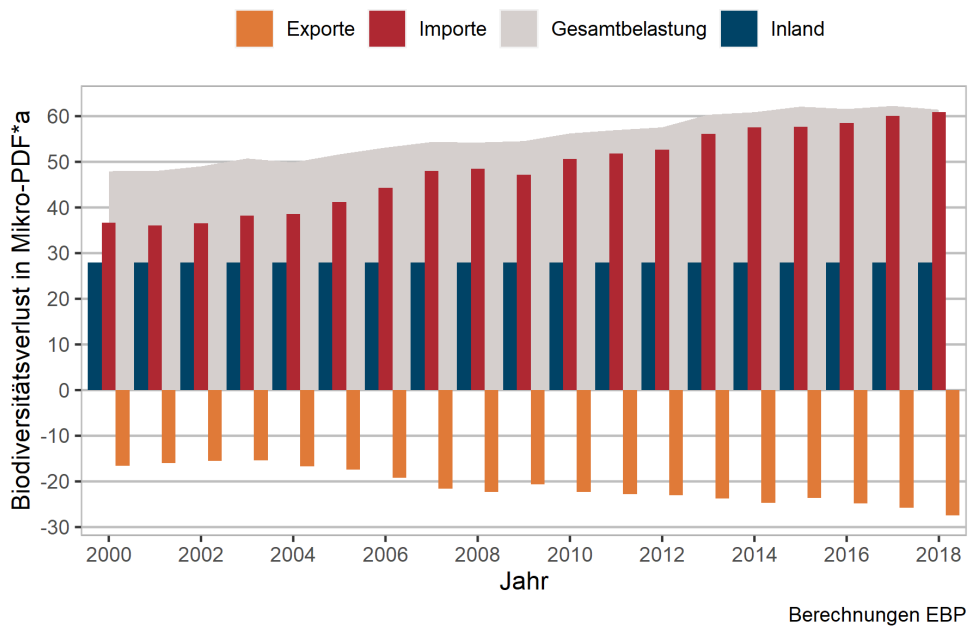


Abbildung 31 Entwicklung des Biodiversitäts-Fussabdrucks, der inländischen sowie der import- und exportbedingten Biodiversitätsverluste, 2000 - 2018

Lesehilfe: Der Biodiversitäts Fussabdruck (grau hinterlegt) ergibt sich aus inländischen Umweltbelastungen plus importbedingten minus exportbedingte Umweltbelastungen.

Biodiversitäts-Fussabdruck pro Person

Pro Person steigt der Biodiversitäts-Fussabdruck um 8 % von 6.7 auf 7.2 Piko-PDF*a (Abbildung 32). Dabei ergibt sich ab 2013 eine Stagnation der Entwicklung und ab 2015 ein leichter Rückgang.

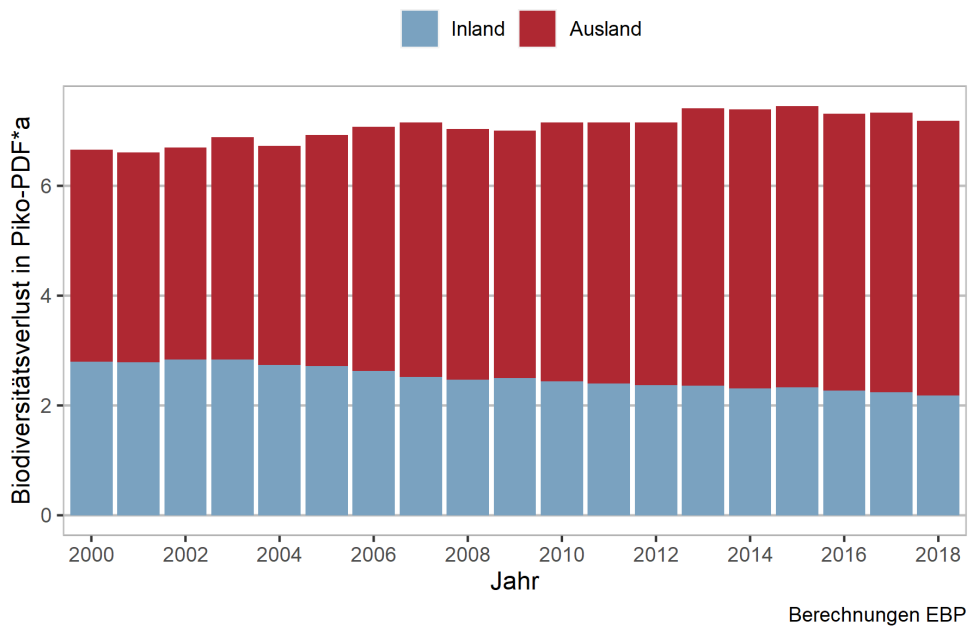


Abbildung 32 Entwicklung des Biodiversitätsfussabdrucks pro Person nach Inland und Ausland, 2000 – 2018

Die Abbildung zeigt auch die Entwicklung des in- und ausländischen Anteils am Biodiversitäts-Fussabdruck pro Person. Pro Person hat sich der inländische Beitrag zum Fussabdruck zwischen 2000 und 2018 um 22 % verringert, während der ausländische Beitrag um 31 % zugenommen hat. Der ausländische Anteil am Biodiversitäts-Fussabdruck steigt von 58 % im Jahr 2000 auf 70 % im Jahr 2018.

3.4 Eutrophierungs-Fussabdruck

Der marine Eutrophierungs-Fussabdruck misst die direkte und indirekte Überdüngung der Meere durch Stickstoff. Der Indikator berücksichtigt Stickstoffemissionen in Wasser, Luft und Boden, und zwar den Anteil dieser Emissionen, der direkt in die Meere gelangt (vgl. Kapitel 2.1.1). Dieser Indikator berücksichtigt nicht die Auswirkungen der Eutrophierung in terrestrischen Systemen sowie in den Flüssen und Seen der Schweiz.

Die Entwicklung des Eutrophierungs-Fussabdrucks und der anderen Kenngrößen ist in Abbildung 33 dargestellt. Der marine Eutrophierungs-Fussabdruck der Schweiz steigt von 118 kt N-eq in 2000 auf 124 kt N-eq in 2018, was einer Zunahme um 6 % entspricht. Die Entwicklung stagniert ab 2015 und geht ab 2017 leicht zurück. Es bleibt abzuwarten, ob damit eine Trendwende eingeleitet wird. Im gleichen Zeitraum sinken die inländischen Stickstoffemissionen um 8 % von 78 auf 72 kt N-eq. Wie bei den anderen Fussabdrücken ist der Eutrophierungs-Fussabdruck höher als die inländischen Emissionen. Sie betragen in 2018 das 1.7-fache der Inlandsemissionen. Im Jahr 2000 lag das Verhältnis der beiden Größen noch bei 1.5.

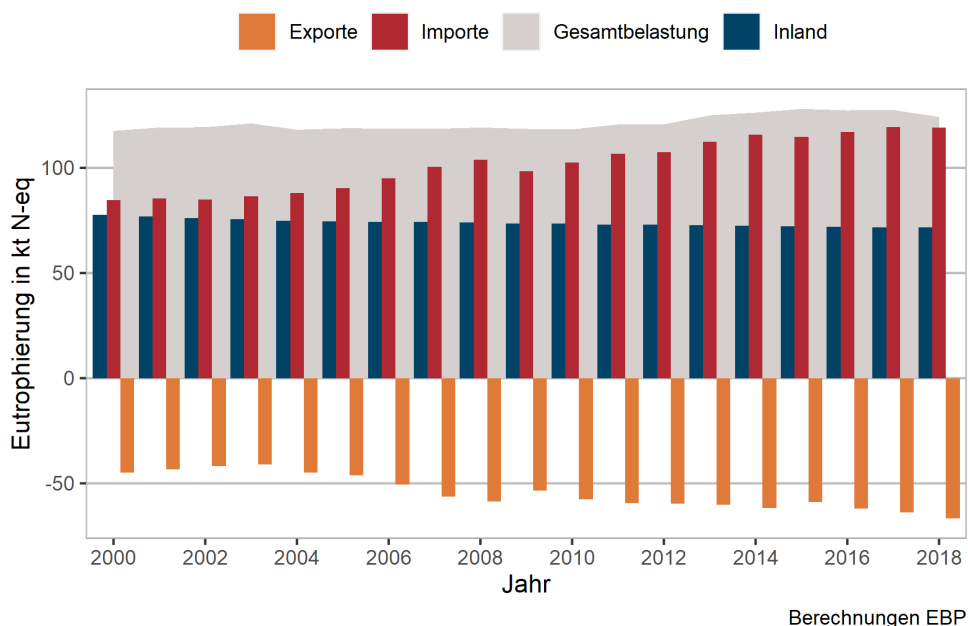


Abbildung 33 Entwicklung des Eutrophierungs-Fussabdrucks, der inländischen sowie der import- und exportbedingten Stickstoffemissionen, 2000 - 2018

Lesehilfe: Der Eutrophierungs-Fussabdruck (grau hinterlegt) ergibt sich aus inländischen Umweltbelastungen plus importbedingten minus exportbedingte Umweltbelastungen.

Eutrophierungs-Fussabdruck pro Person

Pro Person sinkt der Eutrophierungs-Fussabdruck zwischen 2000 und 2018 von 16.3 auf 14.5 kg N-eq, was einem Rückgang um 11 % entspricht (Abbildung 34). In diesem Zeitraum sinken die inländischen Stickstoffemissionen um 22 % von 10.8 auf 8.4 kg N-eq.

Die Entwicklung der in- und ausländischen Beiträge zum Eutrophierungs-Fussabdruck ist ebenfalls in Abbildung 34 dargestellt. Der inländische Beitrag nimmt zwischen 2000 und 2018 um 33 % ab, während der ausländische Beitrag um 11 % zunimmt. Dies führt dazu, dass der Auslandsanteil am Fussabdruck von 50 % in 2000 auf 63 % in 2018 zunimmt.

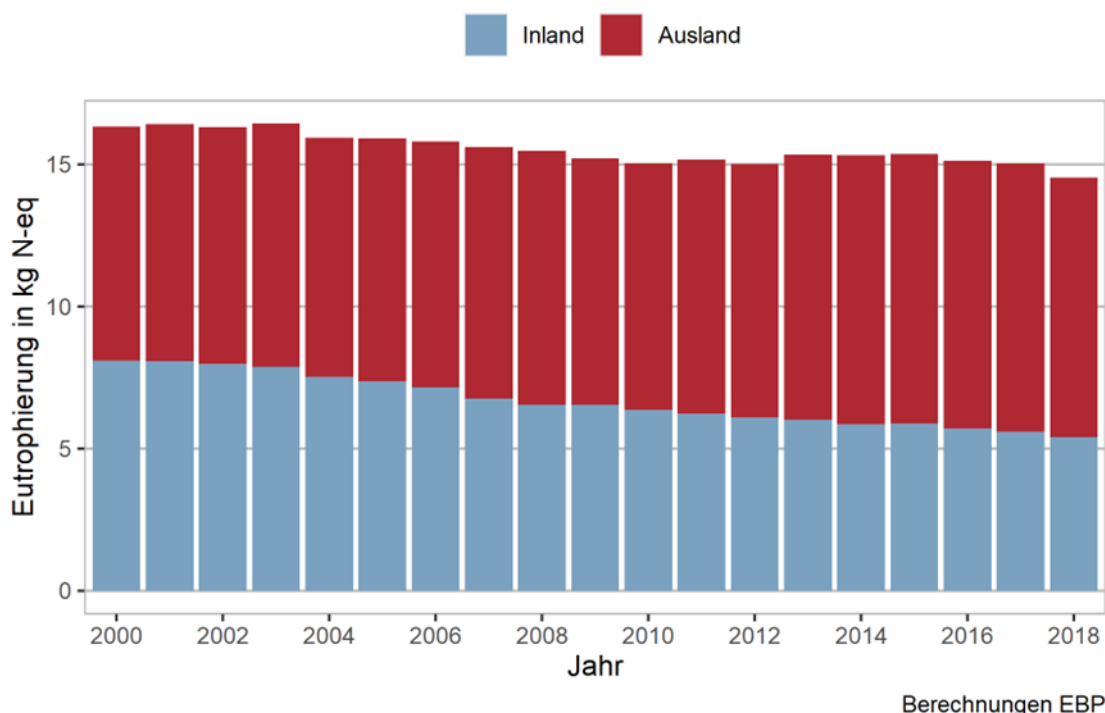


Abbildung 34 Entwicklung des Eutrophierungsfussabdrucks nach Emissionen im Inland und im Ausland, 2000 - 2018

3.5 Wasserstress-Fussabdruck

Der Wasserstress-Fussabdruck der Schweiz gemäss AWARE (Boulay et al. 2017) berücksichtigt nationale Wasserknappheiten. Der Wasserstress -Fussabdruck der Schweiz hat über den Betrachtungszeitraum um 5 % von 34 auf 36 Milliarden Kubikmeter Wasser-Äquivalent zugenommen (Abbildung 35). Die Entwicklung wird dabei stark durch den importbedingten Wasserstress beeinflusst, der inländische Wasserstress ist nicht relevant. Dies lässt sich damit erklären, dass die Wasserressourcen in einzelnen Ländern mit ihrer Knappheit gewichtet werden und die Schweiz nur einen geringen Anteil des verfügbaren Wassers nutzt. Für den Wasserstress-Fussabdruck der importierten Güter sind vor allem Baumwolle, Früchte und Gemüse (Mandeln, Tomatenpüree, Orangen), Getreide und Wein sowie weitere landwirtschaftliche Erzeugnisse bedeutend. Zusätzlich haben die Stromimporte aus fossil- und

nuklearthermischen Kraftwerken mit Turmkühlung einen relevanten Anteil am Wasserstress-Fussabdruck.

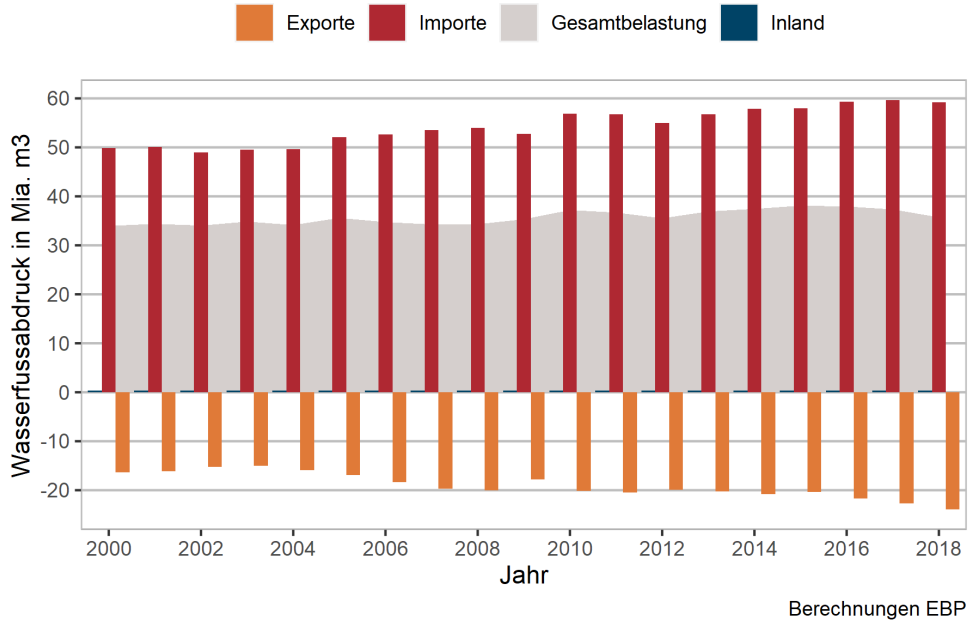


Abbildung 35 Entwicklung des Wasserstress-Fussabdrucks nach Wasserverbrauch im Inland und im Ausland, 2000 - 2018

Lesehilfe: Der Wasserstress-Fussabdruck (grau hinterlegt) ergibt sich aus inländischen Umweltbelastungen plus importbedingten minus exportbedingte Umweltbelastungen.

Wasserstress-Fussabdruck pro Person

Aus Abbildung 36 wird ersichtlich, dass der Wasserstress-Fussabdruck pro Person zwischen 2000 und 2018 von rund 4'700 auf 4'200 Kubikmeter gesunken ist, was einem Rückgang um 11 % entspricht. Dabei ist der inländische Anteil praktisch unbedeutend.

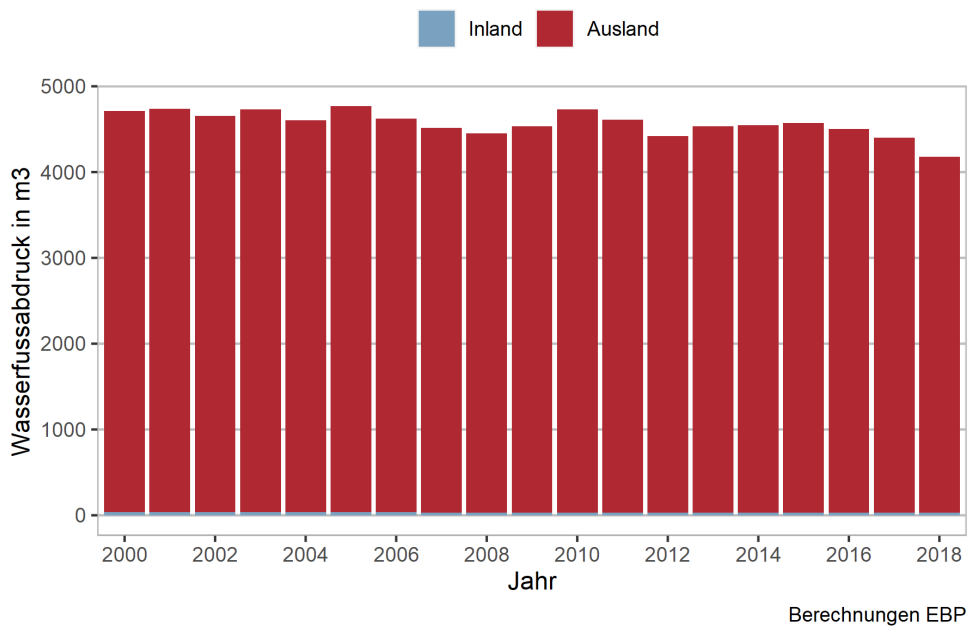


Abbildung 36 Entwicklung des Wasserstress-Fussabdrucks pro Person nach Wasserstress im Inland und im Ausland, 2000 - 2018

3.6 Vergleich mit der Wirtschaftsentwicklung

Bevölkerungsentwicklung und Wirtschaftswachstum stellen wichtige Treiber der Umweltbelastung dar. In diesem Abschnitt wird daher untersucht, ob sich die Entwicklung der Umweltbelastung von der Bevölkerungsentwicklung entkoppelt bzw. ob sich die Umwelteffizienz des Schweizer Konsums verbessert hat. Dazu werden die folgenden Indikatoren gebildet und deren Entwicklung analysiert:

- Umweltfussabdruck pro Einwohner/in
- Nachfragebezogene Umwelteffizienz: Der Indikator für die Umwelteffizienz ergibt sich durch die Division der inländischen Endnachfrage durch den Umweltfussabdruck. Die inländische Endnachfrage kann der volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung entnommen werden (BFS, Kontensequenz). Sie ergibt sich durch Abzug der Exporte von der Endnachfrage und bildet die Summe der Güter und Dienstleistungen, die der Endverwendung im Inland dienen und nicht mehr weiterverarbeitet werden. Sie setzt sich aus den Konsumausgaben privater Haushalte, dem Staatskonsum und den Bruttoanlageinvestitionen zusammen. Aus dem Bruttoinlandsprodukt (BIP) ergibt sich die inländische Endnachfrage durch Abzug der Exporte und Addition der Importe. Sie ist damit inhaltlich besser mit den Umweltfussabdrücken vergleichbar als das BIP, das auch die Herstellung von Gütern für den Export umfasst, dafür aber die Importe ausklammert. Die Werte für die inländische Endnachfrage wurden in konstante Preise des Jahres 2014 umgerechnet, um die Inflation herauszurechnen.

Für die folgenden Fussabdruck-Indikatoren (vgl. Kapitel 2.1.1) werden vergleichbare Effizienzindikatoren gebildet: Gesamtumwelt-Fussabdruck, Treibhausgas-Fussabdruck, Biodiversitäts-Fussabdruck, Eutrophierungs-Fussabdruck und Wasserstress-Fussabdruck.

Abbildung 37 zeigt die indexierte Entwicklung der Bevölkerung bzw. der wirtschaftlichen Indikatoren seit 2000. Bis 2018 ist die Bevölkerung um 19 % gewachsen, die inländische Endnachfrage um 28 % und das BIP um 37 %. Im Zeitverlauf wird der Abstand zwischen dem BIP und der inländischen Endnachfrage immer grösser. Die Differenz zwischen beiden entspricht dem Wert der 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.

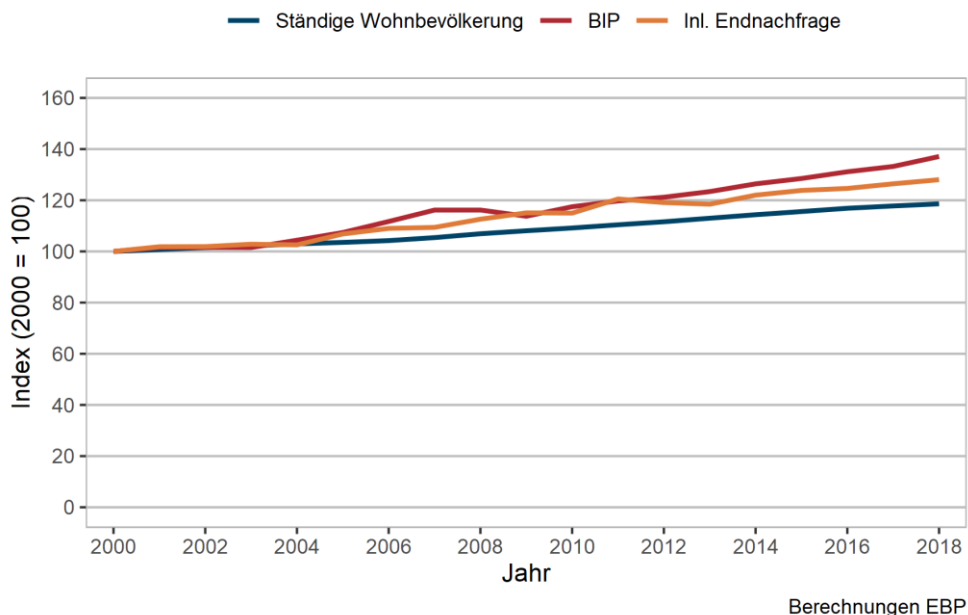


Abbildung 37 Entwicklung der Bevölkerungszahl, des BIP und der inländischen Endnachfrage der Schweiz zwischen 2000 und 2018

Abbildung 38 zeigt die Entwicklung des Gesamtumwelt-Fussabdrucks sowie des Treibhausgas- und des Biodiversitäts-Fussabdrucks pro Person. Der Gesamtumwelt-Fussabdruck und der Treibhausgas-Fussabdruck haben sich deutlich von der Bevölkerungsentwicklung entkoppelt. Pro Person ist der Gesamtumwelt-Fussabdruck um 26 % gesunken, der Treibhausgas-Fussabdruck um 24 %. Der Biodiversitäts-Fussabdruck pro Person stieg im Betrachtungszeitraum um 8 %.

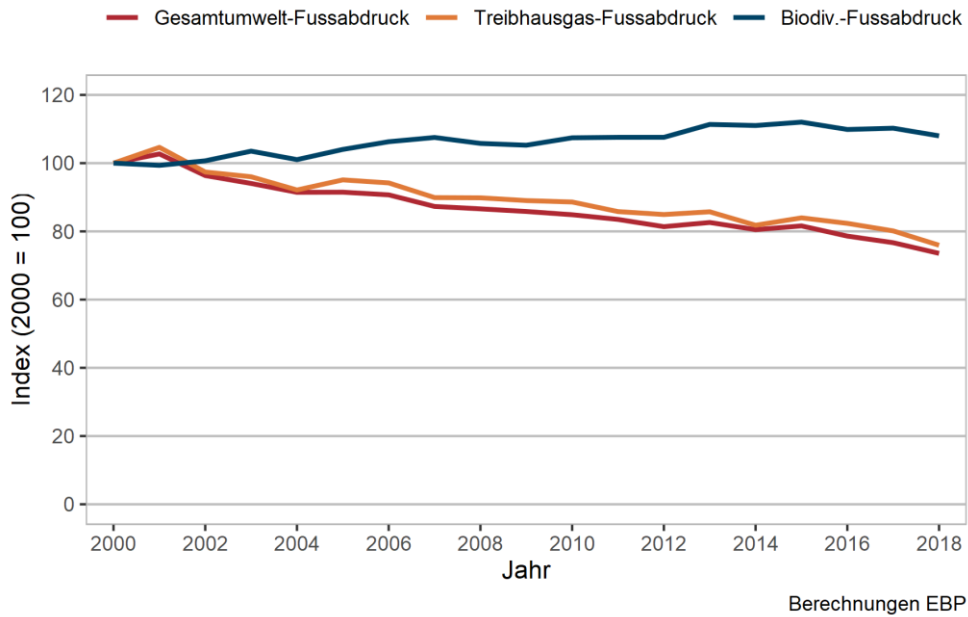


Abbildung 38 Entwicklung des Gesamtumwelt-Fussabdrucks sowie des Treibhausgas- und des Biodiversitäts-Fussabdrucks der Schweiz pro Person zwischen 2000 und 2018

Abbildung 39 zeigt die indexierte Entwicklung der Umwelteffizienz der drei Headline-Indikatoren aus der Fussabdruck-Perspektive. Man erkennt, dass die Umwelteffizienz der Gesamtumweltbelastung (UBP) zwischen 2000 und 2018 stark angestiegen ist (+47 %). Etwas weniger stark, jedoch ebenfalls deutlich, ist das Wachstum der Treibhausgas-Effizienz (+42 %). Die Effizienz des Biodiversitäts-Fussabdruckes hat sich seit 2000 kaum verändert.

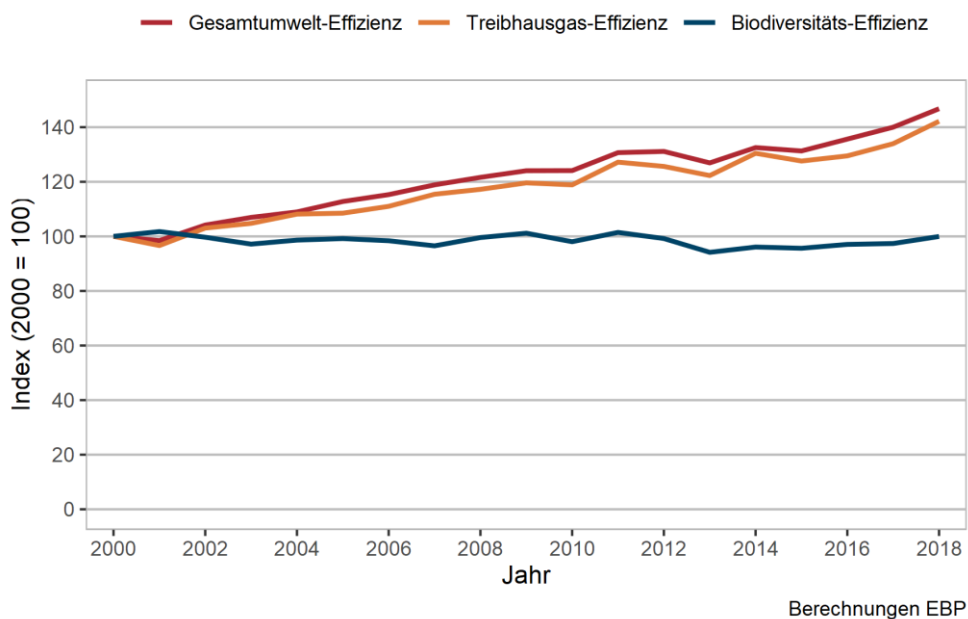


Abbildung 39 Entwicklung der nachfragebezogenen Umwelteffizienz der Headline-Indikatoren zwischen 2000 und 2018

3.7 Plausibilisierung der Ergebnisse

Zur Plausibilisierung der Ergebnisse erfolgt nachfolgend ein Vergleich mit Ergebnissen der Vorgängerstudie sowie anderer Studien und Statistiken zu Umweltfussabdrücken der Schweiz. Wir konzentrieren uns dabei auf den vom BFS publizierten Treibhausgasfussabdruck der Schweiz, die Ergebnisse der MatCH-Studie, in der die EMPA Umweltfussabdrücke mithilfe einer Stoffstromanalyse berechnet hat, und die Ergebnisse des SCP-HAT-Projektes, einem von der UNEP geförderten Projekt, in dem Umweltfussabdrücke für verschiedene Länder mit Hilfe von umweltorientierten multiregionalen Input-Output-Modellen geschätzt werden.

3.7.1 Vergleich mit der Vorgängerstudie

Nachfolgend dokumentieren wir die Ähnlichkeiten und Unterschiede zwischen den Ergebnissen der vorliegenden Studie, die mit der IO-TRAIL-Methode berechnet wurden, mit den Ergebnissen der Vorgängerstudie (Frischknecht et al. 2018a), die mit der TRAIL-Methode berechnet wurden. In den nachfolgenden Abbildungen zeigen wir jeweils die Ergebnisse der beiden Methoden für die inländischen Umweltbelastungen, die import- und exportbedingten Umweltbelastungen sowie die Umweltfussabdrücke. Der Vergleichszeitraum umfasst die Jahre 2000 bis 2015. Der Vergleich wird für die Gesamtumweltbelastung gemäss Bewertungsmethode UBP 2013, den Treibhausgasfussabdruck, den Biodiversitätsfussabdruck, den Wasserstressfussabdruck und den Eutrophierungsfussabdruck durchgeführt. Ein Vergleich für die Bewertungsmethode ReCiPe ist nicht sinnvoll, da in der vorliegenden Studie ReCiPe 2016 angewendet wird, während in der Vorgängerstudie die Methode ReCiPe 2008 zum Einsatz kam.

Gesamtumweltbelastung gemäss Bewertungsmethode UBP 2013

Der Ergebnisvergleich in Abbildung 40 kommt zu den folgenden Erkenntnissen:

- die inländische Umweltbelastung zeigt in der vorliegenden Studie einen ähnlichen Verlauf auf einem etwas höheren Niveau als die Vorgängerstudie. Grund dafür ist in erster Linie der höhere Klimawirkungsfaktor für Flugemissionen (Faktor 3 gegenüber Faktor 1.95 in der Vorgängerstudie)
- die importbedingte Umweltbelastung in der vorliegenden Studie ist höher als in der Vorgängerstudie, nimmt aber einen ähnlichen Verlauf. Die weitere Analyse zeigt geringe Unterschiede bei den Güterimporten. Hier dürfte sich die andere Modellierung der Stromimporte auswirken. Bei den Dienstleistungsimporten ergeben sich grössere relative Unterschiede, allerdings auf einem tieferen Niveau. Dies liegt einerseits wiederum am höheren Klimawirkungsfaktor der importierten Flugdienstleistungen und andererseits an der unterschiedlichen Modellierung in der vorliegenden Studie. Die Dienstleistungsimporte haben eine deutlich geringere Relevanz für den Umweltfussabdruck als die Güterimporte.

- die exportbedingte Umweltbelastung liegt deutlich höher als in der Vorgängerstudie. Grund dafür ist einerseits wiederum der höhere Klimawirkungsfaktor der exportierten Flugdienstleistungen. Andererseits erfolgt die Modellierung der exportbedingten Umweltbelastungen in der neuen Studie mittels Input-Output-Modell, während sie in der Vorgängerstudie durch die Verknüpfung von Exportmengen mit LCA-Daten berechnet wurden.
- Die Unterschiede beim Gesamtumwelt-Fussabdruck ergeben sich aus der Summe der genannten Einzelunterschiede. Da sich import- und exportbezogene Unterschiede weitgehend ausgleichen, liegt die Entwicklung des Umweltfussabdrucks in beiden Studien relativ nahe beieinander. In der vorliegenden Studie ist der Fussabdruck etwas tiefer als in der Vorgängerstudie, wobei die Unterschiede tendenziell mit der Zeit abnehmen. Zudem zeigt sich im Jahr 2009 kein Rückgang mehr, was damit zusammenhängt, dass der Rückgang bei den exportbedingten Umweltauswirkungen stärker ausfällt als in der Vorgängerstudie und den Rückgang der importbedingten Umweltauswirkungen somit stärker kompensiert als dies in der Vorgängerstudie der Fall war.

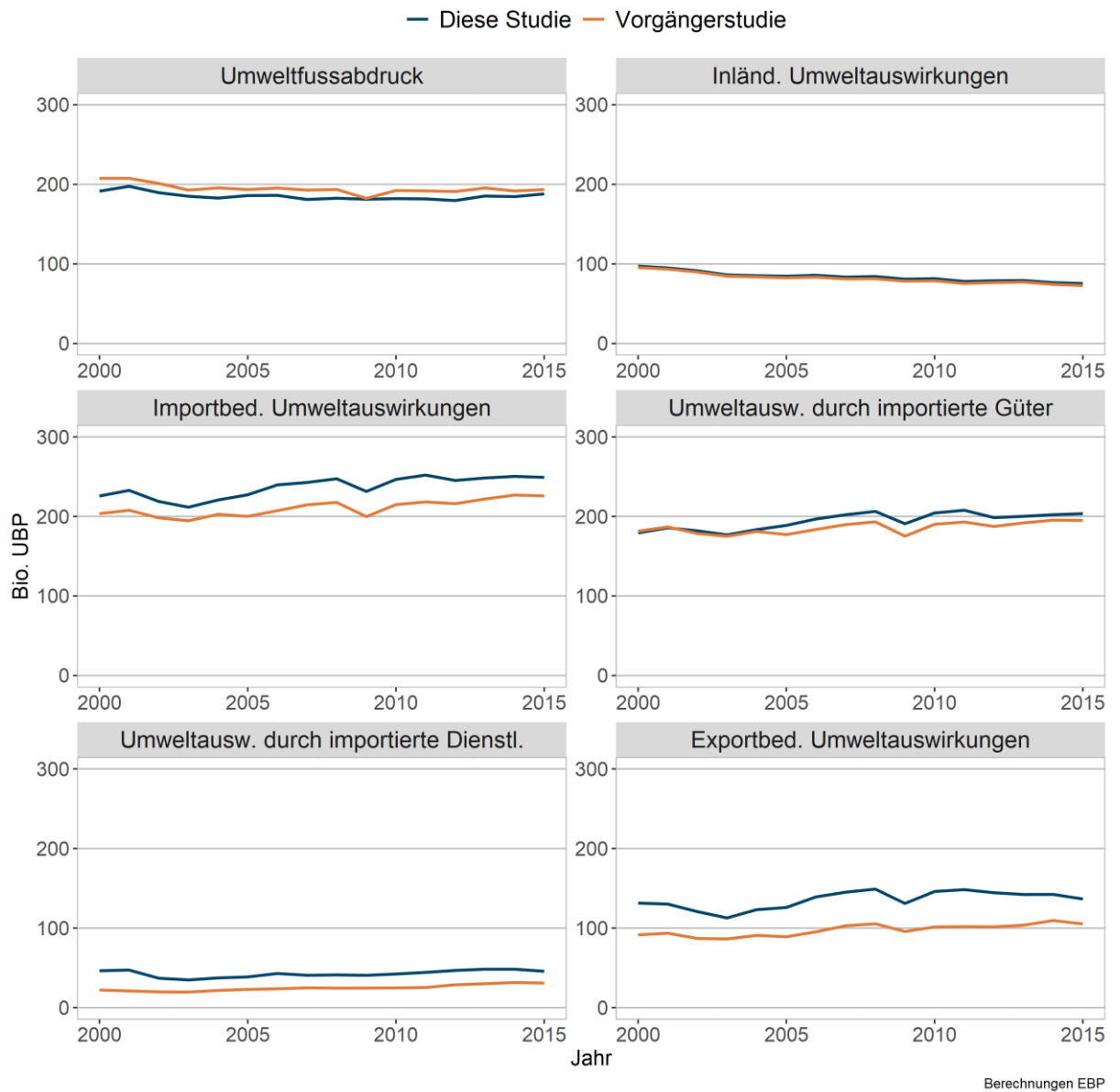


Abbildung 40 Ergebnisvergleich zur Entwicklung der Umweltfussabdrucks gemäss Bewertung mit UBP 2013 zwischen der vorliegenden Studie und der Vorgängerstudie, 2000 bis 2015

Weitere Fussabdrücke

Bei den übrigen Umweltfussabdrücken zeigen sich ähnliche Unterschiede wie beim Gesamt-Umweltfussabdruck (Abbildung 41 bis Abbildung 44). Beim Treibhausgas-Fussabdruck spielt der Klimawirkungsfaktor für Flugemissionen eine relativ grosse Rolle, was sich vor allem auf die inländischen Treibhausgasemissionen, die import- und exportbedingten Treibhausgasemissionen auswirkt und damit auch auf den Treibhausgas-Fussabdruck.

Bei den anderen Fussabdrücken spielt dieser Faktor hingegen keine Rolle. Beim Biodiversitäts-Fussabdruck und beim Eutrophierungs-Fussabdruck liegen die inländische Umweltbelastung, die mit Güterimporten verbundene und die Umweltfussabdrücke relativ nah beieinander. Die Unterschiede bei den Dienstleistungsimporten und den Exporten sind vorwiegend modellierungsbedingt. Während sich diese bei Biodiversität und Eutrophierung kaum auf den Fussabdruck auswirken, verändern sie beim Wasserstress-Fussabdruck den Verlauf der Entwicklung. In der vorliegenden Studie steigen die exportbedingten Umweltauswirkungen zwischen 2000 und 2018. Hierzu tragen vor allem Exporte von Nahrungsmitteln, Textilien und Pharmaerzeugnissen bei. In der Vorgängerstudie blieben hingegen die exportbedingten Umweltauswirkungen weitgehend konstant.

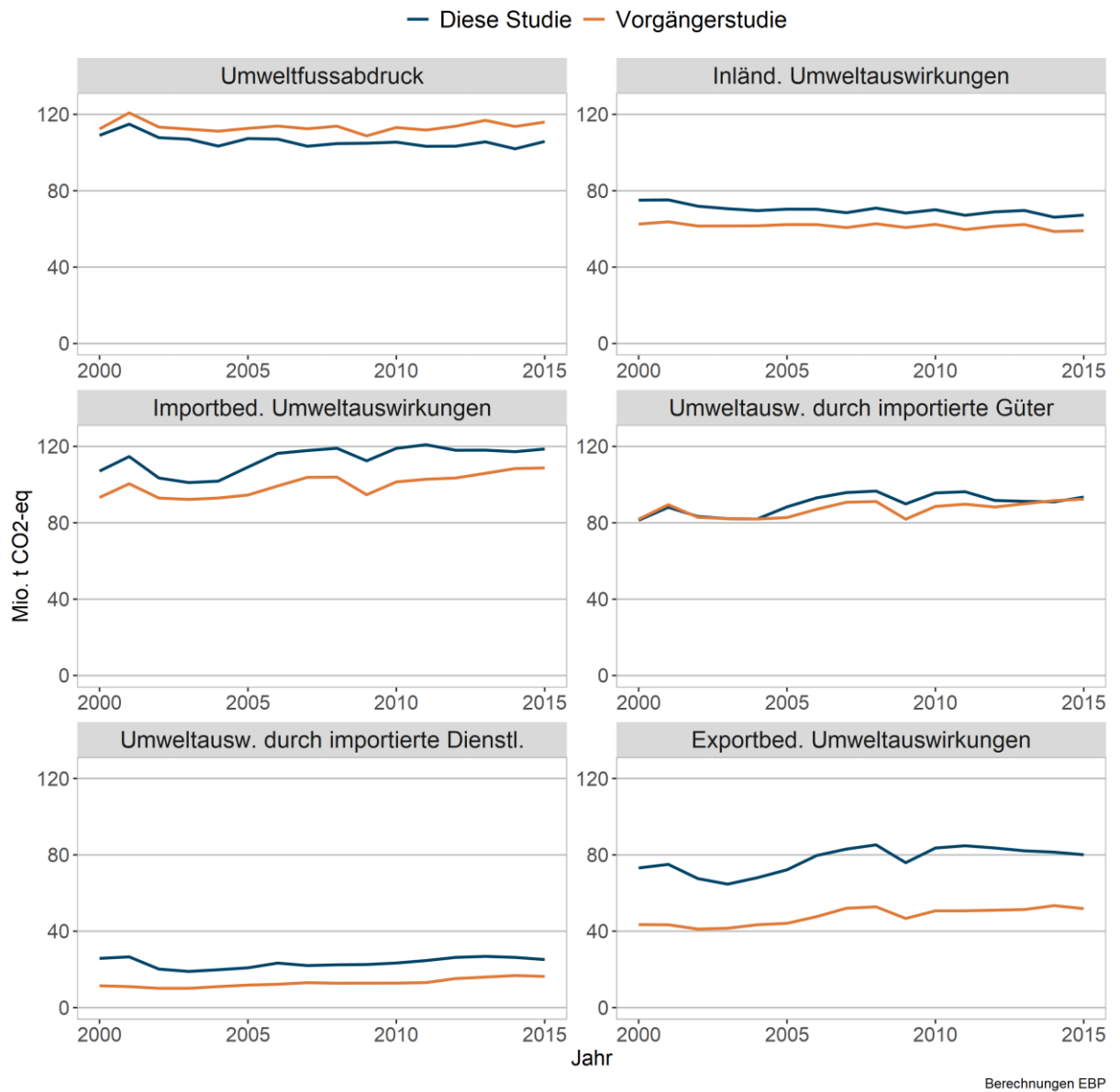


Abbildung 41 Ergebnisvergleich zur Entwicklung des Treibhausgas-Fussabdrucks zwischen der vorliegenden Studie und der Vorgängerstudie, 2000 bis 2015

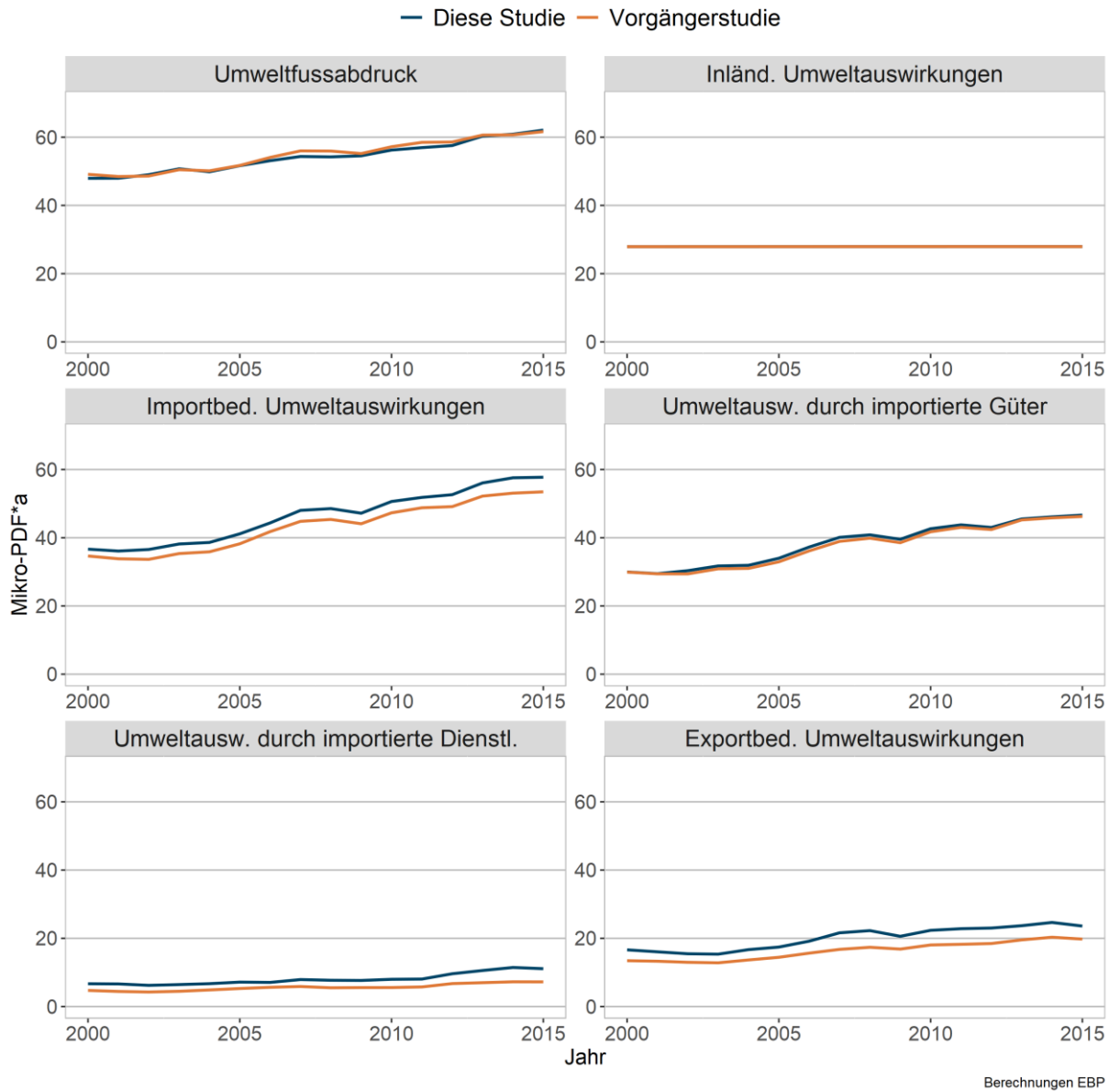


Abbildung 42 Ergebnisvergleich zur Entwicklung des Biodiversitäts-Fussabdrucks zwischen der vorliegenden Studie und der Vorgängerstudie, 2000 bis 2015

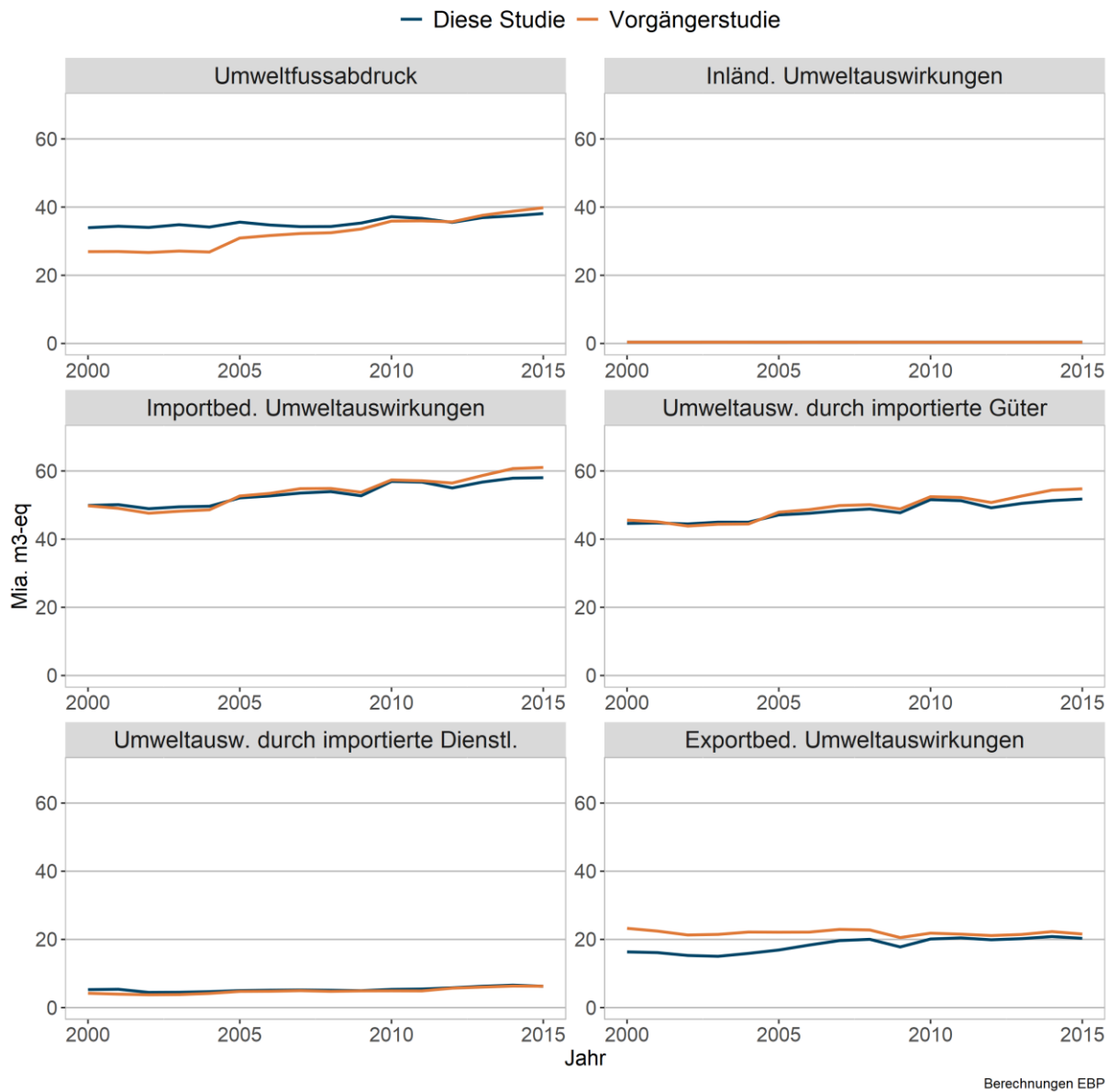


Abbildung 43 Ergebnisvergleich zur Entwicklung des Wasserstress-Fussabdrucks zwischen der vorliegenden Studie und der Vorgängerstudie, 2000 bis 2015

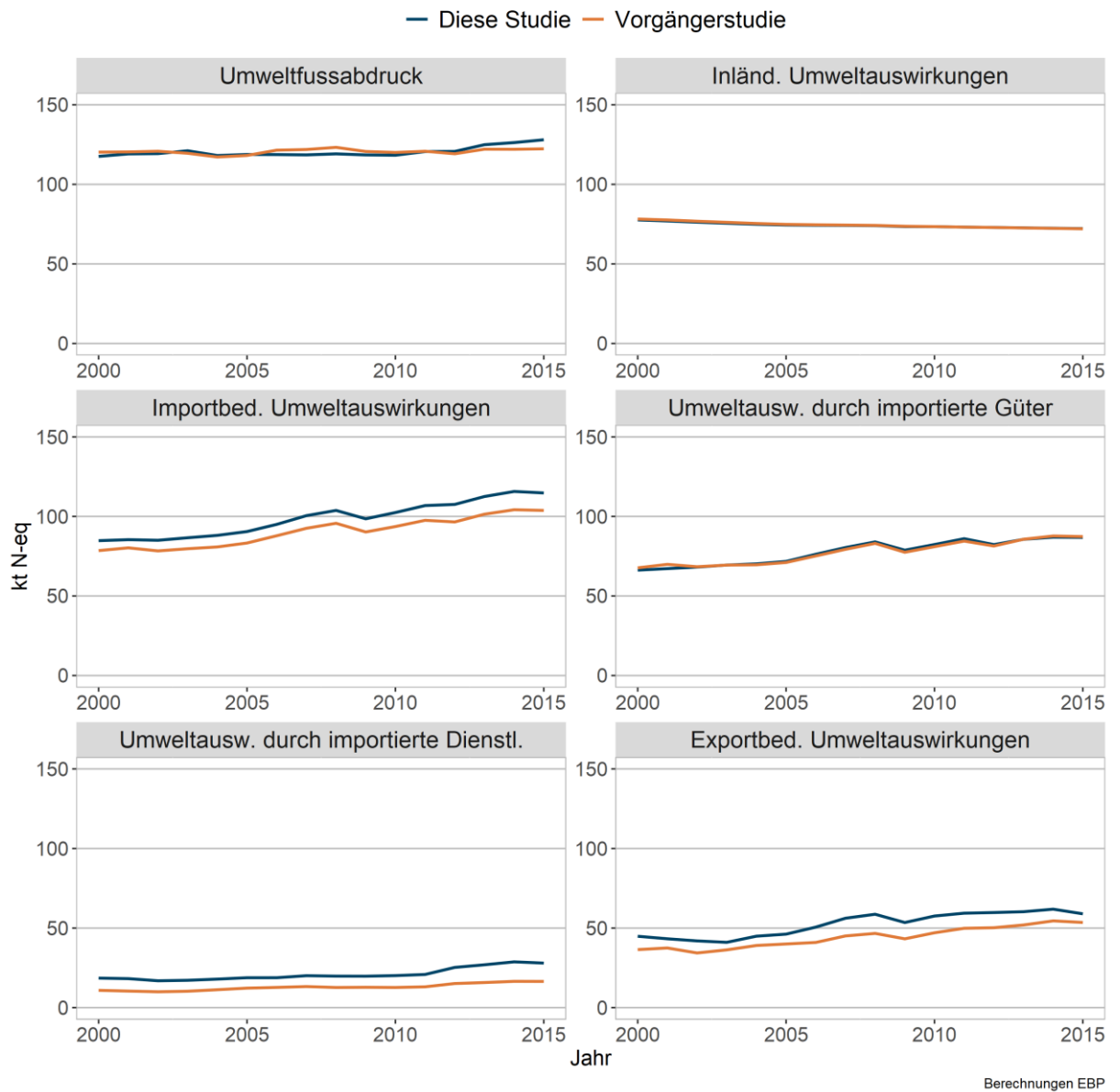


Abbildung 44 Ergebnisvergleich zur Entwicklung des Eutrophierungs-Fussabdrucks zwischen der vorliegenden Studie und der Vorgängerstudie, 2000 bis 2015

3.7.2 Vergleich mit anderen Statistiken und Studien

Im Sinne einer Validierung vergleichen wir unsere Ergebnisse mit den Ergebnissen anderer Statistiken und Studien, die in Tabelle 4 aufgeführt sind und die wir nachfolgend kurz erläutern.

Statistik / Studie	Methode	Vergleichbare Fussabdrücke
BFS: Treibhausgas-Fussabdruck	Umweltorientierte Input-Output-Analyse plus regionenspezifische Korrekturfaktoren	THG-Fussabdruck
SCP-HAT	Multiregionale umweltorientierte Input-Output-Analyse (EE-MRIO)	THG-Fussabdruck Biodiversitäts-Fussabdruck
EMPA: MatCH-Studie	Stoffstromanalyse und Ökobilanzierung	THG-Fussabdruck, Gesamtumweltbelastung (UBP 2013)

Tabelle 4: Statistiken und Studien für den Ergebnisvergleich

BFS: Treibhausgas-Fussabdruck

Das BFS²² (Stand Januar 2022) berechnet den offiziellen THG-Fussabdruck mit einer umweltorientierten Input-Output-Analyse (vgl. BFS 2018). Dabei werden die THG-Emissionen im Inland durch Kombination einer Input-Output-Tabelle mit den Luftemissionskonten des BFS berechnet. Die THG-Emissionen im Ausland werden ermittelt durch die Verknüpfung der Schweizer Importe mit Emissionsintensitäten von Eurostat für Importe aus der EU und angepassten Emissionsintensitäten für Importe aus anderen Weltregionen. Die Berechnung der Emissionen im Inland ist mit dem in der vorliegenden Studie gewählten Vorgehen vergleichbar und auch die Datenbasis ist identisch. Die Berechnung der Emissionen im Ausland unterscheidet sich hingegen stark, da unterschiedliche Methoden angewendet werden, die auch Unterschiede bei den verwendeten Daten mit sich bringen.

Zudem ist in der vorliegenden Studie und im Unterschied zur Berechnungsweise des BFS die Investitionsnachfrage (abgesehen von den Wohnbauinvestitionen) nicht Teil der Endnachfrage, sondern wurde in die Lieferketten der Branchen integriert (vgl. Kapitel 2.1.4). Dies führt dazu, dass die mit der Herstellung von Investitionsgütern verbundenen Umweltauswirkungen nicht vollständig der inländischen Endnachfrage zugerechnet werden, sondern zum Teil den Exporten. Im Vergleich zur Berechnungsweise des BFS sind in der vorliegenden Studie die Umweltfussabdrücke der Schweiz kleiner.

SCP-HAT-Studie

SCP-HAT²³ ist ein Projekt im Auftrag der UNEP, in dem verschiedene Umweltfussabdrücke für eine Vielzahl von Ländern berechnet werden. Zudem

22 [Luftemissionen | Bundesamt für Statistik \(admin.ch\)](#)

23 [SCP Hotspots Analysis \(lifecycleinitiative.org\)](#)

soll es ermöglichen, die Hotspots in den Umweltfussabdrücken zu identifizieren, um diese zielgerichtet mit Politikmassnahmen adressieren zu können. Die Berechnung erfolgt mit der Methode der umweltorientierten multiregionalen Input-Output-Analyse, bei der die Lieferketten von der Rohstoffgewinnung bis zur Endnachfrage auf Branchenebene zwischen Ländern nachverfolgt werden können. Die Datenbasis enthält zudem länder- und branchenspezifische Ressourcenverbräuche und Emissionen. Dies erlaubt, die globalen Umweltauswirkungen zu berechnen, die durch die Endnachfrage in einem bestimmten Land ausgelöst werden.

EMPA: MatCH-Studie

Mit der MatCH-Studie hat die EMPA eine Analyse der mit dem Konsum der Schweiz verbundenen Stoff- und Energieflüsse sowie der daraus folgenden Umweltbelastungen durchgeführt. In dieser Studie werden die drei Bereiche Bau, Mobilität sowie Produktion und Konsum unterschieden. Für jeden dieser Bereiche werden der Import, die inländische Produktion und der Export von Rohstoffen, Energieträgern und Produkten und daraus der Konsum dieser Produkte in der Schweiz in physischen Einheiten berechnet. Zudem werden die bestehenden Materiallager sowie die Zu- und Abflüsse ermittelt. Die mit der Bereitstellung, Nutzung und Entsorgung der Produkte verbundenen Umweltbelastungen werden durch Verknüpfung der konsumierten Mengen mit Ökobilanzdaten berechnet.

In der Studie werden die drei genannten Endnachfragebereiche weiter aufgeteilt auf bis zu 28 Detailkategorien, hinter denen rund 900 Gütergruppen stehen. Diese Gütergruppen werden auf 18 Materialkategorien aufgeteilt, die für die vereinfachte Ökobilanzierung verwendet werden, wobei wiederum Differenzierungen bei der Zuordnung der Materialkategorien zu den in der Ecoinvent-Datenbank verfügbaren Produkten erfolgen. Die Materialflüsse werden also relativ umfassend erfasst. Hingegen scheinen der Import und Export von Dienstleistungen und die damit verbundenen Umweltbelastungen im In- und Ausland nicht einbezogen zu werden.

Die Ergebnisse der MatCH-Studie liegen nur für das Jahr 2018 vor.

Im Folgenden vergleichen wir die mit den unterschiedlichen Methoden für die Schweiz berechneten Umweltfussabdrücke.

Treibhausgas-Fussabdruck im Vergleich

Die Ergebnisse der verschiedenen Quellen zum THG-Fussabdruck sind in Abbildung 45 dargestellt. Die Ergebnisse der vorliegenden Studie stimmen im Niveau relativ gut mit dem THG-Fussabdruck des BFS und den Ergebnissen der MatCH-Studie überein. Allerdings nimmt der THG-Fussabdruck des BFS einen etwas anderen Verlauf als der in der vorliegenden Studie berechnete Fussabdruck. Er ist stärker von Schwankungen geprägt. Beide Fussabdrücke zeigen eine sinkende Tendenz zwischen 2000 und 2018. Im Gegensatz dazu steigt der im SCP-HAT-Projekt berechnete THG-Fussabdruck der Schweiz zwischen 2000 und 2015 an. Im Jahr 2015 ist der THGF von SCP-HAT rund 30 % höher als der Wert in dieser Studie. Der THGF des BFS liegt in 2018 12 % über dem Wert dieser Studie. Der im MatCH-Projekt berechnete Fussabdruck weicht nur um 1% vom Wert dieser Studie ab.

Während der THGF in der vorliegenden Studie zwischen 2000 und 2015 um 3 % sinkt, der des BFS vergleichbar um 4 % sinkt, steigt der im SCP-HAT-Projekt berechnete THGF um 10 %.

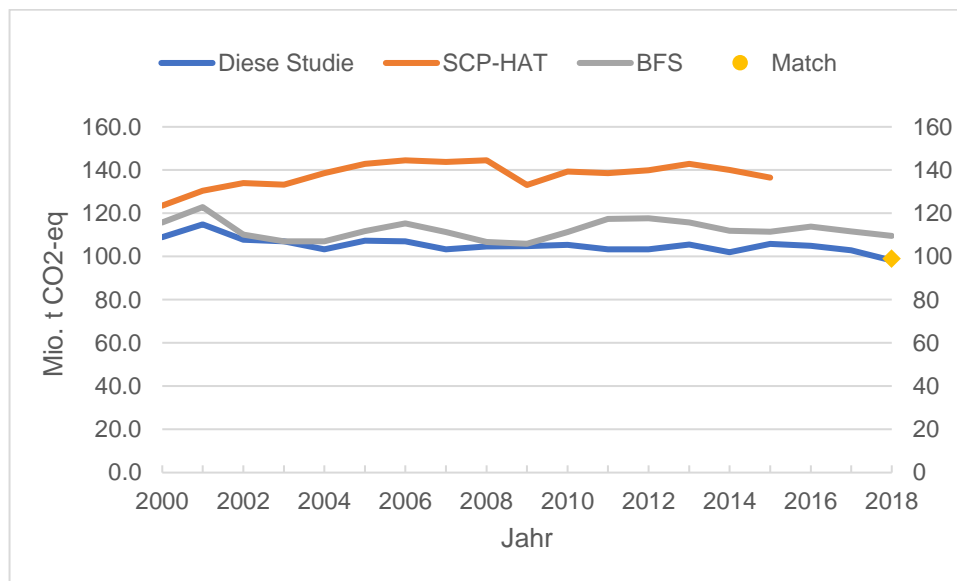


Abbildung 45 Treibhausgas-Fussabdruck im Vergleich

Gesamtumweltbelastungs-Fussabdruck im Vergleich

Der in der vorliegenden Studie berechnete Gesamtumweltbelastungs-Fussabdruck gemäss Bewertungsmethode UBP 2013 lässt sich mit den Ergebnissen der MatCH-Studie vergleichen. Die Ergebnisse zeigen eine relativ gute Übereinstimmung. Die MatCH-Studie kommt auf einen um 8 % geringeren Wert.

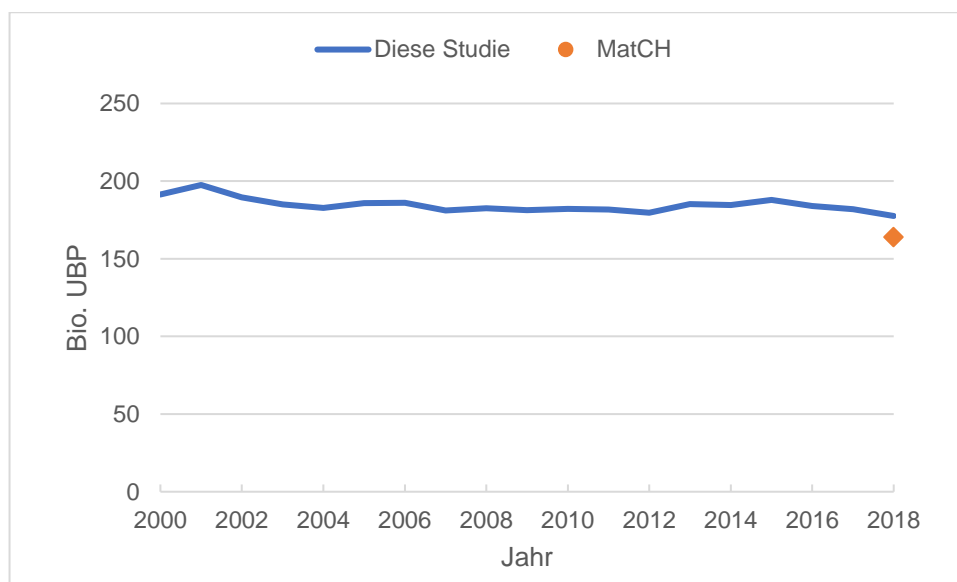


Abbildung 46 Gesamtumweltbelastungs-Fussabdruck im Vergleich

Biodiversitäts-Fussabdruck im Vergleich

Ergebnisse zum Biodiversitäts-Fussabdruck werden nur im SCP-HAT-Projekt berechnet. Die Ergebnisse der beiden Studien unterscheiden sich deutlich. Gemäss SCP-HAT-Projekt hat sich der Biodiversitäts-Fussabdruck der Schweiz von rund 190 Mikro-PDF*a im Jahr 2000 auf 117 Mikro-PDF*a im Jahr 2018 verringert, das entspricht einem Rückgang um 39 %. Demgegenüber beträgt der Biodiversitäts-Fussabdruck der Schweiz gemäss der vorliegenden Studie rund 61 Mikro-PDF*a in 2018 und hat seit dem Jahr 2000 um 28 % zugenommen. Es gibt also sowohl beim Niveau als auch bei der Entwicklung deutliche Unterschiede zwischen den beiden Ansätzen.

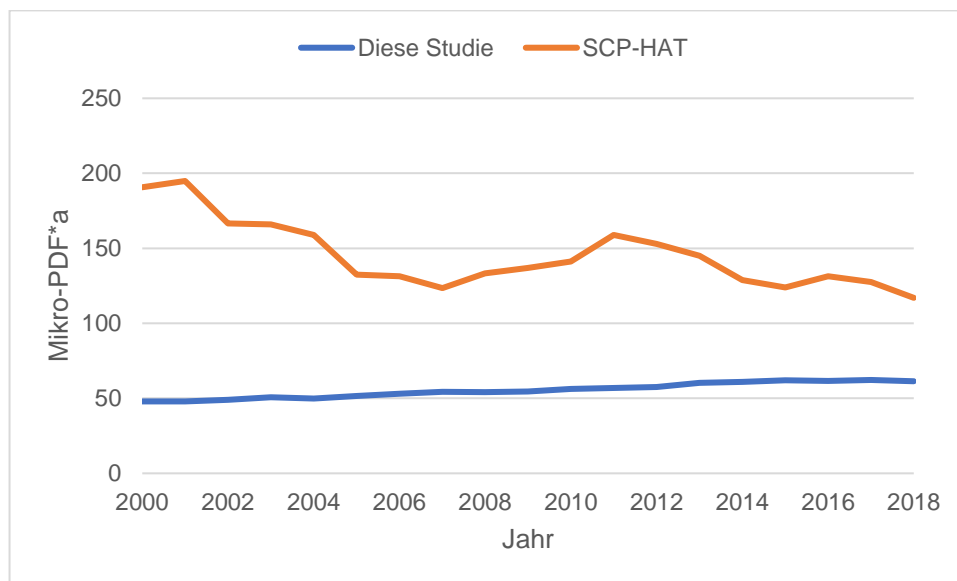


Abbildung 47 Biodiversitäts-Fussabdruck im Vergleich

Die Unterschiede zwischen den verschiedenen Ansätzen sind ohne vertiefende Analysen nur schwer zu identifizieren. Grundsätzlich sind sie eine Folge der unterschiedlichen Berechnungsmethoden und der unterschiedlichen Daten, die verwendet werden, die ihre spezifischen Vor- und Nachteile haben (vgl. auch Nathani / Frischknecht (2019) für einen Methodenvergleich).

Der Biodiversitäts-Fussabdruck nach Chaudhary et al. (2015) reagiert sehr sensitiv auf die an den Lieferketten beteiligten Länder. MRIO-gestützte Ansätze, die eine hohe regionale und zeitliche Auflösung haben, könnten hier Vorteile ausspielen. Ein Nachteil der MRIO-Modelle ist jedoch der relativ geringe Disaggregationsgrad der betrachteten Branchen und Produktgruppen. Dies ist wiederum ein Vorteil des hier verwendeten IO-TRAIL-Ansatzes, bei dem innerhalb der Gütergruppe der Nahrungsmittel noch zwischen umweltrelevanten Produkten wie Kaffee, Kakao oder Sojaschrot unterschieden werden kann.

Angesichts der komplexen Modelle und der umfangreichen Datenbestände war eine vertiefte Analyse der Unterschiede im Rahmen des vorliegenden Projektes nicht möglich.

Fazit aus den empirischen Vergleichen

Insgesamt lassen sich aus dem empirischen Vergleich die folgenden Schlussfolgerungen ziehen. Die Ergebnisse der vorliegenden Studie stimmen hinsichtlich des Niveaus der Fussabdrücke recht gut mit den Ergebnissen des BFS und der MatCH-Studie überein. Bei der zeitlichen Entwicklung des THGF gibt es hinsichtlich der Entwicklungsrichtung eine gute Übereinstimmung mit dem BFS, auch wenn sich der Verlauf der Kurven unterscheidet. Die im SCP-HAT-Projekt für die Schweiz berechneten Fussabdrücke sind jedoch deutlich höher als die in der vorliegenden Studie berechneten Fussabdrücke. Zudem unterscheiden sich auch die Entwicklungsrichtung und der zeitliche Verlauf.

4. Fallbeispiele

4.1 Treibhausgasemissionen des Flugverkehrs

4.1.1 Einleitung

In diesem Kapitel werden die Treibhausgasemissionen analysiert, die mit dem Flugverkehr verbunden sind. Dabei lassen sich verschiedene Perspektiven und Darstellungsformen unterscheiden.

Im Kontext der vorliegenden Studie interessiert vor allem der Treibhausgasfussabdruck der Flugdienstleistungen, die die Schweizer Wirtschaftsakteure in Anspruch nehmen. Diese Flugdienstleistungen umfassen

- Private Flüge der Schweizer Wohnbevölkerung in der Schweiz und im Ausland. Diese zählen in der VGR zur Endnachfrage.
- Geschäftsreisen von Beschäftigten der inländischen Unternehmen mit dem Flugzeug, die zu den Vorleistungen der Unternehmen gehören. Bei der Berechnung des THGF ist ein Exportanteil abzuziehen, da die Geschäftsreisen zum Teil dem Exportgeschäft der Unternehmen dienen.
- Flüge für den Import von Gütern (vgl. auch Kapitel 2.1.6). Die Gütertransporte können durch in- oder ausländische Flugunternehmen abgewickelt werden.

Daneben existieren Statistiken zu den Flügen in der Schweiz, aus der Schweiz ins Ausland und aus dem Ausland in die Schweiz, die vom Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL) erhoben werden. Diese fliessen zum Teil auch in das Treibhausgasinventar ein. Tabelle 5 verdeutlicht die unterschiedlichen Systemgrenzen der Statistiken im Vergleich zu den Flügen, die in die Berechnung des THGF einzubeziehen sind.

Flugart	MZMV	BAZL	THGI	THGF
Passagierflüge von Gebietsansässigen in der Schweiz und aus der Schweiz ins Ausland	x	x	x	x
Passagierflüge von Gebietsansässigen aus dem Ausland in die Schweiz	x	x		x
Passagierflüge von nicht Gebietsansässigen in der Schweiz, aus der Schweiz ins Ausland und aus dem Ausland in die Schweiz		x		
Passagierflüge von Gebietsansässigen im Ausland	x			x
Wege von Gebietsansässigen mit anderen Verkehrsmitteln auf Flugreisen mit Übernachtungen	x			
Transport von Gütern per Flugzeug in die Schweiz		x		x
Transport von Gütern per Flugzeug ins Ausland		x	x	
Flüge in den Lieferketten Schweizer Importgüter				x
Erläuterungen MZMV: Mikrozensus Mobilität und Verkehr, BAZL: Zivilluftfahrtstatistik der Schweiz, THGI: Treibhausgasinventar der Schweiz, THGF: Treibhausgasfussabdruck der Schweiz (diese Studie)				

Tabelle 5 Systemgrenzen der Statistiken zu Flügen (Quelle: Darstellung EBP)

Die Statistiken unterscheiden sich auch hinsichtlich der Art, wie die Emissionen der Flüge erfasst werden. Das BAZL führt unterschiedliche Berechnungen aus verschiedenen Perspektiven durch:

- Territorialprinzip: Emissionen, die im Schweizer Luftraum ausgestossen werden. Dieses Prinzip ist für die vorliegende Studie nicht relevant.
- Absatzprinzip: Emissionen, die aufgrund der in der Schweiz getankten Treibstoffmenge ausgestossen werden.
- Treibhausgasinventar: Die Daten im Treibhausgasinventar umfassen nur die Emissionen der nationalen Flüge sowie mit einem Memo-Eintrag die der internationalen Flüge, die die Schweiz verlassen. Die internationalen Flüge in die Schweiz werden nicht berücksichtigt. Dies entspricht ungefähr dem Absatzprinzip.
- Inlandprinzip der VGR: Emissionen, die von den inländischen Fluggesellschaften global ausgestossen werden. Diese Daten werden für die Emissionskonten des BFS berechnet.

Im Folgenden stellen wir zunächst auf der Basis von Daten des BAZL die allgemeine Entwicklung des Flugverkehrs und der flugbedingten Emissionen in der Schweiz dar (Kap. 4.1.2), schätzen anschliessend den Treibhausgasfussabdruck der Passagierflüge ab (Kap. 4.1.3) und schliesslich die mit Güterimporten verbundenen flugbezogenen Treibhausgasemissionen (Kap. 4.1.4).

4.1.2 Flugverkehr in der Schweiz

Die Darstellung in diesem Kapitel basiert auf Daten aus der Schweizerischen Zivilluftfahrtstatistik (ZLS; BFS 2021). Sie umfasst die Flüge in der Schweiz,

Flüge aus der Schweiz ins Ausland sowie aus dem Ausland in die Schweiz. Die meisten Flüge transportieren sowohl Passagiere als auch Güter. Daneben gibt es auch reine Passagier- und reine Frachtflüge. Passagier- und Frachtflüge mit Abflug- und Zielflughafen im Ausland, die im Zusammenhang mit dem Schweizer Konsum stehen, sind hier nicht berücksichtigt.

Im Folgenden konzentrieren wir uns auf Statistiken zum dominierenden Linien- und Charterverkehr. Der General Aviation Verkehr²⁴ wird nicht einbezogen. Beim Passagieraufkommen wird zwischen Lokal-, Transfer- und Transitpassagieren unterschieden. Transitpassagiere fliegen nach einer Zwischenlandung mit dem gleichen Flugzeug weiter. Diese berücksichtigen wir nicht in der folgenden Darstellung, da die Schweiz für diese Passagiere kein Ziel darstellt.

Die folgende Tabelle enthält einige Kennzahlen zum Flugverkehr in der Schweiz bzw. über Schweizer Flughäfen in den Jahren 2000 und 2019. Die Zahl der Flugbewegungen sinkt in diesem Zeitraum um 13 %. Die Zahl der Passagiere und die Verkehrsleistung nimmt hingegen um 70 % zu. Die transportierte Frachtmenge sinkt um 13 %.

Kennzahl	2000	2019	Veränderung
Anzahl Flugbewegungen (in 1000)	537.8	469.7	-13%
Anzahl Passagiere (in Mio.)	34.4	58.6	+70%
Verkehrsleistung Passagierflüge (in Mia. Pkm)	66.2	112.4	+70%
Transportierte Frachtmengen (in kt) ¹⁾	532.0	462.8	-13%

¹⁾ Import, Export, Transfer

Tabelle 6 Kennzahlen zum Flugverkehr in der Schweiz in 2000 und 2018
Quelle: BFS (2021c): Schweizerische Zivilluftfahrtstatistik 2020

Abbildung 48 zeigt die Entwicklung der Kennzahlen zwischen 2000 und 2019. Sie zeigt bei der Zahl der Flugpassagiere und der damit verbundenen Verkehrsleistung eine kontinuierliche Zunahme, die durch einen Einbruch nach 2001 (Terroranschläge 9/11) und einen leichten Rückgang in 2009 (Wirtschaftskrise) unterbrochen wurde. Die Zahl der Flugbewegungen und die transportierte Frachtmenge lagen in 2019 immer noch unter dem Niveau von 2000. Die Schere zwischen der Entwicklung der Flugbewegungen und der der Passagierzahl ist vor allem auf grössere und besser ausgelastete Flugzeuge zurückzuführen. Die weitgehend parallele Entwicklung der Passagierzahl und der Verkehrsleistung zeigt, dass sich die Distanz pro Flug kaum verändert hat.

24 z.B. gewerblicher und privater Geschäftsreiseverkehr, Rundflüge, Transportflüge, Sportflüge

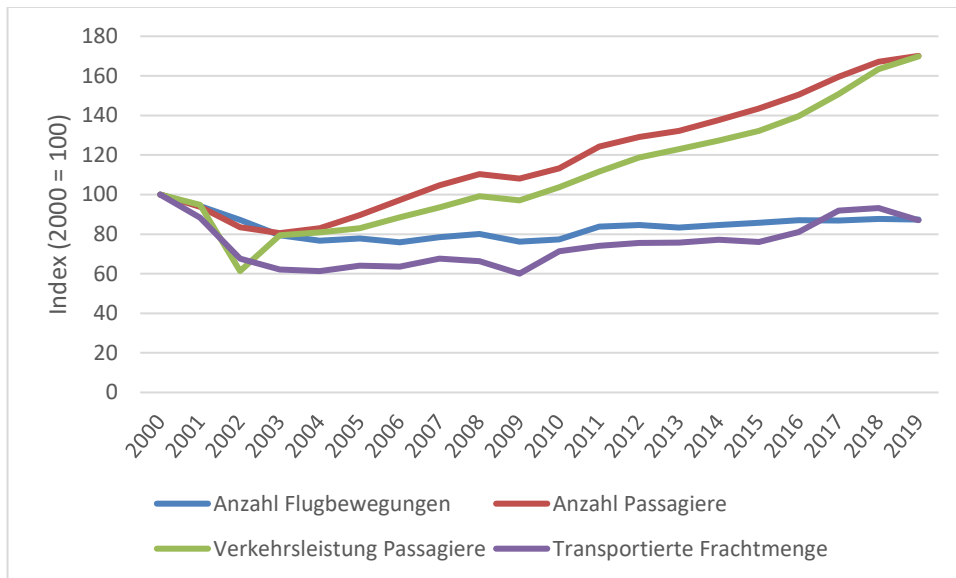


Abbildung 48 Entwicklung von Kennzahlen zum Flugverkehr in der Schweiz, 2000 – 2018 (Quelle: BFS 2021c: Schweizerische Zivilluftfahrtstatistik 2020)

Das Bundesamt für Zivilluftfahrt modelliert den Treibstoffverbrauch und die damit verbundenen CO₂-Emissionen aller Flüge in der Schweiz, aus der Schweiz und in die Schweiz (BAZL 2021)²⁵. Danach sind die CO₂-Emissionen zwischen 2007 und 2019 von 9.0 auf 12.7 Mio. Tonnen CO₂ gestiegen, das entspricht einer Zunahme um 40 %. Dabei werden auch die Emissionen des General-Aviation-Verkehrs und der nicht gewerblichen Flüge einbezogen.

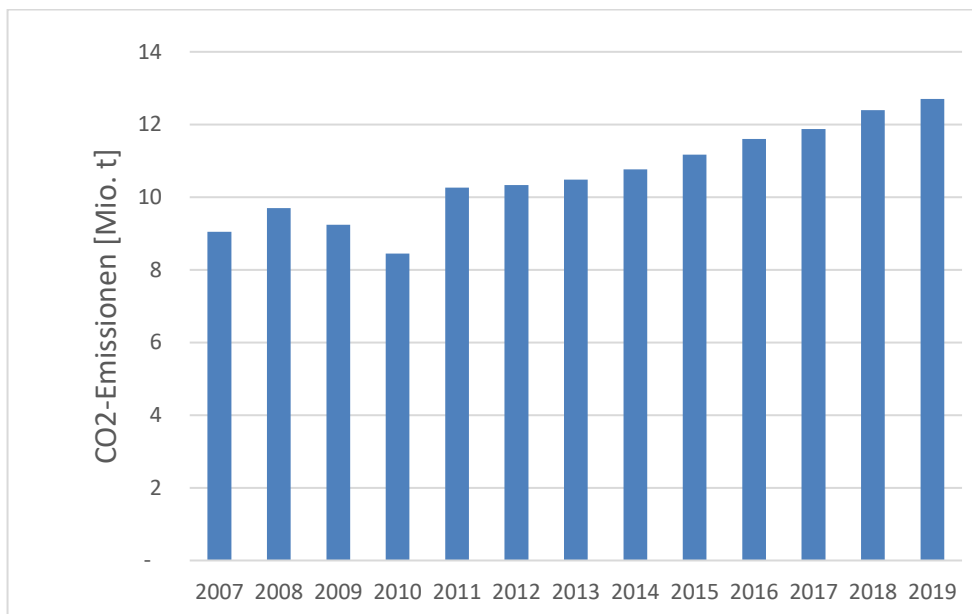


Abbildung 49 CO₂-Emissionen von Flügen in der Zivilluftfahrt der Schweiz (Quelle: BAZL 2021, Berechnungen EBP; ohne zusätzliche Klimawirkung der flugbedingten Nicht-CO₂-Emissionen)

²⁵ Das BAZL berücksichtigt im Gegensatz zur vorliegenden Studie nicht die zusätzliche Klimawirkung der flugbedingten Nicht-CO₂-Emissionen.

Die Emissionen entsprechen etwas mehr als dem Doppelten der im Treibhausgasinventar publizierten Emissionen, da neben den ausgehenden auch die ankommenden Flüge einbezogen werden.

Diese Daten lassen sich nicht direkt zur Berechnung des flugbedingten Treibhausgasfussabdrucks verwenden, da die Flüge sowohl in- und ausländische Passagiere als auch importierte und exportierte Güter transportieren. Die Berechnung des flugbedingten Treibhausgasfussabdrucks wird im folgenden Kapitel erläutert.

4.1.3 Treibhausgasfussabdruck der Passagierflüge

Flüge der Schweizer Wohnbevölkerung für private Zwecke und für Dienstreisen lassen sich mithilfe des Mikrozensus Mobilität und Verkehr erfassen. Er wird alle fünf Jahre publiziert; die derzeit aktuellsten Daten liegen für das Jahr 2015 vor. Danach sind Inländer im Jahr 2015 im Durchschnitt rund 9'000 km geflogen (Tabelle 7). Das entspricht 36 % der durchschnittlichen Jahresmobilität, d.h. der insgesamt in einem Jahr zurückgelegten Distanzen. Geflogen wird vor allem in der Alltagsmobilität (rund 3'000 km) und bei Flugreisen mit Übernachtungen (knapp 6'000 km). Die für Flugreisen angegebenen Distanzen beinhalten dabei nicht nur Flüge, sondern auch Wege mit anderen Verkehrsmitteln, z.B. mit Mietwagen in der Feriendestination. Die von Inländern mit Flugzeugen zurückgelegten Distanzen werden daher überschätzt und es ist unbekannt, wie gross die Überschätzung ist.

Zwischen 2010 und 2015 ist die durchschnittliche Jahresmobilität per Flugzeug erheblich gestiegen (um 72 %). Dabei ist die Zunahme in der Alltagsmobilität grösser als bei den Flugreisen, was vermutlich mit mehr Geschäftsreisen erklärt werden kann.

Tabelle 7 zeigt auch die gesamte Verkehrsleistung der inländischen Wohnbevölkerung nach der Hochrechnung. Es ergibt sich eine Zunahme von knapp 39 Mio. Personenkilometern (Pkm) auf gut 70 Mio. Pkm, was einem Zuwachs um 81 % entspricht. Der Vergleich mit der Entwicklung der Verkehrsleistung gemäss Zivilluftfahrtstatistik ist interpretationsbedürftig. Demnach hat die Verkehrsleistung gemäss Zivilluftfahrtstatistik deutlich weniger zugenommen als die der Inländer. Die Gründe hierfür sind unklar: möglich ist u.a. eine starke Zunahme der Flüge von Inländern im Ausland oder eine starke Abnahme der Flugreisen von Ausländern in die Schweiz. Da der MZMV auf einer Stichprobenerhebung basiert, während die Zivilluftfahrtstatistik eine Vollerhebung ist, könnte zudem eine grössere Unsicherheit bei den Daten des MZMV vorliegen und die zeitliche Entwicklung ist mit Vorsicht zu interpretieren.

Grösse	Einheit	2010	2015	Veränderung
Jahresmobilität per Flugzeug pro Person	km / a	5'238	8'986	72%
- davon Alltagsmobilität	km / a	1'473	3'017	105%
- davon Flugreisen	km / a	3'729	5'925	59%
Ständige Wohnbevölkerung ab 6 Jahre		7'402'731	7'819'119	6%
Jährliche Verkehrsleistung per Flugzeug	Mio. Pkm	38'774	70'263	81%
<i>Zum Vergleich</i>				
Verkehrsleistung gemäss ZLS	Mio. Pkm	68'695	87'501	27%
Relation MZMV zu ZLS		56%	80%	
Spez. CO ₂ -Emissionen	kg CO ₂ / 100 Pkm	9.3	9.9	
Flugbedingte CO ₂ -Emissionen	kt CO ₂	3'625	6'923	

Tabelle 7 Kennzahlen zur Jahresmobilität per Flugzeug
Quelle: BFS (2021), BFS / ARE (2012) , BFS / ARE (2017), Berechnungen EBP

Die flugbedingten CO₂-Emissionen der Inländer lassen sich abschätzen, wenn man die Verkehrsleistung mit den spezifischen CO₂-Emissionen des Flugverkehrs multipliziert, wie sie sich gemäss Zivilluftfahrtstatistik und Berechnungen des BAZL ergeben. Für das Jahr 2015 resultieren flugbedingte CO₂-Emissionen von rund 6.9 Mio. t CO₂. Multipliziert man diesen Wert mit dem Faktor 3, um die stärkere Klimawirkung von Flugemissionen zu berücksichtigen, so erhält man einen Wert von 20.8 Millionen Tonnen CO₂-eq. Dies entspricht pro Person einem Wert von 2.5 t CO₂-eq. Hinzu käme noch die Vorkette für die Bereitstellung der Treibstoffe und der Flugzeuge (in der vorliegenden Rechnung nicht enthalten). Damit machen die flugbedingten Treibhausgasemissionen beziehungsweise deren erwärmende Wirkung rund 20 % des gesamten Treibhausgas-Fussabdrucks der Schweiz aus.

4.1.4 Treibhausgas-Fussabdruck der Gütertransporte

Der Anteil der transportbedingten Treibhausgasemissionen wurde für das Jahr 2018 mit der IO-TRAIL-Methode ausgewertet (vgl. Kapitel 2.1.6). Die Ergebnisse werden in Abbildung 50 (transportbedingte Emissionen) und Abbildung 51 (flugbedingte Emissionen) dargestellt und in Anhang A3 tabellarisch aufgelistet.

Über alle Güter hinweg betragen die transportbedingten Treibhausgasemissionen 6 Millionen Tonnen CO₂eq, davon entfielen 1.2 Millionen Tonnen CO₂eq auf den Import per Flugzeug. Rund 88'700 Tonnen Güter werden mit dem Flugzeug importiert, das entspricht 0.2 % aller Güterimporte. Trotzdem machen sie 21 % der transportbedingten Treibhausgasemissionen aus.

Früchte und Gemüse sind die Warengruppe, deren Import die höchsten flugbedingten Treibhausgasemissionen verursachen; 11 % aller flugbedingten Emissionen (140 Kilotonnen CO₂eq) fallen in dieser Warengruppe an. 2018 wurden in dieser Kategorie insgesamt 1.2 Millionen Tonnen importiert, 9 Kilotonnen davon per Flug. Die meisten eingeflogenen Früchte und Gemüse kommen aus Afrika, Asien und Amerika. Danach folgen Güter aus den SITC-Gruppen 59 (Chemische Erzeugnisse und Waren), 77 (elektrische Maschinen, Apparate, Geräte und Einrichtungen), 01 (Fleisch und Fleischerzeugnisse) und viele weitere (vgl. Abbildung 51).

Über die ganze Transportkette und alle Transportmittel gesehen verursachen Düngemittel und mineralische Rohstoffe die höchsten transportbedingten Treibhausgasemissionen (979 Kilotonnen CO₂eq, d.h. 17% aller transportbedingten Treibhausgasemissionen aller Güterimporte) (SITC 27). Die hohen Emissionen sind vor allem auf die hohen Importmengen zurückzuführen. Die SITC 27 wird mengenmässig durch die Untergruppe «Steine, Sand und Kies» dominiert (94% im Jahr 2018), welche vor allem im Baubereich Verwendung findet. Die zweithöchsten Transportemissionen weist die Warengruppe Erdöl, Erdölerzeugnisse und verwandte Waren (SITC 33) auf mit 11 % der transportbedingten Treibhausgasemissionen (652 Kilotonnen CO₂eq).

Der flugbedingte Anteil der Treibhausgasemissionen an den gesamten Treibhausgasemissionen der Warengruppen ist bei der Warengruppe tierische Öle und Fetten (SITC 41) mit 50 % mit Abstand am höchsten. Dies liegt einerseits an der hohen mittleren Flugimportdistanz in dieser Warengruppe und andererseits an der niedrigen THG-Intensität von insgesamt 1.6 kg CO₂eq / kg. Da nur sehr geringe Mengen importiert werden (9 Kilotonnen, davon 200 Tonnen per Flug), hat der Import dieser Gütergruppe auf die flugbedingten Emissionen insgesamt wenig Einfluss. Die Warengruppe mit dem zweithöchsten Anteil an flugbedingten Emissionen sind tierische und pflanzliche Rohprodukte (SITC 29) mit 24 % und die Warengruppe Fisch und Meeresfrüchte mit 15 % der THG-Intensität jener Gütergruppen. Alle Daten werden detailliert im Anhang A3 aufgelistet.

4.2 Importe elektronischer Produkte

Um das Vorgehen zur Berechnung der importbedingten Umweltauswirkungen zu illustrieren, analysieren wir mit einer weiteren Vertiefung die Ergebnisse für den Import elektronischer Produkte. In der SITC-Klassifikation der Aussenhandelsstatistik umfassen die folgenden Produktgruppen elektronische Produkte (Tabelle 8). Elektrotechnische Ausrüstungen, Elektrogeräte oder Haushaltsgeräte sind darin nicht enthalten. Die Tabelle enthält auch eine Zuordnung der Produktgruppen zu den Produkten aus der Ecoinvent-Datenbank, mit denen die Umweltauswirkungen des Imports modelliert werden.

SITC	Beschreibung	Ecoinvent-Produkte zur Modellierung der Umweltauswirkungen
75	Büromaschinen, EDV-Geräte und Zubehör Beispiele: Computer, Drucker, Kopiergeräte, EDV-Zubehör	Desktop-Computer, Laserdrucker, Computerkabel
76	Fernseh- und Rundfunkempfangs-, -aufnahme- und -wiedergabegeräte, Geräte für die Nachrichtentechnik Beispiele: Fernsehgeräte, Computer-Monitore, Radios, Hi-Fi-Anlagen, Telefone, Lautsprecher, Fernsehkameras	Computer-Monitor, Keyboard, Maus, Laserdrucker

Tabelle 8: Abgrenzung elektronischer Geräte in der Aussenhandelsstatistik

Abbildung 52 zeigt die Entwicklung der Importmenge an elektronischen Geräten gemäss Aussenhandelsstatistik.

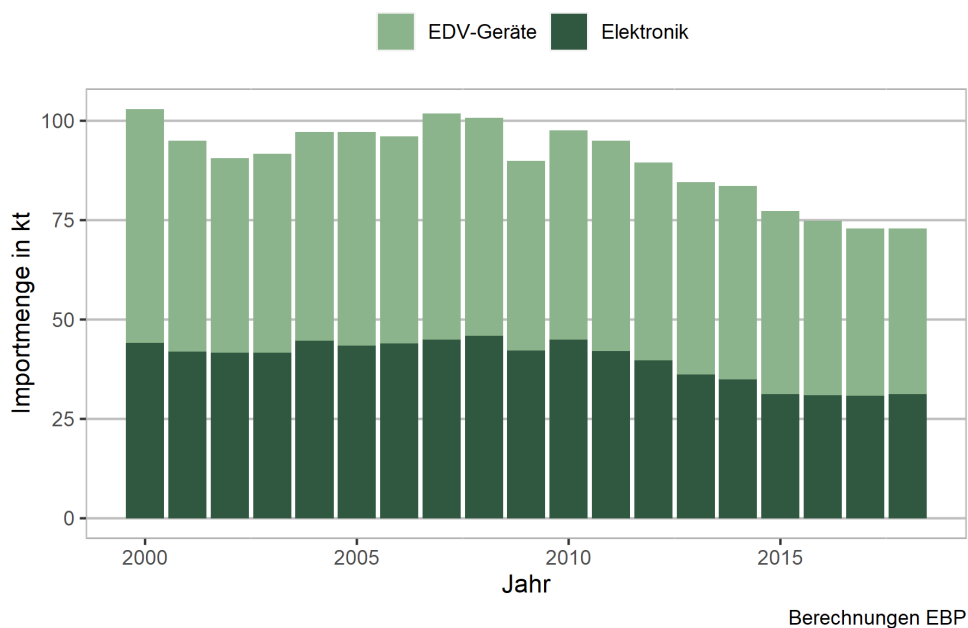


Abbildung 52 Entwicklung des Imports elektronischer Produkte, 2000 - 2018

Im Zeitverlauf ist insgesamt eine sinkende Tendenz von rund 100 kt auf 75 kt zu sehen, die jedoch seit 2014 stagniert. Der Mengenrückgang dürfte einerseits mit der zunehmenden Miniaturisierung der Geräte zu tun haben. Andererseits könnte auch der Ersatz von Produkten durch Online-Dienstleistungen eine Rolle spielen (z.B. Aufzeichnung von Anrufen beim Telekomanbieter vermeidet Anrufbeantworter, Online-Mediatheken und Youtube vermeiden Videorekorder).

Die mit dem Import verbundenen Umweltauswirkungen sind in Abbildung 53 zu sehen, und zwar gemäss der Methode der ökologischen Knappheit (UBP 2021). Sie enthält auch eine Aufteilung nach Umweltbereichen. Die importbedingte Gesamtumweltbelastung ist gemäss unseren Modellrechnungen zwischen 2000 und 2018 von 7.2 Billionen UBP auf 4.4 Billionen UBP gesunken. Damit hat sie etwas stärker abgenommen als die Importmenge. Ihr Anteil an der gesamten importbedingten Gesamtumweltbelastung beträgt in 2018 rund 1.5 %. Die wichtigsten Umweltbereiche sind die Nutzung abiotischer Ressourcen, der Klimawandel und die Luftqualität.

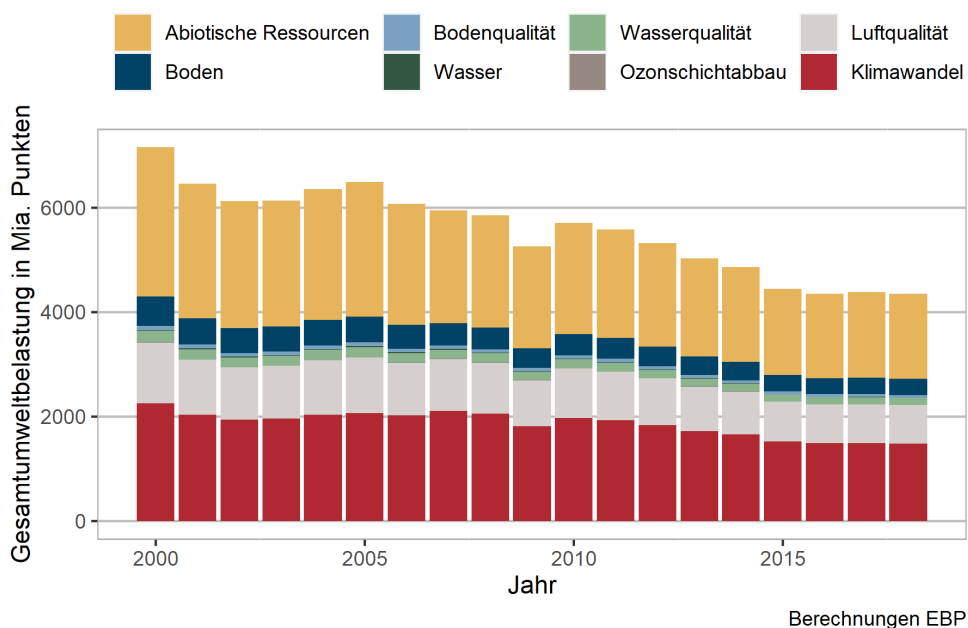


Abbildung 53 Umweltfussabdruck des Imports von Elektronik, 2000 - 2018

Elektronische Produkte sind ein Beispiel für eine Produktgruppe, die in ihrer vollen Breite nur eingeschränkt durch eine Ökobilanzierung abgebildet werden können. Bei der Wahl von Produkten, die stellvertretend für die importierten Produktgruppen stehen können, muss man sich auf solche beschränken, für die Ökobilanzdaten existieren. Diese sind für komplexe Industrie- und Konsumgüter weniger vielfältig als für homogene Massengüter wie Nahrungsmittel, Energieträger oder Baustoffe, für die eine Vielzahl von Ökobilanzdatensätzen besteht. In Tabelle 8 sind die Produkte aus der Ecoinvent-Datenbank aufgelistet, die für die Abbildung der importierten Elektronikprodukte verwendet wurden. Sie zeigt, dass es sich vor allem um Computerbezogene Produkte handelt, die die Vielfalt der importierten Produktgruppen nur eingeschränkt repräsentieren können. Dennoch handelt es sich dabei um Produkte, die aus der zur Verfügung stehenden Auswahl am besten geeignet

sind, die mit Elektronikprodukten verbundenen Umweltauswirkungen abzuschätzen. Insgesamt sollten die Ergebnisse für elektronische Produkte als grobe Schätzung interpretiert werden. In dem Masse, wie neue Ökobilanzdaten verfügbar werden, kann diese Schätzung verbessert werden.

4.3 Exkurs zu Edelmetallen

In diesem Kapitel werden die Umweltauswirkungen der Nutzung von Edelmetallen in der Schweiz berechnet. Dazu gehören insbesondere Gold, Silber, Platin und Palladium. Edelmetalle unterscheiden sich insofern von anderen Produkten, als sie sowohl zu monetären Zwecken (Wertaufbewahrungsmittel, Spekulationsobjekt) als auch zur materiellen Verarbeitung (z. B. in der Uhren- und Schmuckindustrie) genutzt werden und es schwierig ist, zwischen beiden Anwendungsfeldern zu unterscheiden, da hierzu kaum Daten vorhanden sind. Der Abbau und die Raffinierung von Gold, Silber und Platingruppenmetallen (v.a. Platin und Palladium) verursachen hohe spezifische Umweltbelastungen. Zudem schwanken Importe und Exporte von Edelmetallen sehr stark, und diese Schwankungen würden die Zeitreihen der Umweltfussabdrücke stark beeinflussen. Deshalb berechnen wir die Umweltauswirkungen der Nutzung von Edelmetallen separat.

Die Berechnung folgt dabei im Unterschied zur sonstigen Berechnung in der vorliegenden Studie der TRAIL-Methode. Dies bedeutet, dass die importierten und exportierten Mengen mit Ökobilanzdaten verknüpft werden, um die Umweltauswirkungen zu bestimmen. Die in der Schweiz bei der Raffination und Weiterverarbeitung von Edelmetallen verursachten Umweltauswirkungen sind implizit in den Umweltauswirkungen der metallherstellenden Industrie und der weiterverarbeitenden Branchen enthalten. Sie lassen sich jedoch nicht quantifizieren. Deshalb fliessen nur Importe und Exporte in die nachfolgenden Berechnungen ein.

Tabelle 9 enthält eine Übersicht über die verschiedenen Formen von Edelmetallen in der Aussenhandelsstatistik. Edelmetallerze werden in die Berechnung des Umweltfussabdrucks einbezogen, da wir davon ausgehen, dass diese zur Weiterverarbeitung eingeführt werden. Die übrigen Edelmetalle werden in diesem Kapitel mit einer gesonderten Berechnung behandelt. Edelmetallschrott und -abfälle werden wie in der Vorgängerstudie als umweltbelastungsfrei behandelt. Die übrigen Gütergruppen werden mit geeigneten Produkten aus der Ecoinvent-Datenbank verknüpft, um Umweltauswirkungen von Importen und Exporten zu berechnen.

SITC	Gütergruppe	Behandlung in Studie
289.1	Edelmetallerze	Teil der Hauptrechnung
289.2	Edelmetallschrott und -abfälle (ohne Gold)	Spezialrechnung; umweltbelastungsfrei
681.1	Silber in Rohformen oder als Halbzeug (inkl. TN 7106.9100)	Spezialrechnung
681.2	Platinmetalle, in Rohformen oder als Halbzeug	Spezialrechnung
971.01	Gold zu nichtmonetären Zwecken, in Rohformen oder als Halbzeug (inkl. TN 7108.1200)	Spezialrechnung
971.02	Goldplattierungen, in Rohformen oder als Halbzeug	Spezialrechnung
971.03	Goldabfälle und -schrott	Spezialrechnung, umweltbelastungsfrei
-	Goldmünzen (TN 7118.9010)	Spezialrechnung
-	Silbermünzen (TN 7118.9020)	Spezialrechnung

Erläuterungen: TN: Tarifnummer Aussenhandelsstatistik

Tabelle 9: Edelmetalle und ihre Behandlung in der Studie (Eigene Darstellung)

Abbildung 54 verdeutlicht die Entwicklung der importierten Edelmetallmengen zwischen 2000 und 2018. Sie ist von starken Schwankungen geprägt und wird von Gold und Silber in Rohform sowie Edelmetallabfällen dominiert.

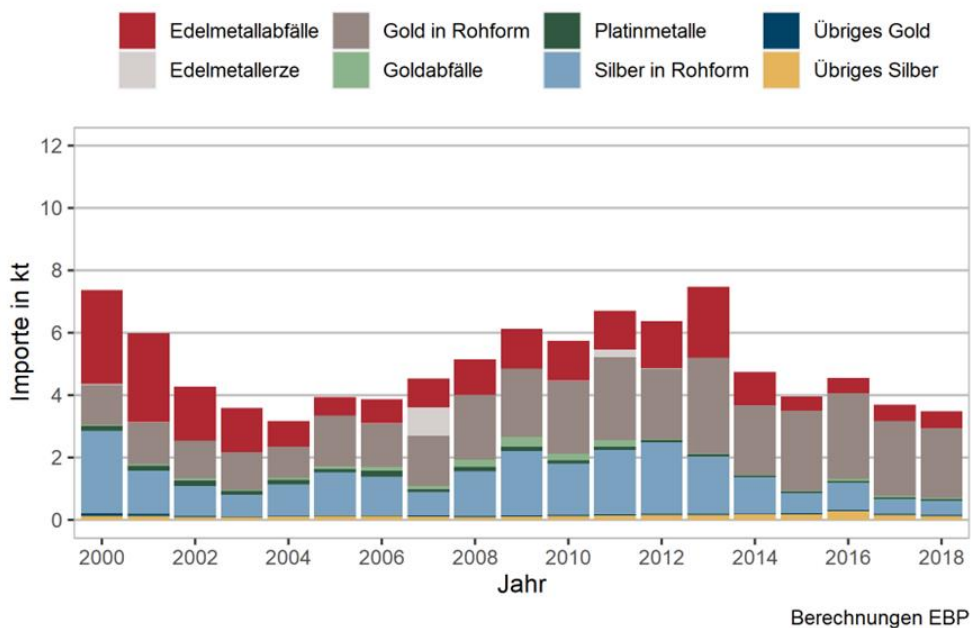


Abbildung 54 Entwicklung der Importmengen von Edelmetallen, 2000 - 2018

Die gleichen Gütergruppen sind auch für die Entwicklung bei den Edelmetallexporten verantwortlich (Abbildung 55). Auffällig ist hier insbesondere der sprunghafte Anstieg der Edelmetallabfälle ab dem Jahr 2013. Die Edelmetallabfälle haben jedoch keinen Einfluss auf die Berechnung des Umweltfussabdrucks, da die Umweltauswirkungen der Herstellung von Edelmetallen nur den Primärprodukten zugerechnet werden, nicht den Sekundärprodukten.

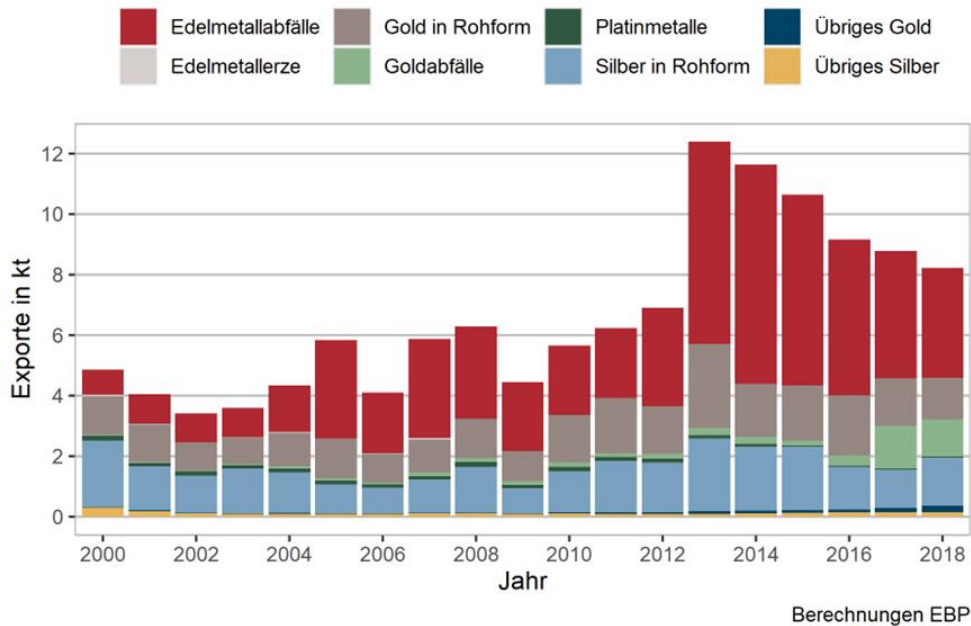


Abbildung 55 Entwicklung der Exportmengen von Edelmetallen, 2000 - 2018

Die import- und exportbedingte Gesamtumweltbelastung gemäss Methode der ökologischen Knappheit (UBP 2021) ist in Abbildung 56 dargestellt. Die Werte erreichen die gleiche Grössenordnung wie der Gesamtumwelt-Fussabdruck der Schweiz und schwanken stark, was die Notwendigkeit verdeutlicht, die Edelmetalle in einer gesonderten Rechnung zu behandeln. Die Umweltauswirkungen von Importen und Exporten bewegen sich einigermassen synchron zueinander, wobei die Umweltauswirkungen der Importe in allen Jahren die der Exporte übersteigen. Die Umweltauswirkungen der Importe nehmen zwischen 2004 und 2013 deutlich zu, steigen danach jedoch nicht weiter an. In geringerem Umfang trifft dies auch auf die Exporte zu. Wegen geringerer Goldexporte sinken die exportbedingten Umweltauswirkungen in den Jahren 2017 und 2018.

Netto sind die Umweltauswirkungen in fast allen Jahren positiv, was dafür sprechen könnte, dass der Edelmetallbestand in der Schweiz zunimmt. Das Gold dominiert die Ergebnisse sowohl bei den Importen als auch bei den Exporten.

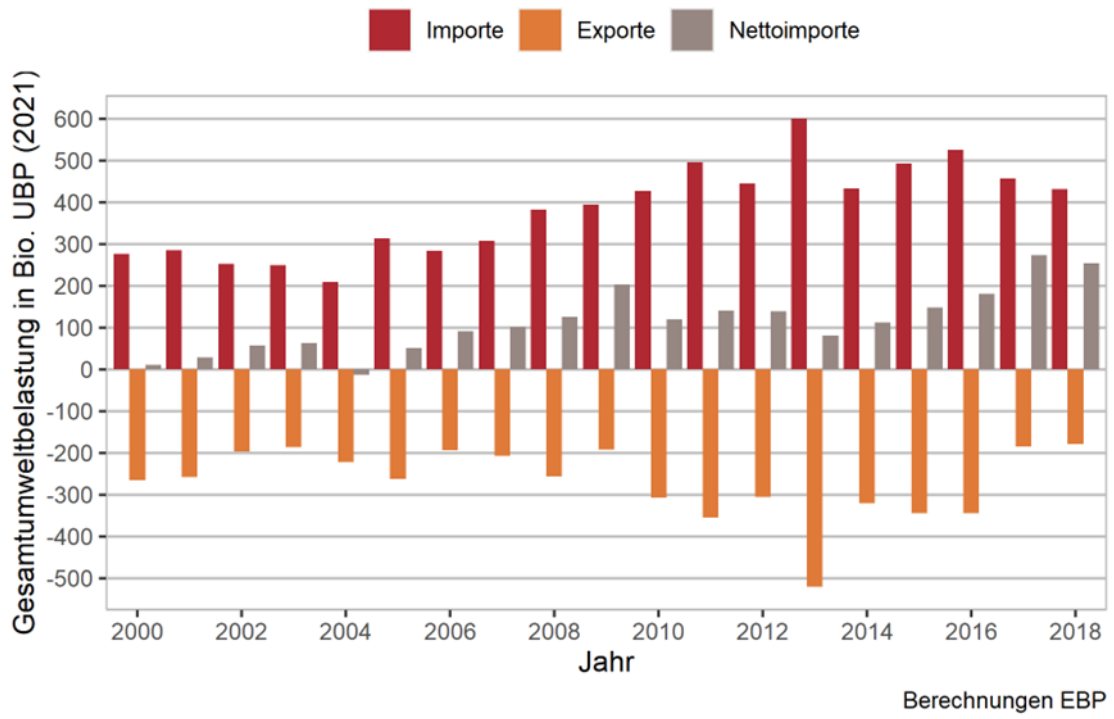


Abbildung 56 Gesamtumweltbelastung (UBP 2021) der Importe, Exporte und Nettoimporte von Edelmetallen, 2000 - 2018

5. Handlungsbedarf und Vergleich mit ökologischen Belastbarkeitsgrenzen

5.1 Übersicht

In diesem Kapitel werden die Umwelt-Fussabdrücke der Schweiz 2018 mit Schwellenwerten verglichen, die aus Studien zu einem planetenverträglichen Mass sowie aus in der Schweiz festgelegten politischen Zielsetzungen abgeleitet werden. Das planetenverträgliche Mass wurde individuell und auf Basis wissenschaftlicher Publikationen für die in dieser Studie adressierten Umweltindikatoren bestimmt. Ein planetenverträgliches Mass einer Umweltauswirkung ist in der Regel für den gesamten Planeten definiert. Bei der Wassernutzung mit ihren stark variierenden regionalen Auswirkungen muss die Belastbarkeitsgrenze regional differenziert abgeschätzt werden.

Allokationen eines globalen planetenverträglichen Masses auf die Schweiz wurde in EEA-FOEN (2020), Dao et al. (2015) und Kulionis et al. (2021) berechnet. In diesen Studien werden folgende vier Ansätze verwendet (keine abschliessende Aufzählung):

Gleichheit: Das planetenverträgliche Mass wird auf die Weltbevölkerung pro Kopf verteilt. Länder mit einer grösseren Bevölkerung erhalten mehr Budget als kleine Länder, unabhängig vom aktuellen Fussabdruck oder den Möglichkeiten zur Reduktion. Dieser Ansatz geht davon aus, dass allen Menschen die gleiche Menge an Umweltauswirkungen zusteht, egal ob aus einem reichen Land (mit aktuell grossem Ressourcenverbrauch) oder einem armen Land (mit aktuell kleinem Ressourcenverbrauch).

Zahlungsfähigkeit: Die Verteilung auf die Länder berücksichtigt die Zahlungsfähigkeit der Länder. Je wirtschaftskräftiger der Staat, desto kleiner ist das zugesprochene Budget.

Kosteneffizienz: Dieser Ansatz berücksichtigt die Kosteneffizienz der Länder für die Umsetzung von Massnahmen zur Reduktion des Fussabdrucks.

Grandfathering (auch: legacy): Länder mit einem höheren Fussabdruck erhalten einen höheren Anteil am planetenverträglichen Mass. Dieser Ansatz kann in ausgewählten Situationen berechtigt sein (z.B. wasserknappe Regionen haben in der Regel einen grösseren Wasserbedarf). Insgesamt ist er aber sehr umstritten, weil er Länder mit hohen Umweltbelastungen und/oder kleinen Fortschritten «belohnt». Er wird dennoch der Vollständigkeit halber oft aufgeführt.

Zusätzlich zu den oben genannten Studien werden hier die Fussabdrücke mit den Zielen der langfristigen Klimastrategie des Bundesrates und der Strategie Nachhaltige Entwicklung 2030 verglichen.

Das Bestimmen eines globalen planetenverträglichen Masses für den Wasser-Fussabdruck ist aufgrund der vorrangig lokalen Dimension methodisch schwierig. Im Rahmen der vorliegenden Studie wurde deshalb auf einen Vergleich des Wasser-Fussabdrucks mit einem planetenverträglichen Mass verzichtet.

5.2 Treibhausgas-Fussabdruck

Die Treibhausgasemissionen und die damit verbundene Klimaerwärmung sind ein globales Problem. Das bedeutet, für das Klima ist es nicht relevant, wo die Treibhausgase ausgestossen werden – die Gesamtmenge der Reduktion zählt, will man eine übermässige Erwärmung verhindern.

Im Jahr 2018 betrug der Treibhausgas-Fussabdruck der Schweiz gemäss der vorliegenden Studie 98 Millionen Tonnen CO₂-eq oder 11.4 Tonnen CO₂-eq pro Kopf und Jahr. Während die totalen Emissionen seit 2000 um 7 % sanken, betrug der Rückgang pro Kopf gerechnet 21 %. Die Werte für das Jahr 2018 gemäss BFS (2021c) lagen etwas höher mit 110 Tonnen CO₂-eq oder 12.6 Tonnen CO₂-eq pro Kopf und Jahr. Zwischen 2000 und 2018 haben die Emissionen gemäss BFS total um 5 % und pro Kopf um 22 % abgenommen.

Handlungsbedarf aus naturwissenschaftlicher und ethischer Sicht

Studien haben die noch verfügbaren Treibhausgasemissionsbudgets berechnet, wenn man eine globale Erwärmung auf maximal 1.5°C begrenzen will. Mit verschiedenen Ansätzen kann das verbleibende Budget auf die einzelnen Länder verteilt werden (vgl. Kapitel 5.1).

Gemäss den Berechnungen von Kulionis et al. (2021) beträgt das Budget für den Fussabdruck der Schweiz für die Jahre 2016-2100, wenn sie mit 50 % Wahrscheinlichkeit eine Erwärmung von maximal 1.5°C nicht überschreiten will, zwischen 0.3 und 2.4 Tonnen CO₂-eq pro Kopf und Jahr, abhängig davon wie man das der Schweiz zugeteilte Budget berechnet (Mittelwert: 1.3 Tonnen CO₂-eq pro Kopf und Jahr)²⁶. Dieses jährliche Budget gilt ab 2016 bis ins Jahr 2100, danach müssen die Emissionen auf 0 sinken. Das gemittelte Budget von 1.3 Tonnen CO₂-eq pro Kopf und Jahr ist doppelt so hoch wie in Dao et al. (2016), welcher ein Budget von 0.6 Tonnen CO₂-eq pro Kopf und Jahr für das Jahr 2015 berechnete. Der Wert von Dao et al. (2015) basiert auf dem Gleichheitsprinzip und berücksichtigt das zukünftige Bevölkerungswachstum, während der Wert aus Kulionis et al. (2021) das Bevölkerungswachstum zwar nicht berücksichtigt, aber dafür verschiedene Allokationsansätze verwendet, welche im Mittel einen robusten Wert ergeben. Das aktuelle Emissionsniveau liegt knapp neun Mal über dem jährlichen Emissionsniveau von 1.3 Tonnen CO₂-eq pro Kopf, das gemäss Kulionis et al. (2021) per sofort bis ins Jahr 2100 eingehalten werden müsste, um innerhalb der planetaren Belastbarkeitsgrenzen zu bleiben. Daraus lässt sich ein Reduktionsbedarf von 89 % ableiten. Hochgerechnet auf die Zeitspanne bis 2100 beträgt das Budget im Mittel 109 Tonnen CO₂-eq pro Kopf, unter Berücksichtigung der Emissionen 2016-2018 reduziert sich das Budget auf 73 Tonnen CO₂ pro Kopf. Unter Annahme einer gleichbleibenden jährlichen Reduktion des Treibhausgasfussabdrucks wie in den letzten 18 Jahren wird das Budget bereits 2025 aufgebraucht sein.

²⁶ *Zahlungsfähigkeit*: 0.3 Tonnen CO₂-eq pro Kopf und Jahr, *Gleichheit*: 1.1 Tonnen CO₂-eq pro Kopf und Jahr, *Grandfathering*: 2.4 Tonnen CO₂-eq pro Kopf und Jahr, *Mittelwert*: 1.3 Tonnen CO₂-eq pro Kopf und Jahr)

Handlungsbedarf in Anlehnung an bestehende Ziele

Der Bundesrat hat sich in der Strategie Nachhaltige Entwicklung 2030 zum Ziel gesetzt, die inländischen Treibhausgasemissionen bis 2030 um 50 % gegenüber 1990 zu reduzieren (Der Bundesrat 2021b). In der langfristigen Klimastrategie wird das Ziel formuliert, 2050 netto Null Treibhausgasemissionen zu erreichen (Der Bundesrat 2021a). Diese Ziele gelten für die Inlandemissionen (Inlandperspektive). Die vorliegende und eine Vielzahl anderer Studien zeigen auf, wie wichtig es ist, nicht nur die Produktion und direkten Emissionen, sondern auch die Umweltbelastung der Nachfrage nach Gütern und Dienstleistungen entlang der Lieferketten einzubeziehen. Für die Fussabdruck-Perspektive werden deshalb im Folgenden die gleichen *relativen* Ziele angewendet. Da nur Daten ab 2000 verfügbar sind, muss das Ziel ab 2000 berechnet werden²⁷. Zudem wird das zukünftige Bevölkerungswachstum berücksichtigt, indem die Ziele anhand der total konsumbedingten Treibhausgasemissionen berechnet und dann anhand vergangener oder prognostizierter Bevölkerungsdichte auf pro Kopf runtergerechnet werden²⁸.

Gemäss Berechnung des BFS (2021c) lag der Treibhausgas-Fussabdruck im Jahre 2000 bei 116 Millionen Tonnen CO₂eq oder 16.1 Tonnen CO₂eq pro Kopf und Jahr (diese Studie: 105 Millionen Tonnen CO₂eq und 14.6 Tonnen CO₂eq pro Kopf und Jahr). Eine Reduktion der totalen, konsumbedingten Treibhausgasemissionen um 50 % per 2030 entspricht einem Fussabdruck von 6.1 Tonnen CO₂eq pro Kopf im Jahr 2030²⁹ (diese Studie: 5.8 Tonnen CO₂eq pro Kopf im Jahr) und somit einem ab 2018 verbleibenden Reduktionsbedarf von 49 % (diese Studie: 50 %). Im Rahmen der Aktualisierung der UBP-21-Methode (Frischknecht et al. 2021) wurde ausserdem postuliert, dass 2030 bis 2040 75 % der verbleibenden Emissionen reduziert werden müssen, und 2040 bis 2050 die letzten 25 %. Mit analogen Zielen für die Fussabdruck-Perspektive entspricht dies einem Fussabdruck von 1.4 Tonnen CO₂eq pro Kopf und Jahr im Jahr 2040 (diese Studie: 1.3 Tonnen CO₂eq pro Kopf und Jahr) und einem im Vergleich zu heute benötigten Reduktionsbedarf von 89 % (diese Studie: 89%). Die verbleibenden Emissionen müssten bis 2050 weiter auf netto 0 gesenkt werden. An dieser Stelle ist festzuhalten, dass auch mit diesem Reduktionspfad das in Kulionis et al. (2021) berechnete Budget bereits 2025 (2026 mit Werten dieser Studie) aufgebraucht sein wird.

Es wird klar, dass neben der starken Emissionsverminderung auch CO₂ aus der Atmosphäre entnommen und dauerhaft gespeichert werden muss (sog. Negativemissionen), um die langfristigen Klimaziele zu erreichen. Heute sind verschiedene Negativemissionstechnologien (NET) bekannt, jedoch entwe-

²⁷ Gemäss Daten im Treibhausgasinventar braucht es keine zusätzliche Bereinigung für das inländische Ziel für die Jahre 1990-2000, da die inländischen Treibhausgasemissionen nicht abnahmen: Abnahme um 1.6% ohne Berücksichtigung resp. Zunahme um 1.2% mit Berücksichtigung des internationalen Flug- und Schiffsverkehrs.

²⁸ Prognostizierte Bevölkerungszunahme gemäss BFS, Referenzszenario, für die Jahre 2030 und 2040. Abrufbar unter <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/bevoelkerung/zukuenftige-entwicklung.assetdetail.12107020.html>. Zuletzt abgerufen am 24.1.21.

²⁹ Das Ziel muss basierend auf absoluten Zahlen und nicht pro Kopf berechnet werden. Somit: 50% von 127 Mio. t CO₂, pro Kopf heruntergerechnet unter Annahme einer Bevölkerung von 9'430'800 im Jahre 2030. vgl. Fussnote 28.

der in der Praxis noch nicht erprobt oder nicht in einem klimawirksamen Umfang einsatzbereit (Bundesrat 2020a). Die Implementierung der NET und ihr Fussabdruck werden mit dem hier vorgestellten Ansatz nicht adressiert.

Der grosse Reduktionsbedarf wurde bereits anerkannt und es wurden auch konkrete Ziele definiert. Die langfristige Klimastrategie 2050 definiert für jeden Sektor strategische Ziele, wie zum Beispiel

- per 2050 keine Treibhausgasemissionen mehr im Betrieb des Gebäudeparks (Heizungen) und fast keine mehr im Landverkehr auszustossen,
- der Fussabdruck der Ernährung sinkt ohne eine weitere Verlagerung der Emissionen ins Ausland,
- die Treibhausgasemissionen der landwirtschaftlichen Produktion im Inland sinken um 40 % gegenüber 1990, während sie mindestens 50 % zur Schweizer Nahrungsmittelversorgung beiträgt.

Die Strategie Nachhaltige Entwicklung 2030 definiert das Ziel, den Treibhausgas-Fussabdruck der Endnachfrage nach Nahrungsmitteln um ein Viertel zu senken im Vergleich zu 2020. Diese Ziele sind wichtig und unterstützen den angestrebten Reduktionsbedarf.

5.3 Biodiversitäts-Fussabdruck

Handlungsbedarf aus naturwissenschaftlicher und ethischer Sicht

Bei der Biodiversität wird die ökologische Belastbarkeitsgrenze anhand des natürlich vorkommenden Artenverlustes festgelegt. Anders als bei den Treibhausgasemissionen gibt es beim Biodiversitätsfussabdruck nicht ein über die Zeit verfügbares Budget, sondern ein jährliches, planetenverträgliches Mass. Je schneller wir den derzeit zu hohen Druck auf die Biodiversität ihrer ökologischen Belastungsgrenze annähern, desto besser.

Die Auswirkungen des Schweizer Konsums auf die Biodiversität wird mit dem Indikator „potenzieller Artenverlust“ von Chaudhary et al. (2015; 2016) abgeschätzt und berücksichtigt den durch die Landnutzung verursachten Artenverlust.

Im Jahr 2018 betrug der Schweizer Fussabdruck 7.2 pico-PDF pro Kopf und Jahr und hat somit gegenüber dem Jahr 2000 um 8 % zugenommen. Der Anteil im Ausland ist dabei grösser als im Inland (vgl. Kapitel 3.3). Im gleichen Zeitraum hat der inländische Biodiversitätsverlust *pro Kopf* im Inland um 16 % abgenommen, aufgrund des Bevölkerungswachstums ist der gesamte inländische Biodiversitätsverlust konstant geblieben (28 mikro-PDF).

In Frischknecht et al. (2018) wurde eine planetarische Belastbarkeitsgrenze von weltweit 2 pico-PDF pro Kopf hergeleitet, unter Verwendung des Gleichheits-Ansatzes für die Schweiz postuliert. Kulionis et al. (2021) folgten der Herleitung und berechneten anschliessend die planetarische Belastungsgrenze für die Schweiz mit verschiedenen Allokations-Ansätzen³⁰. In einem

³⁰ *Zahlungsfähigkeit*: 0.6 pico-PDF pro Kopf und Jahr, *Gleichheit*: 2 pico-PDF pro Kopf und Jahr, und *Grandfathering*: 3 pico-PDF pro Kopf und Jahr. Mittelwert: 1.9 pico-PDF pro Kopf und Jahr

Mix der Allokationen erhalten sie 1.9 pico-PDF pro Kopf und Jahr und somit einen ähnlichen Wert wie mit dem Gleichheitsprinzip.

Somit liegt der Reduktionsbedarf pro Kopf bei 74 % (bis 92 %, je nachdem welche Allokationsmethode gewählt wird). Dieser Reduktionsbedarf ist höher als von Lucas et al. (2018) für die EU berechnet wurde (31 % bis 69 %), aber im ähnlichen oberen Bereich wie es auch für die Niederlande selbst berechnet wurde (31 % bis 91 %; Lucas et al (2018)). In Lucas et al. (2018) wurde ein anderer Indikator verwendet (*Loss in mean species abundance*), die Berechnungen bestätigen aber in der Grössenordnung den auf Basis dieser Studie erkennbaren Handlungsbedarf.

Die Methoden von Chaudhary et al. (2015, 2016) bilden nur den Druck auf die Biodiversität durch Landnutzung ab. Dies ist ein wichtiger Faktor, aber andere Stressoren für Biodiversitätsverlust müssten auch beigezogen werden für eine genaue Abschätzung des Biodiversitätsfussabdrucks (vgl. z.B. Verones et al. (2017)). Somit wird der tatsächliche Druck auf die Biodiversität unterschätzt, und der Handlungsbedarf ist voraussichtlich grösser. Jedoch ist die Methode von Chaudhary et al. (2015, 2016) die zurzeit bestverfügbare und am breitesten anerkannte Methode.

Handlungsbedarf in Anlehnung an politische Ziele

Die Strategie Nachhaltige Entwicklung 2030 legt politische Ziele bezüglich Biodiversität im Inland fest, in Anlehnung an die Strategie Biodiversität Schweiz und den zugehörigen Aktionsplan. Bezüglich Boden wird, gestützt auf die Bodenstrategie Schweiz (Bundesrat 2020b), bis 2030 eine Reduktion des Bodenverbrauchs um einen Drittel gegenüber 2020 angestrebt und ab 2050 festgelegt, dass Netto kein Boden mehr verloren geht. Die Strategie fasst Biodiversität aber breiter und beinhaltet neben Landnutzung auch weitere, die Biodiversität beeinflussende Aspekte wie Einträge von Stickstoff, Schwermetallen, Mikroplastik, Medikamenten, Pflanzenschutzmitteln sowie die Konsequenzen des Klimawandels. Die meisten dieser Aspekte werden in der Gesamtumweltbelastung mitberücksichtigt, der Eutrophierungsfussabdruck bildet die Stickstoffeinträge ab (siehe nachfolgend). Die Strategie Nachhaltige Entwicklung 2030 setzt sich ebenfalls zum Ziel, aktiv die nachhaltige Nutzung von Böden, Gewässern, Biodiversität und Landschaft zu schützen und zu fördern. Weiter relevant sind das Landschaftskonzept Schweiz (LKS). Die Biodiversitätspolitik ist derzeit in Bewegung (vgl. Gegenvorschlag des Bundesrats vom 4.3.2022 zur Biodiversitätsinitiative).

Insgesamt zeigt der bisherige Verlauf der Fussabdrücke und der Vergleich mit den planetaren Belastbarkeitsgrenzen, dass grosser Handlungsbedarf besteht. Dies unterstreicht die Wichtigkeit, mindestens die angestrebten Ziele in der Strategie Nachhaltige Entwicklung zu erreichen.

5.4 Eutrophierungs-Fussabdruck

Handlungsbedarf aus naturwissenschaftlicher und ethischer Sicht

Die eutrophierende Wirkung in Meeren durch stickstoffhaltige Emissionen in Gewässer und die Atmosphäre betrug im Jahr 2018 rund 124'209 Tonnen N-

eq oder 14.5 kg N-eq pro Kopf und Jahr. Die ökologische Belastbarkeitsgrenze liegt gemäss Dao et al. (2015) bei 6.5 kg N-eq pro Kopf und Jahr. Die heutigen Emissionen müssen somit auf weniger als die Hälfte reduziert werden. Der Wert für 2018 enthält noch die Wirkung von Stickoxid, während diese im Wert für die ökologische Belastbarkeitsgrenze nicht enthalten sind. In Frischknecht et al. (2018) machten die Stickoxide 2015 nur 7 % der Emissionen aus und beeinflussen das Fazit somit kaum. Subtrahiert man diese 7 % von den Emissionen für das Jahr 2018, ergibt sich ein Reduktionsbedarf von 48 %.

Wie in Kapitel 2.1.1 erwähnt, fokussiert dieser Indikator auf die Eutrophierung der Ozeane und beinhaltet nicht die Eutrophierung in terrestrischen Systemen oder der Gewässer in der Schweiz.

In Lucas et al. (2018) wurde der Reduktionsbedarf der Stickstoffemissionen mit dem Indikator «*intentional N fixation*» berechnet. Für die EU ergab sich ein Reduktionsbedarf von 43 bis 161 %, für die Niederlande 40 bis 202 %, abhängig vom verwendeten Allokationsprinzip. Eine gemeinsame Studie der Europäischen Umweltagentur zusammen mit dem BAFU (EEA-FOEN 2020) leitet für den europäischen Fussabdruck von landwirtschaftlichen Stickstoff-Verlusten einen Reduktionsbedarf von 69 % her. Und für Grossbritannien schätzt WWF (2021) einen Reduktionsbedarf beim Stickstoff-Fussabdruck von 89 %. Diese Schwellenwerte wurden nicht mit denselben Indikatoren wie in der vorliegenden Studie hergeleitet, bestätigen aber das Ausmass des Handlungsbedarfs.

5.5 Fussabdruck der Gesamtumweltbelastung

Der Gesamtumweltbelastungs-Fussabdruck der Schweiz wird mit den Ökofaktoren 2021 der Methode der ökologischen Knappheit quantifiziert und in Umweltbelastungspunkten (UBP) ausgedrückt. In dieser Methode wird pro Schadstoff beziehungsweise Umweltwirkung ein kritischer Fluss festgelegt, bei welchem die Schweizerischen Umweltziele als eingehalten gelten.

Die UBP-Methode 2021 hat kritische Flüsse verschiedener Emissionen und Ressourcenverbräuche definiert. Die kritischen Flüsse quantifizieren das zu erreichende Ziel. Die Flüsse beziehen sich in der Regel auf inländische Emissionen (Inlandperspektive). 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 kritischen Fluss enthalten, obwohl die Schweiz aus territorialer Sicht kein Öl in die Meere emittiert.

Der Gesamtumwelt-Fussabdruck betrug im Jahr 2018 221 Billionen UBP resp. 25.8 Millionen UBP pro Kopf. Der kritische Fluss beträgt 5.8 Millionen UBP pro Kopf. Es gibt zwei mögliche Herangehensweisen, um den Handlungsbedarf gestützt auf den kritischen Fluss herzuleiten.

Die erste geht von der Annahme aus, dass der politisch definierte, für die inländische Umweltbelastung geltende kritische Fluss auch auf den Umweltfussabdruck angewendet werden sollte: Die Schweiz soll keine höheren konsumbedingten Belastungen verursachen als sie innerhalb ihrer Grenzen akzeptiert. Daraus ergibt sich ein Reduktionsbedarf von 78 %. Diese Betrachtung berücksichtigt die unterschiedlichen Gegebenheiten im Ausland bezüglich Wasserknappheit sowie Biodiversitätsverlusten durch Landnutzung.

Die zweite Herangehensweise vergleicht die Inlandemissionen (Inlandperspektive) mit dem kritischen Fluss, was von der Systemgrenze her näher liegt. Bei Inlandemissionen von 13 Millionen UBP pro Kopf ergibt sich daraus ein Reduktionsbedarf von 56 %. Dieser Vergleich zeigt den Handlungsbedarf auf, um Ziele aus bestehenden Gesetzen und internationalen Verträgen zu erfüllen. Wie u.a. Kapitel 6.2 beim Treibhausgas-Fussabdruck aufzeigt, besteht allerdings eine weitere Lücke zur Erreichung des planetenverträglichen Masses.

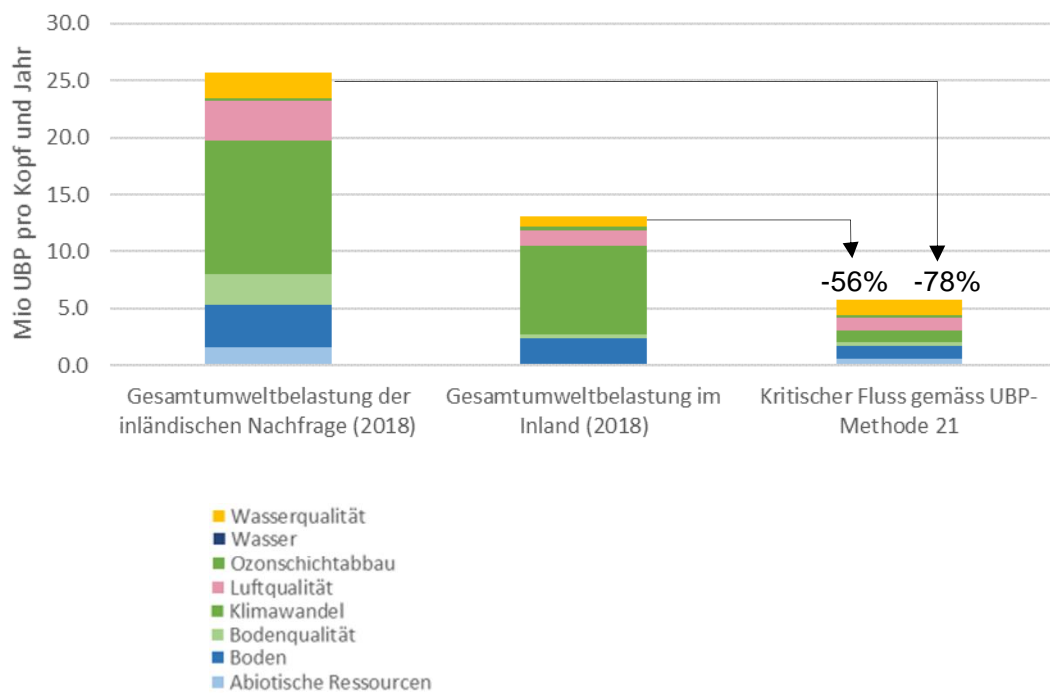


Abbildung 57 Vergleich der Gesamtumweltbelastung mit kritischem Fluss der UBP-Methode 2021

Nach unserer Einschätzung liegt der Reduktionsbedarf zwischen den beiden Eckwerten, d.h. bei rund 67 %. Je schneller die Reduktion erreicht wird, desto besser.

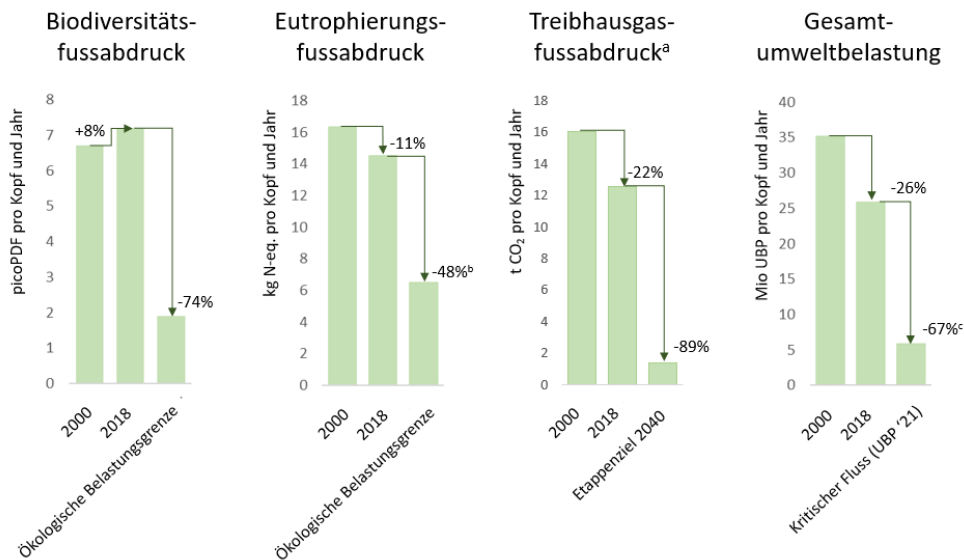
5.6 Fazit zum Handlungsbedarf

Die Umweltfussabdrücke und deren Reduktionsbedarf werden in den Kapiteln 5.2 bis 5.5 beschrieben. Während in den Jahren 2000 bis 2018 bei den Treibhausgasemissionen, der Eutrophierung und der Gesamtumweltbelastung mit einer Reduktion von 11 % bis 26 % pro Kopf gemessen am Handlungsbedarf gewisse Fortschritte erreicht werden konnten, nahm der Biodiversitätsfussabdruck in der gleichen Zeitspanne um 8 % zu.

Um auf ein als planetenverträglich definiertes Mass zu kommen, besteht bei allen Fussabdrücken ein grosser Reduktionsbedarf. Der Reduktionsbedarf beim Biodiversitäts-Fussabdruck liegt bei 74 % und beim Eutrophierungs-Fussabdruck bei 48 %.

Für den Treibhausgas-Fussabdruck wurde der Schwellenwert für 2040 aus bestehenden politischen Zielen im Inland abgeleitet. Ein Treibhausgasbudget basierend auf naturwissenschaftlichen und ethischen Überlegungen würde beim bisherigen Reduktionspfad bereits 2025 (basierend auf Fussabdruck-Werten des BFS) oder 2026 (basierend auf Werten aus dieser Studie) aufgebraucht sein (vgl. Kapitel 5.2). In Anlehnung an bestehende Ziele für das Inland empfehlen wir mindestens eine Reduktion des Treibhausgas-Fussabdrucks um 89 % bis 2040.

Bei der Gesamt-Umweltbelastung schätzen wir den Reduktionsbedarf, ausgehend von den Umweltzielen und gesetzlichen Grenzwerten der Schweiz auf rund 67 %.



^a Treibhausgasfussabdruck basiert auf Daten des BFS.

^b Pragmatische Korrektur (48 % statt 55 %): -7 % aufgrund der im Fussabdruck aber nicht im Schwellenwert enthaltener Stickoxide (vgl. Kapitel 5.4)

^c Pragmatische Korrektur (67 % statt 78 % oder 56%): Wahrer Reduktionsbedarf liegt wohl zwischen den Eckwerten und bei rund 67 % (vgl. Kapitel 5.5)

Abbildung 58 Entwicklung der Fussabdrücke und Reduktionsbedarf.

Tabelle 10 Vergleich der Fussabdrücke mit den ökologischen Belastbarkeitsgrenzen sowie im Kontext politischer Zielgrössen

	Biodiversitäts-Fussabdruck [pico-PDF pro Kopf und Jahr]	Eutrophierungs-Fussabdruck [kg N-eq pro Kopf und Jahr]	Treibhausgas-Fussabdruck [t CO ₂ eq pro Kopf und Jahr] ^a	Gesamt-Umweltbelastung [Mio. UBP pro Kopf und Jahr]
Orientierungswert	Ökologische Belastbarkeitsgrenze	Ökologische Belastbarkeitsgrenze	Etappenwert 2040 auf dem Weg zu netto-0 ^b	Kritischer Fluss (UBP-21)
Schwellenwert	1.9	6.5	1.4 (1.3)	5.8
Fussabdruck				
2000	6.7	16.3	16.1 (14.6)	35.1
2018	7.2	14.5	12.6 (11.4)	25.8
Veränderung 2000-2018	+8%	-11%	-22% (-21%)	-26%
Reduktionsbedarf (zu 2018-Schwellenwert)	-74%	-48% ^c	-89% (-89%)	-67% ^d
Fazit	Grosser Handlungsbedarf	Grosser Handlungsbedarf	Grosser Handlungsbedarf	Grosser Handlungsbedarf

^a Es werden jeweils die Werte basierend auf den Werten des BFS (2021c) und dieser Studie (in Klammer) aufgeführt.

^b Mit dem bisherigen Reduktionspfad wird das Budget bereits 2025 (basierend auf Werten des BFS) oder 2026 (basierend auf Werten aus dieser Studie) aufgebraucht sein (vgl. Kapitel 5.2)

^c Pragmatische Korrektur (48 % statt 55 %): -7 % aufgrund der im Fussabdruck, aber nicht im Schwellenwert enthaltenen Stickoxide (vgl. Kapitel 5.4)

^d Pragmatische Korrektur (67 % statt 78 % oder 56 %): Wahrer Reduktionsbedarf liegt wohl zwischen den Eckwerten und bei rund 67 % (vgl. Kapitel 5.5)

Solange diese Reduktionen nicht erreicht sind, werden die Auswirkungen und Kosten der Umweltbelastung in die Zukunft und zu Lasten der globalen Bevölkerung verschoben.

6. Synthese und Ausblick

6.1 Synthese

In der vorliegenden Studie wurden die Umweltfussabdrücke der Schweiz für den Zeitraum 2000 bis 2018 berechnet. Im Unterschied zur Vorgängerstudie (Frischknecht et al. 2018) wurden die Fussabdrücke mit der IO-TRAIL-Methode berechnet, bei der eine umweltorientierte Input-Output-Analyse mit der Ökobilanzierung gekoppelt wurde. Die neue Berechnungsmethode verbessert die Kompatibilität mit der Berechnung des Treibhausgas-Fussabdrucks durch das BFS und ermöglicht im Vergleich zu der in der Vorgängerstudie angewendeten Methode zusätzliche Auswertungen zu den Treibern der Umweltauswirkungen.

Entwicklung der Umweltfussabdrücke

Die Ergebnisse der Berechnungen lassen sich in aller Kürze wie folgt zusammenfassen. Wir fokussieren dabei auf die Umweltfussabdrücke pro Person.

- Der Gesamtumwelt-Fussabdruck sinkt von rund 35 Millionen UBP pro Person im Jahr 2000 auf knapp 26 Millionen UBP in 2018. Dies entspricht einer Abnahme um 26 %. Dabei ist der Anteil der im Ausland verursachten Umweltbelastungen stetig von 61 % auf 69 % gewachsen.
- Die wesentlichen Treiber auf der Seite des Endkonsums privater Haushalte sind die Ernährung, das Wohnen und die Mobilität. Dabei hat im Zeitverlauf die Bedeutung der Ernährung zu- und die des Wohnens abgenommen. In der Bewertung mit der neuen Methode UBP 2021 ist der Klimawandel der mit Abstand wichtigste Umweltbereich. Es folgen die Bereiche Boden und Bodenqualität, Luftqualität und Wasserqualität.
- In der Bewertung mit der Methode UBP 2021 sinkt die Gesamtumweltbelastung pro Person etwas stärker als mit der in der Vorgängerstudie angewendeten Methode UBP 2013 oder der ebenfalls gesamttaggrierenden Methode ReCiPe 2016. Ein Unterschied betrifft die auslösenden Endnachfragebereiche. In der Bewertung mit ReCiPe 2016 hat die Ernährung eine geringere Bedeutung als Verursacher von Umweltauswirkungen als in der Bewertung mit UBP 2021. Dafür haben die Endnachfragebereiche Wohnen und Mobilität eine grössere Bedeutung. Ein wesentlicher Grund hierfür ist, dass Energieverbrauch und Klimawandel in der ReCiPe-Methode stärker gewichtet werden.
- Der Treibhausgas-Fussabdruck³¹ verringert sich von 14.6 t CO₂-eq im Jahr 2000 auf 11.4 t CO₂-eq in 2018, was einem Rückgang um 21 % entspricht. Der Anteil der ausländischen Emissionen steigt in diesem Zeitraum von 54 % auf 57 %.
- Der Biodiversitäts-Fussabdruck steigt zwischen 2000 und 2018 von 6.7 auf 7.2 Piko-PDF*a pro Person. Im Gegensatz zu den anderen Fussabdrücken nimmer er zu, und zwar um 8 %. Der Anteil des im Ausland verursachten Artenverlustpotenzials steigt von 58 % auf 70 %.

31 Der offizielle Treibhausgas-Fussabdruck der Schweiz wird vom BFS berechnet. Die Berechnung in der vorliegenden Studie dient zum Vergleich der hier und vom BFS verwendeten Methode.

- Pro Person sinkt der Eutrophierungs-Fussabdruck zwischen 2000 und 2018 von 16.3 auf 14.5 kg N-eq, was einem Rückgang um 11 % entspricht. Auch hier steigt die Bedeutung der Umweltauswirkungen im Ausland, von 50 % in 2000 auf 63 % in 2018.
- Der Wasserstress-Fussabdruck pro Person sinkt zwischen 2000 und 2018 von rund 4'700 auf 4'200 Kubikmeter, was einem Rückgang um 11 % entspricht. Dabei ist der inländische Anteil praktisch unbedeutend.

Unsere Berechnungen zeigen weiter, dass die Endnachfragebereiche Wohnen, Ernährung und Mobilität für rund zwei Drittel des Gesamtumwelt-Fussabdrucks verantwortlich sind. Das verbleibende Drittel verteilt sich relativ gleichmässig auf die übrigen Endnachfragebereiche, die daher zusammengekommen ebenfalls relevant sind.

Edelmetalle wurden bei der Berechnung der oben genannten Fussabdrücke nicht einbezogen, da diese in einem erheblichen Umfang der Wertaufbewahrung dienen, d.h. nicht zu Produkten weiterverarbeitet werden. Eine Einbeziehung der Edelmetalle würde zudem den zeitlichen Verlauf der Fussabdrücke stark stören, da die Importe und Exporte von Edelmetallen sehr stark schwanken und ihre Herstellung im Ausland mit hohen spezifischen Umweltauswirkungen verbunden ist. Wir haben die mit dem Nettoimport von Edelmetallen verbundene Umweltbelastung in einer separaten Nebenrechnung berechnet. Im Ergebnis schwankt diese sehr stark und erreicht zum Teil die gleiche Grössenordnung wie der Gesamtumwelt-Fussabdruck der Schweiz. In einzelnen Jahren sind die Werte auch nahe bei null oder sogar leicht negativ. Seit dem Jahr 2000 hat die Netto-Gesamtumweltbelastung jedoch deutlich zugenommen.

Vergleich mit der Vorgängerstudie und anderen Quellen

Diese Ergebnisse haben wir mit den Ergebnissen der Vorgängerstudie verglichen. Für die meisten Fussabdrücke sind die Niveaus und die Verläufe der Fussabdrücke ähnlich. Bei der Gesamtumweltbelastung sind die neu berechneten Fussabdrücke etwas tiefer, beim Treibhausgas-Fussabdruck etwas höher. Beim Wasserfussabdruck sind die Werte für das Jahr 2018 ähnlich, allerdings unterscheidet sich der Verlauf deutlich. In der Vorgängerstudie steigt der Fussabdruck zwischen 2000 und 2018 stärker an als in der vorliegenden Studie.

Die Unterschiede hängen einerseits mit dem Wechsel von der in der Vorgängerstudie angewendeten TRAIL-Methode zur IO-TRAIL-Methode zusammen. Dieser wirkt sich vor allem auf die Berechnung der exportbedingten Umweltauswirkungen und die der Dienstleistungsimporte aus, während sich inländische Umweltauswirkungen und die der Güterimporte nur wenig von den Ergebnissen der Vorgängerstudie unterscheiden. Weitere Gründe für Unterschiede sind

- die Modellierung der Umweltauswirkungen von Stromimporten über den Stromerzeugungsmix der Exportländer, während in der Vorgängerstudie die Herkunftsnachweise des in der Schweiz verwendeten Stroms als Grundlage verwendet wurden.

— die Verwendung des Faktors 3 für die Abschätzung der Klimawirkung von Flugemissionen. Dies führt zu einer Erhöhung der inländischen, import- und exportbedingten Umweltauswirkungen bei der Gesamtumweltbelastung und den Treibhausgasemissionen und auch zu einer Erhöhung der entsprechenden Fussabdrücke.

Zudem haben wir die Ergebnisse mit Resultaten aus anderen Studien und Statistiken verglichen.

- Die Ergebnisse für den Treibhausgas-Fussabdruck sind etwas tiefer als die vom BFS berechneten offiziellen Werte, der Rückgang ist jedoch ähnlich.
- Die Ergebnisse für die Gesamtumweltbelastung (UBP 2013) und den Treibhausgas-Fussabdruck sind mit denen der MatCH-Studie fast identisch.
- Die Ergebnisse für den Treibhausgas-Fussabdruck und den Biodiversitäts-Fussabdruck sind deutlich tiefer als die im SCP-HAT-Projekt berechneten Werte. Dies liegt einerseits daran, dass sich die Methoden vor allem bei der Berechnung der importbedingten Umweltauswirkungen stark unterscheiden. Zudem werden unterschiedliche Datenquellen verwendet. Im Rahmen des vorliegenden Projektes war es nicht möglich, die Gründe im Einzelnen zu eruieren. Grundsätzliche haben beide Methoden spezifische Vor- und Nachteile.

Fallstudien

Wir haben zwei Bereiche mit Fallstudien vertieft analysiert, einerseits Flugemissionen und andererseits den Import von elektronischen Produkten.

Flüge tragen stark zum Treibhausgas-Fussabdruck der Schweiz bei. Dabei sind die Personenflüge deutlich relevanter als die Güterflüge in den Lieferketten der Importe. Personenflüge von Inländern machen in 2015 einen Anteil von rund 20 % des Treibhausgas-Fussabdrucks aus, während Güterflüge lediglich rund 1 % ausmachen.

Der Import von elektronischen Produkten macht rund 1 % der importbedingten Umweltauswirkungen aus. Allerdings ist dieser Wert mit Unsicherheiten verbunden, da die verfügbaren Ökobilanzdaten die Produktvielfalt nur sehr grob abdecken können und recht alt sind.

Vergleich mit ökologischen Belastbarkeitsgrenzen

Die untersuchten Umweltfussabdrücke liegen (hochgerechnet auf die Weltbevölkerung) deutlich über den Belastbarkeitsgrenzen des Planeten. Beim Biodiversitäts-Fussabdruck liegt der Reduktionsbedarf bei 74 %, bei der marinen Eutrophierung bei 48 %. Für den Treibhausgas-Fussabdruck empfehlen wir als Etappenziel bis 2040 eine Reduktion um 89 %.

Um den Reduktionsbedarf für den Gesamtumwelt-Fussabdruck abzuschätzen, ist es hilfreich, sich an folgenden Eckwerten zu orientieren:

- Zur Erreichung der Umweltziele und gesetzlichen Grenzwerte im *Inland* liegt der Reduktionsbedarf bei 56%.
- Würde man die Umweltziele, welche die Schweiz sich innerhalb ihrer Grenzen gesetzt hat auch auf die Importe beziehen, dann betrüge der Reduktionsbedarf für den Gesamtumwelt-Fussabdruck fast 80%.

Nach unserer Einschätzung liegt der Reduktionsbedarf zwischen diesen beiden Eckwerten d.h. bei rund 67 %. Solange diese Reduktion nicht erreicht ist, werden die Auswirkungen und Kosten der Umweltbelastung in die Zukunft und zu Lasten der globalen Bevölkerung verschoben.

Schlussfolgerungen

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie bestätigen im Grundsatz die der Vorgängerstudie. Die Umweltfussabdrücke der Schweiz liegen deutlich über den ökologischen Belastbarkeitsgrenzen und es besteht ein grosser Handlungsbedarf, sie zu verringern. Bei den meisten Umweltindikatoren ist die Entwicklung der absoluten Fussabdrücke leicht steigend bis leicht sinkend. Diese Entwicklung zeigt sich trotz steigender Bevölkerung und Wirtschaftswachstum. Lediglich der Biodiversitäts-Fussabdruck steigt deutlich an. Die Umweltfussabdrücke pro Person haben sich deutlich verringert (Ausnahme: Biodiversitäts-Fussabdruck) und die nachfragebezogene Umwelteffizienz hat sich deutlich verbessert. In allen Fällen wird ein Grossteil Umweltfussabdrücke im Ausland verursacht.

Neben der Verringerung der Umweltauswirkungen in der Schweiz, die weiterhin wichtig ist, sind umweltpolitische Ansätze, die den gesamten Lebenszyklus der in der Schweiz nachgefragten Produkte in den Blick nehmen, zielführend und wichtig, da damit die von der Schweiz im Ausland verursachten Umweltauswirkungen verringert werden können. Dazu können alle Wirtschaftsakteure beitragen, die Produkte herstellen, finanzieren, handeln und konsumieren, d.h. Haushalte, Unternehmen und die Verwaltung. Wie Creutzig et al. (2020) zeigen, gibt es grosse Synergien zwischen nachfrageseitigen Klimaschutzmassnahmen und Lebensqualität (z.B. Gesundheit). Ob die entsprechenden Potenziale realisiert werden, hängt nicht zuletzt von gesellschaftlichen Entwicklungen, den gebauten Infrastrukturen sowie geeigneten staatlichen Rahmenbedingungen zur Stärkung von Kreislaufwirtschaft, Ressourcenschonung und Verantwortung entlang der Lieferketten ab.

6.2 Weiterer Untersuchungsbedarf

Die durch den Konsum der Schweiz ausgelösten Wertschöpfungsketten sind in der Realität sehr komplex und betreffen im Prinzip alle Branchen in allen Ländern der Erde. Die Berechnung der Umweltfussabdrücke stellt mit den verfügbaren Methoden und Datengrundlagen deshalb immer eine Vereinfachung dar, die die Komplexität lediglich mit vereinfachenden Annahmen abbilden kann. Dieses Kapitel enthält deshalb Vorschläge, wie die Berechnung der Umweltfussabdrücke in Zukunft verbessert werden kann.

In methodischer Hinsicht hat der Wechsel von der TRAIL-Methode zur IO-TRAIL-Methode zusätzliche Auswertungen zu den Treibern der Umweltauswirkungen ermöglicht. Die Arbeiten haben gezeigt, dass der Aufbau einer Zeitreihe von umweltorientierten Input-Output-Tabellen als Datengrundlage mit angemessenem Aufwand machbar ist. Die hier durchgeführte Integration von Investitionsgütern in die Lieferketten der Branchen hat eine präzisere Berechnung der Umweltfussabdrücke erlaubt.

6.2.1 Verbesserung der Datengrundlagen

Input-Output-Tabellen

In der vorliegenden Studie werden Input-Output-Tabellen des BFS zur Modellierung der wirtschaftlichen Lieferverflechtungen in der Schweiz verwendet. Diese sind in den umweltrelevanten Branchen Landwirtschaft, Nahrungsmittelindustrie, Energieversorgung und Verkehr relativ stark aggregiert. Disaggregierte Tabellen, die sich an der Energie-IOT 2014 (Nathani et al. 2019b) und der in Nathani et al. (2016) entwickelten umweltorientierten IOT orientieren, würden zu genaueren Ergebnissen führen. Die Schätzung einer Zeitreihe von disaggregierten Tabellen ist jedoch mit einem Zusatzaufwand verbunden.

In der vorliegenden Studie wurden Investitionsgüter mit einem sehr einfachen Ansatz in die Lieferketten der Branchen integriert. Das Vorgehen könnte unter Einbeziehung zusätzlicher Daten verbessert werden.

Daten zu Ressourcenverbrauch und Emissionen in der Schweiz

Die Aufteilung von Daten zu Ressourcenverbrauch und Emissionen auf Schweizer Branchen und Haushalte kann in vielen Fällen auf eine gute Datengrundlage zugreifen, insbesondere beim Energie- und Rohstoffverbrauch sowie bei den Luftemissionen. Besonders hohe Unsicherheiten bestehen bei den Emissionen in Gewässer. Die im PRTR enthaltenen Daten zu den Emitenten decken nur einen kleinen Teil der Gesamtemissionen ab. Zudem ist auch der Wasserverbrauch der Branchen mit grossen Unsicherheiten verbunden. Die letzte Erhebung stammt aus dem Jahr 2006 (Freiburghaus 2009). Hier wäre eine Ausweitung der Umweltgesamtrechnung des BFS auf Wasserkonten sehr hilfreich.

Ökobilanzdaten zur Modellierung der importbedingten Umweltauswirkungen

Die Ökobilanzdatensätze, die zur Berechnung der importbedingten Umweltauswirkungen verwendet werden, sind auf die Güterklassifikation SITC der Aussenhandelsstatistik zugeschnitten. Dies erfordert eine Umrechnung in die CPA-Gliederung, die mit der IOT kompatibel ist, was zu Unschärfen in den Ergebnissen führt.

Darüber hinaus bleiben auch einige Empfehlungen aus der Vorgängerstudie aktuell:

- Erarbeiten von aktuellen, länderspezifischen Sachbilanzdaten zu bedeutenden Rohstoffen (landwirtschaftliche Produkte, Erze).
- Aktualisieren und Erheben von Daten zur Herstellung von elektronischen Geräten und Komponenten. Die rasante technische Entwicklung in diesem Bereich führt dazu, dass die heute verfügbaren Daten stark veraltet sind.
- Bei den Daten zu landwirtschaftlichen Produkten braucht es einerseits individuelle Analysen einzelner Konsumgüter wie Kakao und andererseits eine Differenzierung nach Anbauweise. Damit lässt sich das Optimierungspotenzial erkennen und in der Zeitreihenstudie auch besser sichtbar machen. Allerdings sind zusätzliche Informationen über den Anteil der verschiedenen Anbauweisen (und dessen zeitlichen Verlauf) erforderlich. Neben ausgewählten Nahrungsmitteln (wie Kaffee, Kakao, Soja) sollte insbesondere auch die Baumwolle im Fokus stehen.
- In der vorliegenden Studie wurden mehrere thematische Fussabdrücke adressiert. Die Bereiche Humantoxizität und Ökotoxizität werden damit jedoch nicht beziehungsweise nur über die Gesamtumweltbelastungs-Indikatoren abgedeckt. In einem internationalen Projekt zur Harmonisierung von Umweltindikatoren wurden Indikatoren zur Erfassung der Human- und Ökotoxizität erarbeitet (Frischknecht / Jolliet 2019). Wir empfehlen, deren Eignung für die Zeitreihenstudie zu prüfen.
- In der vorliegenden Arbeit werden regionalisierte und punktuell zeitlich differenzierte Sachbilanzdaten zur Quantifizierung der Umweltbelastung der Importe verwendet und mit regional differenzierenden Umweltindikatoren verknüpft. Eine weitergehende räumliche Differenzierung sollte die Produktionsbedingungen von wichtigen Handelspartnern der Schweiz wie China und anderen asiatischen Ländern abdecken. Neben dieser räumlichen wird auch eine zeitliche Differenzierung benötigt. Beides zusammen erhöht den Datenerhebungs- und Modellierungsaufwand deutlich.

Mittelfristig dürfte die Grundlagenforschung des derzeit laufenden NFP73-Projekts «Transparente Umweltbewertung und Nachhaltigkeitsanalyse des Schweizer Endverbrauchs» zur Verbesserung der Datengrundlage beitragen.³²

³² vgl. <http://www.nfp73.ch/de/projekte/lieferketten/transparente-umweltbewertung-und-nachhaltigkeitsanalyse-des-schweizer-endverbrauchs>

6.2.2 Vergleich mit Ergebnissen von multiregionalen Input-Output-Analysen

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie wurden mit den im SCP-HAT-Projekt berechneten Umweltfussabdrücken für die Schweiz verglichen. In jenem Projekt wird eine umweltergänzte multiregionale Input-Output-Tabelle (MRIO) als Datenbasis verwendet. Der Vergleich zeigt, dass diese Methode zu höheren Werten führt, insbesondere beim Biodiversitäts-Fussabdruck. Im Rahmen des vorliegenden Projektes war es nicht möglich, die Gründe für die Unterschiede im Einzelnen zu identifizieren oder zu beurteilen, welcher Ansatz zu realitätsnäheren Ergebnissen führt. Dies sollte jedoch in einem künftigen Projekt analysiert werden.

Wünschbar wäre darüber hinaus eine internationale Harmonisierung von Grundlagendaten zu Multiregionalen Input-Output-Tabellen (z.B. Exiobase, GLORIA, OECD-ICIO)

6.2.3 Sonstiger Forschungsbedarf

Edelmetalle sind durch hohe spezifische Umweltauswirkungen gekennzeichnet und die Schweiz ist ein Land, das im Handel mit Edelmetallen sehr aktiv ist. Bisher ist es nicht möglich, zwischen der Nutzung von Edelmetallen als Finanzanlage und der stofflichen Verarbeitung zu unterscheiden. Daten zu dieser Branche sind kaum öffentlich verfügbar. Dennoch sollte geprüft werden, ob eine grobe Schätzung der industriellen Verwendung von Edelmetallen in der Schweiz möglich ist. Mögliche Forschungsansätze wäre die Durchführung von Interviews mit Branchenexperten oder eine Abschätzung zur Menge der in der Schweiz hergestellten edelmetallhaltigen Produkte (z.B. auf der Basis von Exportdaten) und zu deren Edelmetallgehalt. Ziel wäre, eine Bandbreite zum Beitrag von Edelmetallen zu den Umweltfussabdrücken der Schweiz zu erhalten.

7. Literaturverzeichnis

AUE (2017). Rheinüberwachungsstation Weil am Rhein (RÜS). Amt für Umwelt und Energie Basel-Stadt.

BAFU (2009a). Mikroverunreinigungen in den Gewässern - Bewertung und Reduktion der Schadstoffbelastung aus der Siedlungsentwässerung. Bundesamt für Umwelt (BAFU), Bern.

BAFU (2010). Stickstoffflüsse in der Schweiz. Stoffflussanalyse für das Jahr 2005. Bundesamt für Umwelt.

BAFU (2021a). Ökofaktoren Schweiz 2021 gemäss der Methode der ökologischen Knappheit. Methodische Grundlagen und Anwendung auf die Schweiz. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Wissen Nr. 2121.

BAFU (2021b). Auf Deponien der Schweiz abgelagerte Abfälle 2016 bis 2019 in Tonnen. Von A. Laube zugestellt.

BAFU (2021c): Switzerland's Greenhouse Gas Inventory 1990–2019: National Inventory Report and reporting tables (CRF). Submission of April 2021 under the United Nations Framework Convention on Climate Change and under the Kyoto Protocol. Federal Office for the Environment, Bern. <http://www.climatereporting.ch>.

BAFU (2021d): Emissionsinformationssystem der Schweiz EMIS. Download unter [Emissionsinformationssystem der Schweiz EMIS \(admin.ch\)](https://www.admin.ch/emis).

BAFU, EAWAG und WSL. (2020). Nationale Daueruntersuchung Fließgewässer (NADUF). Abgerufen auf [NADUF – National long-term surveillance of Swiss rivers - Projects - ERIC-open \(eawag.ch\)](https://www.naduf.ch).

BAG (2017, 2018, 2019). Umweltradioaktivität und Strahlendosen in der Schweiz. Jahresberichte für die Jahre 2016, 2017 und 2018.

BAZL (2021): Daten zu den CO₂-Emissionen des Flugverkehrs. Aufbereitung für die NAMEA. Persönliche Mitteilung von T. Rindlisbacher.

Binder und Mehr (2017). Phosphorflüsse in der Schweiz 2015: Stand, Entwicklungen und Treiber. Im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU).

BFE (2021). Schweizerische Gesamtenergiestatistik 2020 – Datentabellen. Abgerufen auf <https://www.bfe.admin.ch/bfe/de/home/versorgung/statistik-und-geodaten/energiestatistiken/gesamtenergiestatistik.html>.

BFS (2018): Luftemissionskonten: Mehr als 60% des Treibhausgas-Fussabdrucks entstehen im Ausland. BFS Aktuell. Neuchâtel.

BFS (2018b): Schweizerische Input-Output-Tabelle 2014. Neuchâtel.

BFS (2020a). Bevölkerungsdaten im Zeitvergleich. Abgerufen auf <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/kataloge-datenbanken/tabelle.assetdetail.14367961.html>.

BFS (2020b). Landwirtschaftliche Nutzfläche. Ohne Sömmerungsweiden. Abgerufen auf <https://www.bfs.admin.ch/asset/de/je-d-07.02.02.02.01>.

BFS (2020c): Schweizerische Zivilluftfahrtstatistik 2020. Abrufbar unter: [Zivilluftfahrt | Bundesamt für Statistik \(admin.ch\)](#). Neuchâtel.

BFS (2021). STAT-TAB – interaktive Tabellen. Szenarien zur Bevölkerungsentwicklung der Kantone 2020-2050 – Bevölkerungswachstum und Bevölkerungsindikatoren nach Szenario-Variante und Jahr. Abrufbar unter [Szenarien zur Bevölkerungsentwicklung der Kantone 2020-2050 - Bevölkerungswachstum und Bevölkerungsindikatoren nach Szenario-Variante, Jahr und Beobachtungseinheit. PxWeb \(admin.ch\)](#).

BFS (2021b). Tabellen zu den Ausgleichspositionen zwischen dem Treibhausgas- und Luftschadstoff-Inventar und den Luftemissionskonten (AEA). Download: [Luftemissionen | Bundesamt für Statistik \(admin.ch\)](#).

BFS (2021c): Indikator Wirtschaft und Konsum: Treibhausgas-Fussabdruck. Download: [Indikator Wirtschaft und Konsum \(admin.ch\)](#).

BFS (2021d): Luftverkehr, Linien- und Charterverkehr, Download: [Linien- und Charterverkehr | Bundesamt für Statistik \(admin.ch\)](#).

Bjelle E., Kuipers K., Verones F., Wood, R. (2021). Trends in national biodiversity footprints of land use. *Ecological Economics*. vol. 185 [10.1016/j.ecolecon.2021.107059](#).

Boulay A. – M., Bare J., Benini L., Berger M., Lathuillière M., Manzardo A., Margni M., Motoshita M., Núñez M., Pastor A. V., Ridoutt B., Oki T., Worbe S. and Pfister S. (2017): The WULCA consensus characterization model for water scarcity footprints: assessing impacts of water consumption based on Available WAter REMaining (AWARE). In: *The International Journal of Life Cycle Assessment*, pp. 1 – 11, [10.1007/s11367-017-1333-8](#).

Bundesrat (2020a). Von welcher Bedeutung könnten negative CO₂-Emissionen für die künftigen klimapolitischen Massnahmen der Schweiz sein? Bericht des Bundesrates in Erfüllung des Postulates 18.4211 Thorens Goumaz vom 12. Dezember 2018.

Bundesrat (2020b). Bodenstrategie Schweiz für einen nachhaltigen Umgang mit dem Boden. <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/boden/publikationen-studien/publikationen/bodenstrategie-schweiz.html>.

Bundesrat (2021a): Langfristige Klimastrategie der Schweiz <https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/de/dokumente/klima/fachinfo-daten/langfristige-klimastrategie-der-schweiz.pdf.download.pdf/Langfristige%20Klimastrategie%20der%20Schweiz.pdf>.

Bundesrat (2021b): Strategie Nachhaltige Entwicklung 2030 https://www.are.admin.ch/dam/are/de/dokumente/nachhaltige_entwicklung/publikationen/sne2030.pdf.download.pdf/Strategie%20Nachhaltige%20Entwicklung%202030.pdf.

Chaudhary A., Verones F., de Baan L. and Hellweg S. (2015): Quantifying Land Use Impacts on Biodiversity: Combining Species–Area Models and Vulnerability Indicators. In: *Environmental Science & Technology*, 49(16), pp. 9987 – 9995.

Chaudhary A., Pfister S. and Hellweg S. (2016): Spatially Explicit Analysis of Biodiversity Loss due to Global Agriculture, Pasture and Forest Land Use from a Producer and Consumer Perspective. In: Environmental Science & Technology, 50, pp. 3928–3936.

Creutzig, Felix & Niamir, Leila & Bai, Xuemei & Cullen, Jonathan & Díaz-José, Julio & Figueroa, Maria & Grubler, Arnulf & Lamb, William & Leip, Adrian & Masanet, Eric & Mata, Érika & Mattauch, Linus & Minx, Jan & Mirasgedis, Sebastian & Mulugetta, Yacob & Nugroho, Sudarmanto & Pathak, Minal & Perkins, Patricia & Roy, Joyashree & Ürge-Vorsatz, Diana. (2020). Demand-side solutions to climate change mitigation consistent with high levels of wellbeing. 10.21203/rs.3.rs-127928/v1.

Dao H., Friot D., Pascal P., Bruno C. De Bono A. Schwarzer S. (2015). Environmental limits and Swiss footprints based on planetary boundaries. UNEP/GRID-Geneva & University of Geneva, Geneva, Switzerland.

EEA-FOEN (2020): Is Europe living within the limits of four planet? EEA Report No 01/2020. Joint EEA/FOEN Report. ISSN 1977-8449. Abrufbar unter <https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/en/dokumente/wirtschaft-konsum/ud-umwelt-diverses/TH-AL-20-006-EN-N%20Is%20Europe%20living%20within%20the%20limits%20of%20our%20planet%20-%20final%20-%20FOEN.pdf.download.pdf/TH-AL-20-006-EN-N%20Is%20Europe%20living%20within%20the%20limits%20of%20our%20planet%20-%20final%20-%20FOEN.pdf>.

ENSI (2021). Radioaktive Abgaben Kernanlagen CH 2016 – 2018. Zur Verfügung gestellt von Thomas Thöni, ENSI, 06.04.2017.

Flughafen Zürich (2019): Zahlen und Fakten 2018. Zürich.

Freiburghaus, M. (2009): Wasserbedarf der Schweizer Wirtschaft. In: Gas-Wasser-Abwasser, gwa 12/09, S. 1001-1009.

Freiburghaus, M. (2015): Wasserverbrauch: sinkender Wasserabsatz im Schweizer Haushalt. Aqua & Gas Nr. 3 / 2015, S. 72 – 79.

Frischknecht R., und 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.

Frischknecht R., Nathani C., Büsser Knöpfel S., Itten R., Wyss F. and Hellmüller P. (2014). Entwicklung der weltweiten Umweltauswirkungen der Schweiz; Umweltauswirkungen von Konsum und Produktion von 1996 bis 2011. Schlussbericht an das Bundesamt für Umwelt, treeze Ltd / Rütter Soceco AG, Uster / Rüschtikon.

Frischknecht R., Nathani C., Stolz P., Wyss F., Itten R. (2015a). Extension of a Disaggregated Input-Output Table with Environmental Data for the Year 2008. Commissioned by the Federal Office for the Environmental (FOEN).

Frischknecht R., Wyss F., Büsser Knöpfel S., Lützkendorf T. and Balouktsi M. (2015d). Cumulative energy demand in LCA: the energy harvested approach. In: The International Journal of Life Cycle Assessment, 20(7), pp.

957-969, 10.1007/s11367-015-0897-4, retrieved from:

<http://dx.doi.org/10.1007/s11367-015-0897-4>.

Frischknecht R. and Jolliet O. (ed.) (2019): Global Guidance on Environmental Life Cycle Impact Assessment Indicators, Volume 2. United Nations Environment Programme, UNEP, Paris.

Frischknecht R., Nathani C., Alig M., Stolz P., Tschümperlin L., Hellmüller P. (2018a). Umwelt-Fussabdrücke der Schweiz. Zeitlicher Verlauf 1996-2015. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Zustand Nr. 1811.

Frischknecht R., Nathani C., Alig M., Stolz P., Tschümperlin L., Hellmüller P. (2018b). Technischer Bericht – Umwelt-Fussabdrücke der Schweiz.

Goedkoop M., Heijungs R., Huijbregts M. A. J., De Schryver A., Struijs J. and van Zelm R. (2009): ReCiPe 2008 – A life cycle impact assessment method which comprises harmonised category indicators at the midpoint and the endpoint level. First edition. Report I: Characterisation, NL, retrieved from: icia-recipe.net.

Heldstab J., Leippert F., Biedermann R. und Schwank O. (2013). Stickstoffflüsse in der Schweiz 2020. Stoffflussanalyse und Entwicklungen. Bundesamt für Umwelt, Bern, Schweiz.

Hillenbrand T., Toussaint D., Böhm E., Fuchs S., Schwerer U., Rudolphi A., und Hoffman M. (2005). Einträge von Kupfer, Zink und Blei in Gewässer und Böden – Analyse der Emissionspfade und möglicher Emissionsminderungsmaßnahmen. Umweltbundesamt, Dessau.

Huijbregts MAJ., Steinmann ZJN., Elshout PMF., Stam G., Verones F., Vieira MDM., Hollander A., Zijp M., van Zelm R. (2017). ReCiPe 2016 v1.1. A harmonized life cycle impact assessment method at midpoint and endpoint level. National Institute for Public Health and the Environment. Ministry of Health, Welfare and Sport.

Jungbluth N., Nathani C., Stucki M., Leuenberger M. (2011): Gesamt-Umweltbelastung durch Konsum und Produktion der Schweiz: Input-Output-Analyse verknüpft mit Ökobilanzierung. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Wissen.

Keller, R., Muir, K., Roth, F., Jattke, M., & Stucki, M. (2021). From bandages to buildings: identifying the environmental hotspots of hospitals. Manuscript submitted for Publication.

Kernenergie (2021). Die Schweizer Kernkraftwerke. Abgerufen auf www.kernenergie.ch.

KBOB, eco-bau and IPB. (2016). KBOB Ökobilanzdatenbestand DQRv2:2016; Grundlage für die KBOB-Empfehlung 2009/1:2016: Ökobilanzdaten im Baubereich, Stand 2016. Koordinationskonferenz der Bau- und Liegenschaftsorgane der öffentlichen Bauherren c/o BBL Bundesamt für Bauten und Logistik, retrieved from: www.ecoinvent.org.

Kulionis V., Froemelt A. und Pfister S. (2021). Multiscale orientation values for biodiversity, climate and water: a scientific input for science-based targets. Im Auftrag des Bundesamts für Umwelt (BAFU).

Lee et al. (2010) Transport impacts on atmosphere and climate: Aviation Atmospheric Environment Volume 44, Issue 37, December 2010, Pages 4678-4734 <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2009.06.005>.

Lucas P., Wilting H. (2018). Towards a safe operating space for the Netherlands. PBL Netherlands Environmental Assessment Agency.

Macknick J., Newmark R., Heath G. and Hallett K. C. (2012): Operational water consumption and withdrawal factors for electricity generating technologies: a review of existing literature. In: Environmental Research Letters, 7, pp. 1-10, doi:10.1088/1748-9326/7/4/045802.

Messmer A. and Frischknecht R. (2016). Umweltbilanz Strommix Schweiz 2014. treeze Ltd., Uster.

NAGRA (2016). Technischer Bericht 16-01: Entsorgungsprogramm 2016 der Entsorgungspflichtigen. Nationale Gesellschaft für die Lagerung radioaktiver Abfälle, nagra, Wettingen, retrieved from: www.nagra.ch.

Nathani, C., Stolz, P., Tribaldos, T., Schmid, C., Schneider, M., Frischknecht, R., Itten, R., Wyss, F., Kopainsky, B. (2016): Estimation of a Swiss environmentally extended input-output table with a disaggregated agri-food sector. Technical report. NRP 69 project "Environmental-economic models for evaluating the sustainability of the Swiss agri-food system". Rütter Soceco AG, treeze Ltd, Flury & Giuliani GmbH, Rüslikon / Uster / Zürich.

Nathani, C., Frischknecht, R. (2019): Greenhouse gas footprint of Swiss consumption: A comparison of calculation approaches. Rüslikon / Uster.

Nathani, C., Frischknecht, R., Hellmüller, P., Alig, M., Stolz, P., Tschümperlin, L. (2019). Environmental hotspots in the supply chain of Swiss companies. Schlussbericht an das Bundesamt für Umwelt. Rüslikon/Uster.

Nathani, C., Zandonella, R., van Nieuwkoop, R., Brandes, J., Schwehr, T., Killer, M., Sutter, D. (2019): Energie- und verkehrsbezogene Differenzierung der Schweizerischen Input-Output-Tabelle 2014. Schlussbericht an das Bundesamt für Energie, Bern.

Neu U (2020) Die Auswirkungen der Flugverkehrsemissionen auf das Klima. Swiss Academies Communications 15 (9). akademien-schweiz.ch ISSN (online) 2297-1807 DOI: doi.org/10.5281/zenodo.3778046.

Neu U. (2021) Die Auswirkungen der Flugverkehrsemissionen auf das Klima. Swiss Academies Communications 16 (3) 2. Auflage, 2021 (online) [Die Auswirkungen der Flugverkehrsemissionen auf das Klima \(scnat.ch\)](https://www.scnat.ch/communication/16-3-2).

Pfister Stephan, Kulionis Viktoras (2020): Feasibility Study on Strengthening the Environmental Footprints and Planetary Boundaries Concepts within the Green Economy Progress Measurement Framework. Im Auftrag des United Nations Environmental Programme (UNEP) [ftp.pdf \(unep.org\)](https://www.unep.org/gera/gera-reports/feasibility-study-on-strengthening-the-environmental-footprints-and-planetary-boundaries-concepts-within-the-green-economy-progress-measurement-framework).

Reimann S., Vollmer M.K. Brunner D., Steinbacher M., Hill M., Henne S., und Emmenegger L. (2017). Kontinuierliche Messung von Nicht-CO₂-Treibhausgasen auf dem Jungfrauoch (HALCLIM-2015-18), 2. Zwischenbericht. EMPA, Dübendorf.

Reimann S., Vollmer M.K. Brunner D., Steinbacher M., Hill M., Wyss SA, Henne S., und Emmenegger L. (2017). Kontinuierliche Messung von Nicht-CO₂-Treibhausgasen auf dem Jungfrauoch (HALCLIM-2015-18), Schlussbericht. EMPA, Dübendorf.

PRTR (2021). Schadstoffregister SwissPRTR Datenabfrage. Abgerufen auf <https://www.prtr.admin.ch/PublicWebSite/Abfrage.aspx?Lang=ger>.

Ruiz S., Ng C., Scheringer M. and Hungerbühler K. (2012). Milestone III - Preliminary list of chemicals under consideration and determination of annual flows to Swiss waters (not published). Safety and Environmental Technology Group Institute for Chemical and Bioengineering ETHZ, Zürich, Switzerland.

SBB (2010, 2012, 2014, 2020). Die SBB in Zahlen und Fakten. Jahresberichte für die Jahre 2010, 2012, 2014, 2020.

Schweizerischer Verein des Gas- und Wasserfaches (SVGW, 2019): Statistische Erhebungen der Wasserversorgungen in der Schweiz. Betriebsjahr 2018. Zürich.

Spycher S. und Daniel O. (2013). Agrarumweltindikator Einsatz von Pflanzenschutzmitteln. Agroscope Changins-Wädenswil ACW, Wädenswil.

Stolz, P., Frischknecht, R., Heath, G., Komoto, K., Macknick, J., Sinha, P., Wade, A., (2017): Water Footprint of European Rooftop Photovoltaic Electricity based on Regionalised Life Cycle Inventories, IEA PVPS Task 12, International Energy Agency Power Systems Programme, Report IEA-PVPS T12-11:2017.

Thöni L., Matthaei D., Seitler E., Bergamini A. (2008). Deposition von Luftschadstoffen in der Schweiz. Moosanalysen 1990-2005. Umwelt-Zustand Nr. 0827 Bundesamt für Umwelt, Bern. 150 S.

treeze Ltd. (2017): Life cycle inventory database: datasets compliant with ecoinvent protocol v2 and provided in EcoSpold v1 data format. treeze Ltd., Uster, CH, retrieved from: www.treeze.ch.

Verones, Francesca & Moran, Daniel & Stadler, Konstantin & Kanemoto, Kei-ichiro & Wood, Richard. (2017). Resource footprints and their ecosystem consequences OPEN. Scientific Reports. 7. 10.1038/srep40743.

von Arx U. (2006) Kupfer - Verbrauch, Umwelteinträge und -vorkommen. Umwelt-Wissen Nr. 0601. Bundesamt für Umwelt (BAFU), Bern.

VSA (2011). Kosten und Leistungen der Abwasserentsorgung. Fachorganisation Kommunale Infrastruktur (KI) & Verband Schweizerischer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute.

Wittwer A. und Gubser C. (2010). Umsetzung des Verbots von Pflanzenschutzmitteln. Untersuchung zum Stand der Umsetzung des Anwendungsverbots von Unkrautvertilgungsmitteln auf und an Strassen, Wegen und Plätzen. Umwelt-Wissen Nr. 1014. Bundesamt für Umwelt, Bern.

WWF UK (2021) [Thriving within our planetary means full report.pdf](https://www.wwf.org.uk/publications/reports/thriving-within-our-planetary-means)
([wwf.org.uk](https://www.wwf.org.uk)).

A1 Inlands-, Territorial-, Absatz-, und Verbrauchsprinzip

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 2021d), dies im Gegensatz zum Inlandprinzip, das sich auf Emissionen und Ressourcenverbräuche der auf einem Territorium ansässigen Wirtschaftseinheiten bezieht.

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 (GEST) des Bundesamtes für Energie, die Basisdaten für energiebedingte Emissionen liefert, folgt in der Regel dem Verbrauchsprinzip. Bei Treibstoffen folgt sie dem Absatzprinzip. Das gleiche gilt für das Treibhausgas-Inventar, das in weiten Teilen auf der GEST basiert.

Tabelle 11 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 Tanktourismus und die Treibstoffkäufe von Fluggesellschaften zurückzuführen.

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

- Addition des Treibstoffkaufs durch GWE (z.B. gebietsansässige Touristen, Speditionen oder Fluggesellschaften) 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.

	IP	TP	AP	VP
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				
Erläuterung: IP: Inlandsprinzip, TP: Territorialprinzip, AP: Absatzprinzip, VP: Verbrauchsprinzip				

Tabelle 11 Vergleich zwischen den vier Bilanzierungsprinzipien am Beispiel der energiebedingten Luftemissionen (Quelle: Frischknecht et al. 2017)

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

A2 Datenquellen für die Berechnung der inländischen Umweltbelastungen und die Zuordnung zu Branchen und Haushalten im Detail

Umweltindikator	Methode und Datenquelle für Total <i>(Grundsätzliches Vorgehen analog Frischknecht et al. (2018))</i>	Methode und Datenquelle für Zuordnung <i>(Grundsätzliches Vorgehen analog Frischknecht et al. (2015a))</i>
Treibhausgase (fossiles CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O, HFC, PFC, SF ₆ , NF ₃)	BFS, Luftemissionskonto	BFS, Luftemissionskonto
Ozonabbauende Substanzen (CFC-10, CFC-11, CFC-12, HCFC-22, HCFC-141b, Halon 1001, Halon 1211, Halon 1301)	Reimann et al. (2017, 2018)	Bei Einsatz als Lösemittel oder Kältemittel: eindeutige Zuordnung zur chemischen Industrie Bei Einsatz als Schäumungsmittel in Gebäuden: Anteil abgeschätzt analog Frischknecht et al. (2015a). Aufteilung der Gebäude auf Industrie- und Dienstleistungssektoren anhand Schneider 2009 und Gebäudebestandesentwicklung 1990-2017
Ausgewählte Luftemissionen (SO ₂ , NO _x , NMVOC, CO, NH ₃ , Feinstaub (< 2.5 µm, 2.5 – 10 µm, > 10 µm), PAK, BaP, PCDD, PCDF, Cd, Hg, Pb)	BFS, Luftemissionskonto Feinstaub inkl. Dieselruss	BFS, Luftemissionskonto
Benzol-Emissionen in die Luft	BAFU: EMIS-Datenbank	Zuordnung von Aktivitäten in EMIS-Datenbank zu Branchen
Zink-Emissionen in die Luft	BAFU: EMIS-Datenbank	Zuordnung von Aktivitäten in EMIS-Datenbank zu Branchen
Radioaktive Substanzen in die Luft (C-14, Cs-134, Cs-137, Tritium)	ENSI (2021)	ENSI (2021)

Umweltindikator	Methode und Datenquelle für Total <i>(Grundsätzliches Vorgehen analog Frischknecht et al. (2018))</i>	Methode und Datenquelle für Zuordnung <i>(Grundsätzliches Vorgehen analog Frischknecht et al. (2015a))</i>
Wasserschadstoffe (AOX, COD, N, P, Chloroform)	<p>AOX: PRTR (2021) + AUE (2017) + Hochrechnung auf die Schweiz gemäss Frischknecht & Büsser Knöpfel (2013).</p> <p>COD: VSA (2011) + Messdaten NADUF (BAFU et al. 2020) (Station Weil) + Hochrechnung auf die Schweiz gemäss Frischknecht & Büsser Knöpfel (2013).</p> <p>N: Heldstab et al. (2013).</p> <p>P: Binder und Mehr (2017).</p> <p>Chloroform: Messdaten NADUF (BAFU et al. 2020) (Station Weil) + Hochrechnung auf die Schweiz gemäss Frischknecht & Büsser Knöpfel (2013).</p>	<p>AOX: Verteilung auf Branchen gemäss PRTR (2021)</p> <p>COD: Frischknecht et al. (2018b)</p> <p>N: Heldstab et al. (2013) + PRTR (2021)</p> <p>P: Binder 2017 + Extrapolation (vor 2006 und nach 2015)</p> <p>Chloroform: wird nicht berücksichtigt, da Emittenten nicht bekannt; Chloroform wird in der Bewertungsmethode MoeK 2021 nicht mehr berücksichtigt, daher scheint eine Vernachlässigung vertretbar zu sein.</p>
Nitrat ins Grundwasser	Wert basiert auf BAFU (2010), konstant gehalten analog Ausführungen in Frischknecht et al. 2018b)	Nitrat: Eindeutig Landwirtschaft (NOGA 01)
Schwermetalle ins Wasser (As, Cd, Cu, Cr, Hg, Ni, Pb, Zn)	Messdaten NADUF (BAFU et al. 2020) (Station Weil) + Hochrechnung auf die Schweiz gemäss Frischknecht & Büsser Knöpfel (2013).	<p>As: Verteilung auf Branchen gemäss PRTR (2021)</p> <p>Cd: Punktemissionen gemäss PRTR, diffuse Emissionen: Entsorgung (NOGA 36-39)</p> <p>Cu: Punktemissionen gemäss PRTR; diffuse Emissionen gemäss von Arx (2006)</p> <p>Cr, Hg; Ni: Verteilung auf Branchen gemäss PRTR (2021)</p> <p>Pb: Punktemissionen gemäss PRTR; diffuse Emissionen gemäss Hillenbrand (2005)</p> <p>Zn: Punktemissionen gemäss PRTR; diffuse Emissionen gemäss Hillenbrand (2005) + Bevölkerungsentwicklung gemäss BFS (2020a)</p>

Umweltindikator	Methode und Datenquelle für Total <i>(Grundsätzliches Vorgehen analog Frischknecht et al. (2018))</i>	Methode und Datenquelle für Zuordnung <i>(Grundsätzliches Vorgehen analog Frischknecht et al. (2015a))</i>
Radioaktive Substanzen ins Wasser (Co-60, Cs-134, Cs-137, I-131, Tritium)	ENSI (2021) für KKW und BAG (2017, 2018, 2019) für Spitäler	ENSI 2021 und BAG (2017, 2018, 2019)
Hormonaktive Stoffe ins Wasser	BAFU (2009) + Bevölkerungsentwicklung gemäss BFS (2020a)	Private Haushalte
PAK ins Wasser	Messdaten NADUF (BAFU et al. 2020) (Station Weil) + Hochrechnung auf die Schweiz gemäss Frischknecht & Büsser Knöpfel (2013).	Mineralölverarbeitung (NOGA 19)
POP ins Wasser (Xylol, Toluol, Ethylbenzol)	Emissionsfaktoren aus KBOB et al. (2016) + Gesamtenergiestatistik des BFE (2021): Tabelle T22 Produktion der Inlandraffinerien + Skalierung basierend auf Ruiz et al. (2012)	Mineralölverarbeitung (NOGA 19)
Schwermetalle in den Boden (Cd, Pb, Zn)	Landwirtschaftliche Nutzfläche gemäss BFS (2020) + Keller A et al. (2005).	Landwirtschaft (NOGA 01)
Schwermetalle in den Boden (Cu)	Landwirtschaftliche Nutzfläche gemäss BFS (2020) + Keller A et al. (2005) + von Arx (2006) + Thöni et al. (2018)	von Arx (2006) Landwirtschaftliche Nutzfläche gemäss BFS (2020) + Keller A et al. (2005) + Thöni et al. (2018)
Pestizide in den Boden	Agrarbericht (2020) + Charakterisierungsfaktoren gemäss Frischknecht et al. (2018b)	Spycher und Daniel (2013) + Wittwer und Gubser (2010) + SBB (2010, 2012, 2014, 2020).
Energetische Rohstoffe (Wasserkraft, Wind, Solar, Umweltwärme, Biomasse)	BFS, Energiekonten Werte multipliziert mit Primärenergiefaktoren nach Frischknecht et al. (2015)	BFS, Energiekonten
Biotische Rohstoffe (Holz, Wilde Produkte gejagt und gesammelt, Futterpflanzen, Pflanzliche Erzeugnisse ohne Futterpflanzen, Fisch-Wildfang)	BFS, Materialflusskonten	Wilde Produkte, Futterpflanzen, übrige pflanzliche Erzeugnisse: Landwirtschaft (NOGA 01) Holz: Forstwirtschaft (NOGA 02) Fisch (Wildfang): Fischerei (NOGA 03)

Umweltindikator	Methode und Datenquelle für Total <i>(Grundsätzliches Vorgehen analog Frischknecht et al. (2018))</i>	Methode und Datenquelle für Zuordnung <i>(Grundsätzliches Vorgehen analog Frischknecht et al. (2015a))</i>
Mineralische Rohstoffe (Natursteine, Dolomit, Salz, Kalkstein, Ton, Sand und Kies, sonstige nichtmetallische Mineralien)	BFS, Materialflusskonten	Bergbau (NOGA 05 – 09)
Wasserverbrauch	Summe der rechts erläuterten Werte	<p>Wasserverbrauch der Branchengruppen 2006 gemäss Freiburghaus (2009), im Zeitverlauf mangels neuer Informationen konstant gehalten; Aufteilung auf Branchen proportional zur Beschäftigung</p> <p>Wasserverbrauch der Haushalte durch Multiplikation der Bevölkerungszahl mit spez. Wasserverbrauch gemäss Freiburghaus (2015)</p> <p>Wasserverbrauch der Kernkraftwerke Gösgen und Leibstadt durch Multiplikation des spez. Wasserverbrauchs gemäss Macknick et al. (2012) mit der Stromerzeugung der Kraftwerke</p> <p>Wasserverbrauch der Wasserversorgung entspricht der Summe aus Eigenverbrauch und Verlusten gemäss Wasserversorgungsstatistik der SVGW (2019)</p> <p>Wasserverbrauch der öffentlichen Verwaltung entspricht dem für öffentliche Zwecke und Brunnen gemäss SVGW (2019)</p> <p>Anteile für konsumtiven Verbrauch: Landwirtschaft 70 %, Pistenbeschneigung: 40 %, sonst: 10 %</p>
Landnutzung	<p>BFS, Arealstatistik 1992 – 1997, 2004 – 2009, 2013 – 2018 nach 72 Grundkategorien</p> <p>Fehlende Daten für Kantone 2013 – 2018 aus 2004 – 2009 übernommen</p>	Zuordnung der Grundkategorien zu Branchen, Branchengruppen und Haushalte; Werte für Branchengruppen wurden proportional zur Beschäftigung auf Branchen aufgeteilt
Nichtradioaktive Abfälle (C-Emissionen aus Deponien)	BAFU (2021b) + KBOB et al. (2016)	eindeutig: Entsorgung (NOGA 36 – 39)

Umweltindikator	Methode und Datenquelle für Total <i>(Grundsätzliches Vorgehen analog Frischknecht et al. (2018))</i>	Methode und Datenquelle für Zuordnung <i>(Grundsätzliches Vorgehen analog Frischknecht et al. (2015a))</i>
Radioaktive Abfälle (schwach- mittelaktiv, hochaktiv)	NAGRA (2016) + Kernenergie (2021) + Gesamtenergiestatistik Tabelle T24 (BFE 2021).	eindeutig: Energieversorgung (NOGA 35)
Lärm (Flüge, Bahn, Strasse: Lkw, Strasse: Pkw)		Flüge: eindeutig: Luftfahrt (NOGA 51) Bahn: eindeutig: Landverkehr (NOGA 49) Strasse – Lkw: proportional zum Dieserverbrauch der Branchen Strasse – Pkw: proportional zum Benzin- und Dieserverbrauch der Haushalte und zum Benzinverbrauch der Branchen

A3 Treibhausgasemissionen der Güterimporte

SITC-Gruppe	THG-Intensität der SITC-Gruppe [kg CO ₂ eq / kg Produkt]	Anteil transportbedingter THG-Emissionen [%]	Anteil flugbedingter THG-Emissionen [%]	Importmenge [kt]
SITC-00, live animals other than animals of division 03	5.84	2%	0%	4
SITC-01, meat and meat preparations	13.54	7%	6%	88
SITC-02, dairy products and birds' eggs	3.38	4%	0%	154
SITC-03, fish, crustaceans, molluscs and aquatic invertebrates, and preparations thereof	2.89	20%	15%	71
SITC-04, cereals and cereal preparations	0.94	11%	1%	1'044
SITC-05, vegetables and fruit	0.89	28%	13%	1'212
SITC-06, sugars, sugar preparations and honey	0.61	21%	4%	209
SITC-07, coffee, tea, cocoa, spices, and manufactures thereof	9.27	2%	0%	314
SITC-08, feeding stuff for animals (not including unmilled cereals)	0.91	13%	1%	1'254
SITC-09, miscellaneous edible products and preparations	3.79	3%	1%	175
SITC-11, beverages	0.53	18%	0%	1'057
SITC-12, tobacco and tobacco manufactures	1.32	11%	1%	25
SITC-21, hides, skins and furskins, raw	7.17	13%	11%	0
SITC-22, oil-seeds and oleaginous fruits	0.78	15%	1%	44
SITC-23, crude rubber (including synthetic and reclaimed)	4.63	2%	0%	46
SITC-24, cork and wood	0.16	68%	3%	803
SITC-25, pulp and waste paper	0.61	19%	2%	322
SITC-26, textile fibres (other than combed wool) and their wastes	5.17	4%	2%	22
SITC-27, crude fertilizers and crude minerals	0.12	89%	0%	9'423

SITC-28, metalliferous ores and metal scrap	0.22	44%	1%	619
SITC-29, crude animal and vegetable materials, n.e.s.	0.81	37%	24%	267
SITC-32, coal, coke and briquettes	0.69	15%	0%	210
SITC-33, petroleum, petroleum products and related materials	0.66	10%	0%	9'601
SITC-34, gas, natural and manufactured	0.06	66%	0%	2'578
SITC-41, animal oils and fats	1.64	56%	50%	9
SITC-42, fixed vegetable fats and oils, crude, refined or fractionated	3.01	4%	0%	118
SITC-43, animal or vegetable fats and oils, processed	2.45	5%	1%	19
SITC-51, organic chemicals	2.82	5%	2%	1'217
SITC-52, inorganic chemicals	1.92	5%	0%	705
SITC-53, dyeing, tanning and colouring materials	1.96	8%	2%	339
SITC-54, medicinal and pharmaceutical products	9.61	2%	0%	76
SITC-55, essential oils, resinoids, perfume materials, and cleansing preparations	2.26	7%	2%	251
SITC-56, fertilizers (other than those of group 272)	3.58	2%	0%	259
SITC-57, plastics in primary forms	3.86	3%	0%	942
SITC-58, plastics in non-primary forms	3.82	4%	1%	365
SITC-59, chemical materials and products, n.e.s.	2.10	7%	2%	2'047
SITC-61, leather, leather manufactures, n.e.s., and dressed furskins	6.09	11%	9%	2
SITC-62, rubber manufactures, n.e.s.	2.66	6%	2%	153
SITC-63, cork and wood manufactures (excluding furniture)	1.02	11%	0%	917
SITC-64, paper, paperboard and articles of paper pulp, of paper or of paperboard	1.41	8%	1%	1'206
SITC-65, textile yarn, fabrics, made-up articles, n.e.s., and related products	13.05	2%	1%	186
SITC-66, non-metallic mineral manufactures, n.e.s.	0.96	12%	0%	3'133
SITC-67, iron and steel	2.31	4%	0%	2'590

SITC-68, non-ferrous metals	6.61	2%	1%	737
SITC-69, manufactures of metals, n.e.s.	7.35	2%	1%	808
SITC-71, power-generating machinery and equipment	3.72	9%	6%	68
SITC-72, machinery specialized for particular industries	3.87	6%	3%	218
SITC-73, metalworking machinery	4.38	6%	3%	61
SITC-74, general industrial machinery and equipment, n.e.s., and machine parts, n.e.s.	2.82	9%	5%	377
SITC-75, office machines and automatic data-processing machines	16.46	4%	3%	38
SITC-76, telecommunications and sound-recording and reproducing apparatus and equipment	26.01	4%	3%	33
SITC-77, electrical machinery, apparatus and appliances	12.25	3%	2%	322
SITC-78, road vehicles (including air-cushion vehicles)	4.82	3%	0%	792
SITC-79, other transport equipment	5.08	7%	5%	68
SITC-81, prefabricated buildings; sanitary, plumbing, heating and lighting fittings	7.52	3%	1%	139
SITC-82, furniture, and parts thereof; bedding, mattresses, mattress supports, cushions	5.29	2%	0%	512
SITC-83, travel goods, handbags and similar containers	8.03	9%	7%	24
SITC-84, articles of apparel and clothing accessories	27.40	3%	2%	108
SITC-85, footwear	8.00	9%	7%	36
SITC-87, professional, scientific and controlling instruments and apparatus, n.e.s.	15.79	11%	10%	37
SITC-88, photographic apparatus, equipment and supplies and optical goods; watches and clocks	18.03	6%	5%	10
SITC-89, miscellaneous manufactured articles, n.e.s.	4.34	5%	2%	703
SITC-93, specific trade incidents	2.99	13%	9%	35

A4 Klassifikationen

Endnachfragebereiche

Endnachfragebereich	Kurzbezeichnung in Grafiken	Beschreibung
Konsum privater Haushalte		
Nahrungsmittel und alkoholfreie Getränke	Nahrungsmittel	
Alkoholische Getränke, Tabakwaren und Drogen	Nahrungsmittel	
Bekleidung und Schuhe	1) Bekleidung 2) Sonst. HH-Konsum	inkl. Chemische Reinigung, Waschen, Reparaturen und Miete von Bekleidung
Wohnung, Wasser, Strom, Gas u.a. Brennstoffe	Wohnen, Energie	Miete (inkl. Eigenmietwert), Güter und Dienstleistungen für Instandhaltung von Wohnungen, Wasser, Abfall, Abwasser, Energie
Einrichtungsgegenstände (Möbel), Apparate, Geräte und Ausrüstungen für den Haushalt sowie deren Instandhaltung	1) Möbel, HH-Geräte 2) Sonst. HH-Konsum	Möbel, Innenausstattung, Teppiche u.a. Bodenbeläge, Heimtextilien, Haushaltsgeräte, Geschirr u.a. Gebrauchsgüter für die Haushaltsführung, Werkzeuge und Geräte für Haus und Garten, Güter und Dienstleistungen für die Haushaltsführung
Gesundheitspflege	Gesundheit	Gesundheitsdienstleistungen, Medizinische Erzeugnisse, Geräte und Ausrüstungen
Verkehr	Verkehr	Kauf von Fahrzeugen, Güter und Dienstleistungen für den Betrieb von privaten Fahrzeugen, Verkehrsdienstleistungen, exkl. Pauschalreisen
Nachrichtenübermittlung	Bildung, Komm.	Post- und Kurierdienstleistungen, Telefon- und Telefaxgeräte, einschl. Reparatur, Telefon- und Telefaxdienstleistungen
Freizeit, Unterhaltung und Kultur	Freizeit, Unterhaltung	Audiovisuelle, fotografische und Informationsverarbeitungsgeräte und Zubehör, Andere größere langlebige Gebrauchsgüter für Freizeit und Kultur, Andere Geräte u. Artikel f. Freizeitwecke, Gartenerzeugnisse u. Verbrauchsgüter f. Gartenpflege, Haustiere, Freizeit- und Kulturdienstleistungen, Zeitungen, Bücher und Schreibwaren, Pauschalreisen
Bildungswesen	Bildung, Komm.	Dienstleistungen von Bildungseinrichtungen
Beherbergungs- und Gaststättendienstleistungen	Gastgewerbe	Verpflegungsdienstleistungen, Beherbergungsdienstleistungen
Andere Waren und Dienstleistungen	Sonst. HH-Konsum	Körperpflege, Dienstleistungen der Prostitution, Persönliche Gebrauchsgegenstände, Dienstleistungen sozialer Einrichtungen, Versicherungsdienstleistungen, Finanzdienstleistungen, Andere Dienstleistungen
Sonstige Endnachfragebereiche		
Konsumausgaben der privaten Organisationen ohne Erwerbszweck (POOE)		

Konsumausgaben des Staates und der Sozialversicherungen	Staatskonsum
Ausrüstungsinvestitionen	
Bauinvestitionen	inkl. Wohnungsbauinvestitionen
Vorratsveränderung	
Nettozugang von Wertsachen	
Exporte	

Tabelle 12: Endnachfragebereiche

Produktgruppen

CPA	Produktgruppe	Aggregation
01	Landwirtschaft	Nahrungsmittel
02	Forstwirtschaft	Konsumgüter
03	Fischerei	Nahrungsmittel
05 - 09	Bergbauerzeugnisse	Konsumgüter
10 - 12	Nahrungs- und Genussmittel	Nahrungsmittel
13 - 15	Textilien, Bekleidung, Schuhe	Textilien
16	Holz, Holzzeugnisse	Konsumgüter
17	Papier, Papierwaren	Konsumgüter
18	Druckerzeugnisse	Konsumgüter
19 - 20	Mineralölzeugnisse, chemische Erzeugnisse	Erdölprodukte, Chemie
21	Pharmaerzeugnisse	Konsumgüter
22	Gummi- und Kunststoffwaren	Konsumgüter
23	Glas, Keramik, Steine und Erden	Konsumgüter
24	Metalle	Konsumgüter
25	Metallerzeugnisse	Konsumgüter
26	Elektronik, EDV-Geräte, Optik, Uhren	Maschinen, Elektro
27	Elektrische Ausrüstungen	Maschinen, Elektro
28	Maschinenbau	Maschinen, Elektro
29	Strassenfahrzeuge	Fahrzeuge
30	Sonstige Fahrzeuge	Fahrzeuge
31 - 32	Möbel, Sonstige Güter	Konsumgüter
32 - 33	Reparatur und Installation von Maschinen und Ausrüstungen	Maschinen, Elektro
35	Elektrizität, Gas, Fernwärme	Energie

CPA	Produktgruppe	Aggregation
36 - 39	Wasser, Abfall, Abwasser	Wasser, Entsorgung
41 - 43	Bauleistungen	Bauleistungen
45 - 47	Handelsleistungen	Handel
49 - 51	Verkehrsdienstleistungen	Verkehrs-DL
52	Lagerei, Dienstleistungen für den Verkehr	Verkehrs-DL
53	Post-, Kurier- und Expressdienste	Verkehrs-DL
55 - 56	Gastgewerbe	Gastgewerbe
58b60	Verlagswesen, audiovisuelle Medien und Rundfunk	Übrige DL
61	Telekommunikation	Übrige DL
62b63	Informationstechnologische und Informationsdienstleistungen	Übrige DL
64	Finanzdienstleistungen	Übrige DL
65	Versicherungen	Übrige DL
68	Grundstücks- und Wohnungswesen	Übrige DL
69b71	Erbringung von freiberuflichen und technischen Dienstleistungen	Übrige DL
72	Forschung und Entwicklung	Übrige DL
73b75	Sonstige freiberufliche, wissenschaftliche und technische Tätigkeiten	Übrige DL
77b82	Erbringung von sonstigen wirtschaftlichen Dienstleistungen	Übrige DL
84	Öffentliche Verwaltung	Verwaltung, Bildung
85	Erziehung und Unterricht	Verwaltung, Bildung
86	Gesundheitswesen	Gesundheit, Soziales
87b88	Heime und Sozialwesen	Gesundheit, Soziales
90b93	Kunst, Unterhaltung und Erholung	Übrige DL
94b96	Erbringung von sonstigen Dienstleistungen	Übrige DL

Tabelle 13: Produktgruppen und ihre Aggregation in Abbildungen