

Umwelt-Fussabdrücke der Schweiz: Entwicklung zwischen 2000 und 2023

Schlussbericht, Zürich, Februar 2026
Im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU)



Impressum

Auftraggeber

Bundesamt für Umwelt (BAFU), Abteilung Ökonomie und Innovation. 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

Impact Economics GmbH
Postfach
8049 Zürich
Schweiz
Telefon +41 44 797 47 90
carsten.nathani@impact-economics.ch
www.impact-economics.ch

Autorinnen und Autoren

Isabel O'Connor (EBP, Co-Projektleitung)
Simone Juon (EBP, Co-Projektleitung ab August 2025)
Julia Brandes (EBP, Co-Projektleitung bis August 2025)
Carsten Nathani (Impact Economics)
Lucien Schriber (EBP)
Julia Maschler (EBP)
Livia Ramseier (EBP)
Tonio Schwehr (EBP)
Carole Bouverat (EBP)

Begleitgruppe Bundesverwaltung

Andreas Hauser (BAFU Ökonomie, Projektleitung bis Juli 2025)
Anja Siffert (BAFU Ökonomie, Projektleitung ab Juli 2025)
Lea Epke (BAFU Ökonomie, bis Juli 2025)
Frank Hayer (BAFU Konsum und Produkte)
Michael Bock (BAFU Klima)
Jean-Michel Gardaz (BAFU Biodiversität und Landschaft)
Fabian Mauchle (BAFU Wasser)
Brigitte Reuter (BAFU Kommunikation)
Ruth Badertscher (BLW)
Marius Ley (BFS)

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

Die vorliegende Version ersetzt die Fassung vom Januar 2026. Nach Abschluss der ursprünglichen Version wurde die Berechnung der Gesamtumweltbelastung durch Stromimporte korrigiert. Die entsprechenden Resultate und Abbildungen wurden in der vorliegenden Fassung angepasst.

Empfohlene Zitierweise: EBP & Impact Economics (2026). Umwelt-Fussabdrücke der Schweiz: Entwicklung zwischen 2000 und 2023. Schlussbericht, Im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU). Februar 2026.

Der Text in der vorliegenden Studie baut teilweise auf der Vorgängerstudie auf: Nathani, C., O'Connor I., Frischknecht R., Schwehr T., Zumwald J., Peyronne J. (2022): Umwelt-Fussabdrücke der Schweiz: Entwicklung zwischen 2000 und 2018. Bundesamt für Umwelt, Bern.

Zusammenfassung

Ziel der Studie und methodisches Vorgehen

Um die Fortschritte der Schweiz auf dem Weg zu einer ressourcenschonenden Wirtschaft messen zu können, ist es wichtig, die konsumbedingte Umweltbelastung (nachfolgend «Fussabdrücke») zu kennen. Diese Perspektive ist besonders zentral für eine offene Volkswirtschaft wie die Schweiz, die über einen begrenzten Binnenmarkt verfügt und stark globalisiert ist. Sie geht von den in der Schweiz nachgefragten Endprodukten aus und rechnet der Schweiz die Umweltbelastungen zu, die durch ihre Endnachfrage weltweit verursacht werden. Dabei wird der gesamte Lebenszyklus der nachgefragten Endprodukte einbezogen.

Das Ziel der vorliegenden Studie war es deshalb, eine möglichst aktuelle Zeitreihe ausgewählter Umweltfussabdrücke für die Schweiz unter Berücksichtigung der gesamten Lieferkette zu modellieren, auszuwerten und zu interpretieren. Zudem wurden die Umweltauswirkungen auf die wichtigsten Nachfragebereiche aufgeschlüsselt.

Die Entwicklung der Fussabdrücke wurde mit aktuellen Erkenntnissen zu ökologischen Belastbarkeitsgrenzen sowie zu 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.

Fussabdruck-Indikatoren

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

- Die **Gesamtumweltbelastung**, gestützt auf sog. Umweltbelastungspunkte (UBP¹). Diese fassen ein breites Spektrum von Umweltbelastungen in einer Kennzahl zusammen. Die Ergebnisse werden auch mit dem Consumption Footprint verglichen. Dies ist ein Indikator, den die Europäische Umweltagentur (EUA) für verschiedene europäische Länder, unter anderem auch für die Schweiz, berechnet. Dieser Indikator fasst ebenfalls verschiedenen Umweltbereiche zu einer Kennzahl zusammen.
- Den **Biodiversitätsverlust** durch Landnutzung (Artenverlustpotenzial).
- Die **marine Eutrophierung**, welche die Stickstoffbelastung der Meere misst.
- Den **Wasserstress**. Dieser erfasst den globalen Wasserverbrauch und berücksichtigt dabei die Wasserknappheit in den Produktionsregionen.

¹ 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 multiregionaler Input-Output-Analyse.

Entwicklung des Gesamtumwelt-Fussabdrucks

Abbildung 1 zeigt die Entwicklung der durch den Schweizer Konsum verursachten Gesamtumweltbelastung pro Person. Die Umweltbelastung sank zwischen den Jahren 2000 und 2023 von rund 36.9 auf 29.2 Millionen UBP pro Person – ein Rückgang um 21 %. Im Vergleich zum Jahr 2021 gab es in den Jahren 2022 und 2023 einen Anstieg, was primär als Normalisierungseffekt im Zusammenhang mit den pandemiebedingten Eindämmungsmassnahmen und veränderten Verhaltensweisen infolge des COVID-19-Virus widerspiegeln könnte. Insgesamt hat der Fussabdruck bis 2020 in der Tendenz abgenommen und danach wieder auf das Vor-COVID-19-Niveau zugenommen. Trotz des klaren Rückgangs über den gesamten Betrachtungszeitraum liegt der Fussabdruck weiterhin deutlich über der ökologischen Belastbarkeitsgrenze (Abbildung 1). Die Abbildung zeigt auch, dass ein Grossteil der Umweltbelastung im Ausland anfällt: rund 77 % im Jahr 2023. Der Auslandeanteil hat zudem seit 2000 zugenommen: damals lag er bei 64 %². Absolut betrachtet ist die Gesamtumweltbelastung über den Betrachtungszeitraum weitgehend gleichgeblieben; sie sank lediglich geringfügig um gut 1 % von 266 auf 262 Billionen UBP.

Gesamtumwelt-Fussabdruck Schweiz pro Person, 2000–2023

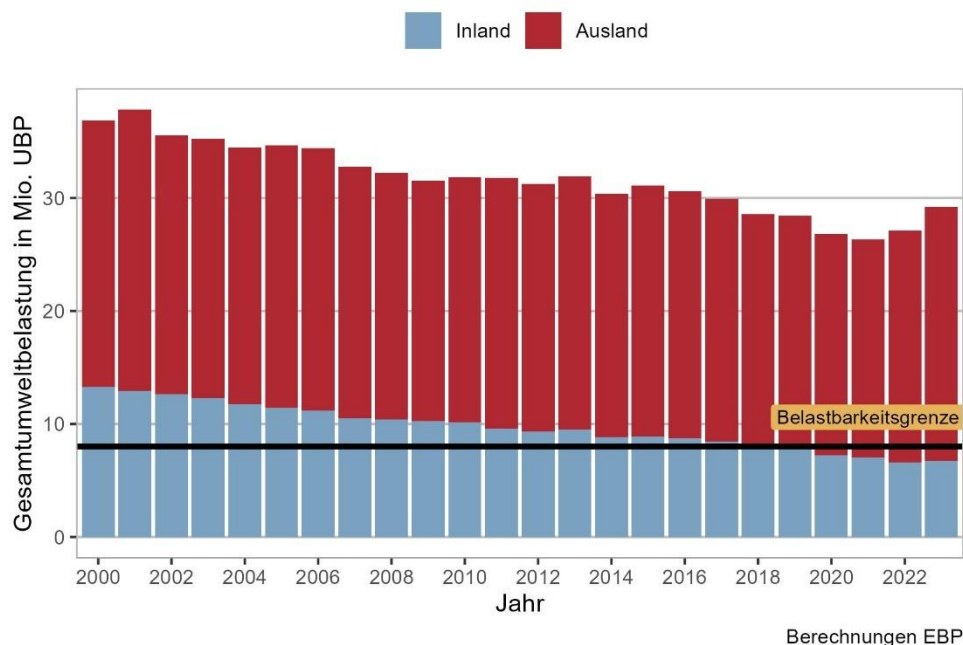


Abbildung 1 Entwicklung des Gesamtumwelt-Fussabdrucks pro Person nach Inland und Ausland, 2000 – 2023

² Genereller Kommentar zu den Zeitreihen: In der Vorgängerstudie wurde für das Jahr 2020 ein Auslandeanteil von 61 % berechnet. Die Differenz ergibt sich aus der Weiterentwicklung der Methodik und aktualisierten sowie verfeinerten Datengrundlagen. Siehe Kapitel 3.7.2.

Anteile der Endnachfragebereiche am Gesamtumwelt-Fussabdruck

Abbildung 2 zeigt, wie sich der Gesamtumwelt-Fussabdruck auf die einzelnen Endnachfragebereiche verteilt. Endnachfragebereiche sind dabei als Bündel von Gütern und Dienstleistungen zu verstehen. Der Bereich Ernährung verursacht mit 30% den grössten Teil der Umweltbelastung, gefolgt vom Endnachfragebereich Wohnen mit 25% der Umweltbelastung. Dabei ist bei der Ernährung neben den «Lebensmitteln» auch der Ausser-Haus-Konsum³ enthalten, und im Bereich Wohnen sind auch die Teilbereiche «Wohnungsbau» sowie «Möbel und Haushaltsgeräte» enthalten. Ebenfalls zentral ist die private Mobilität mit rund 13 %. Dabei ist zu beachten, dass Pauschalreisen nicht bei der privaten Mobilität, sondern aus statistischen Gründen beim Bereich Freizeit und Unterhaltung erfasst werden. Der Berufsverkehr und der Gütertransport werden den jeweiligen Gütern und Dienstleistungen zugerechnet, für die er erbracht wird. Die Umweltbelastung durch Mobilität insgesamt ist daher höher.

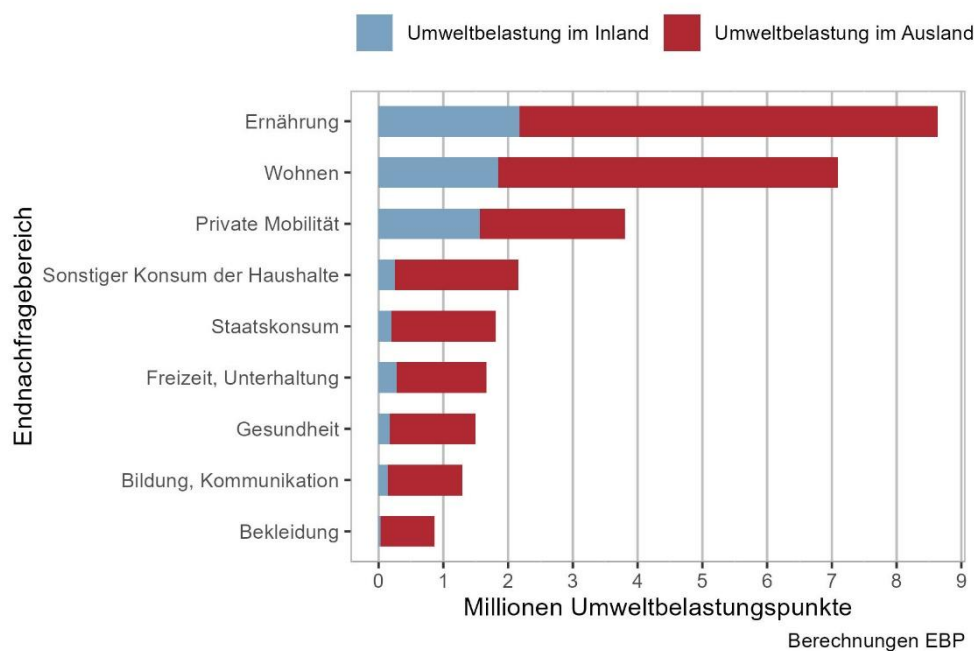


Abbildung 2 Gesamtumwelt-Fussabdruck pro Person nach Endnachfragebereichen, 2023

Der Gesamtumwelt-Fussabdruck pro Person hat in allen Endnachfragebereichen über die Zeit abgenommen. Die Anteile der Bereiche haben sich jedoch geringfügig verändert. Im Vergleich zum Jahr 2000 ist der relative Anteil der Ernährung am Gesamtumwelt-Fussabdruck leicht gestiegen. Leicht abgenommen hingegen hat primär der Beitrag von Wohnen (v.a. aufgrund eines sinkenden Gebäudeenergiebedarfs).

Die im Ausland ausgelösten Umweltauswirkungen haben für alle Endnachfragebereiche eine hohe und dominierende Bedeutung.

³ Bereich «Gastronomie», inkl. Spitäler, Altersheime und Schulkantinen

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. Der Biodiversitäts-Fussabdruck wird dabei stark durch den Anbau von Nahrungsmitteln für den Konsum zuhause oder auswärts bestimmt.

Anders als die Gesamtumweltbelastung ist er zwischen 2000 und 2023 pro Person schwankend bis leicht steigend (3 % über den Betrachtungszeitraum, Abbildung 3). Aufgrund der Unsicherheiten ist diese Zunahme mit Vorsicht zu interpretieren. Nichtsdestotrotz ist der Anstieg primär auf eine Zunahme der ausländischen Umweltbelastung zurückzuführen, die den Rückgang der inländischen Belastung überkompensiert. Dementsprechend steigt der ausländische Anteil am Biodiversitäts-Fussabdruck zwischen 2000 bis 2023 von 58 % auf 69 %.

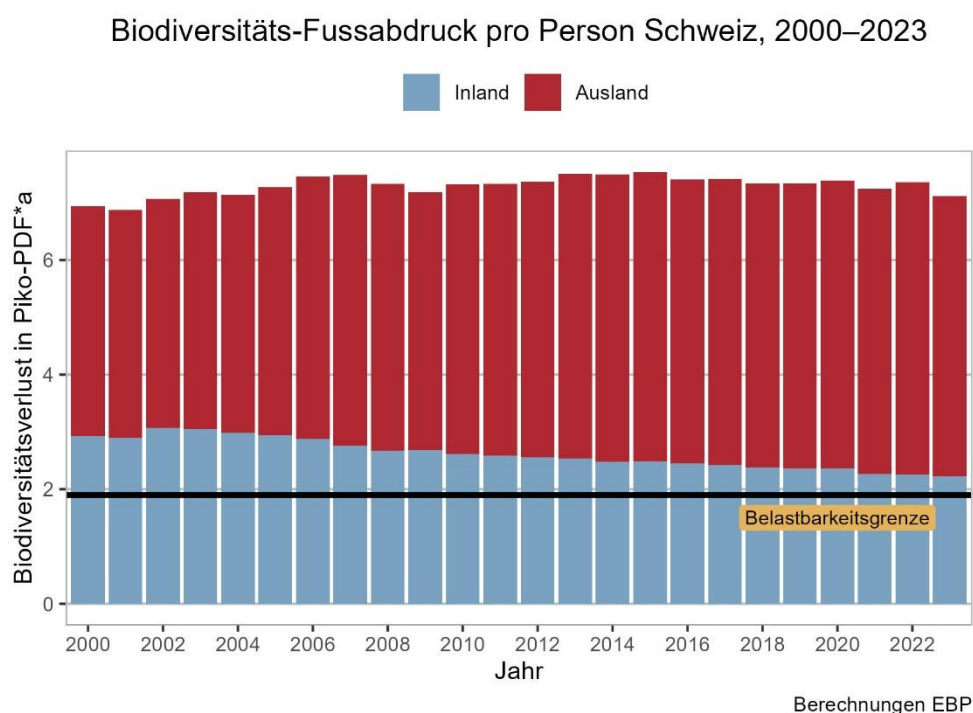


Abbildung 3 Entwicklung des Biodiversitäts-Fussabdrucks pro Person nach Inland und Ausland, 2000 – 2023

Entwicklung des marinen Eutrophierungs-Fussabdrucks

Dieser Fussabdruck zeigt, wie stark die Meere durch Stickstoffeinträge überdüngt werden. Auswirkungen der Überdüngung auf Landökosysteme sowie Flüsse und Seen innerhalb der Schweiz werden nicht berücksichtigt. Der marine Eutrophierungs-Fussabdruck der Schweiz ist zwischen 2000 und 2023 um 20 % gesunken, von 16.9 auf 13.6 kg N pro Person.

Entwicklung des Wasserstress-Fussabdrucks

Dieser Fussabdruck berechnet den Wasserverbrauch des Schweizer Konsums und berücksichtigt dabei die nationalen Unterschiede in der Wasserverfügbarkeit. Der Fussabdruck ist von 2000 bis 2023 schwankend mit einer Tendenz zur Abnahme. Über den gesamten Betrachtungszeitraum hat er um 6 % von rund 4300 m³eq auf 4050 m³ pro Person abgenommen.

Ergänzende Analysen

Ausgewählte Bereiche wurden ergänzend analysiert:

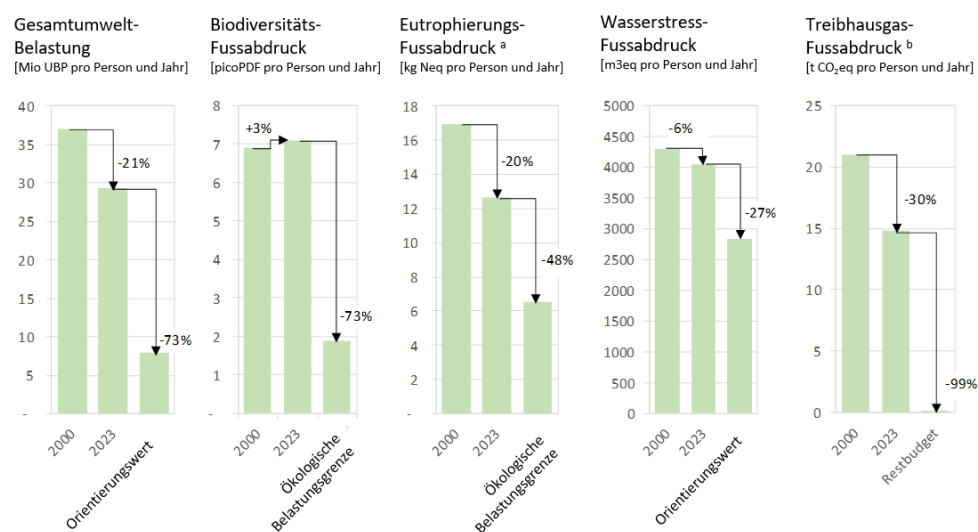
- **Flugbedingte Treibhausgasemissionen:** Passagierflüge haben eine hohe Umweltrelevanz. Sie tragen rund 10 % zum Treibhausgas-Fussabdruck der Schweiz bei. Sie haben über den Betrachtungszeitraum tendenziell zugenommen. Auffällig ist der Rückgang in der COVID-Pandemie, seither haben die Flugbewegungen jedoch wieder zugenommen. Bemerkenswert ist hingegen, dass die Flüge 2023 deutlich effizienter durchgeführt werden, in dem Sinn, dass mit einer geringeren Anzahl Flugbewegungen deutlich mehr Passagiere befördert werden als noch 2000. CO₂-Flugemissionen gehen wegen Auswirkungen von zusätzlichen Nicht-CO₂-Emissionen in der Stratosphäre mit dem Faktor 3 in die Berechnung der Klimawirkung ein, gemäss der aktuellen Empfehlung der Schweizerischen Akademie der Naturwissenschaften SCNAT.
- **Edelmetalle:** Edelmetalle (insb. Gold, Silber, Platin und Palladium) dienen in der Schweiz überwiegend als Wertaufbewahrungsmittel, werden jedoch teilweise auch industriell verarbeitet. Das Ausmass dieser industriellen Verarbeitung ist unbekannt. Aufgrund der Funktion als Wertaufbewahrungsmittel schwanken die Import- und Exportmengen erheblich. Gleichzeitig weisen diese Metalle sehr hohe Umweltintensitäten auf. Um Verzerrungen in der Interpretation der Fussabdrücke zu vermeiden, werden sie in den oben dargestellten Ergebnissen zu den Umweltfussabdrücken nicht einbezogen, sondern separat ausgewertet. Die Umweltauswirkungen der Edelmetalle erreichen je nach Jahr Werte, die in der Grössenordnung des gesamten Umweltfussabdrucks der Schweiz liegt. Im betrachteten Zeitraum wurden mehr Edelmetalle importiert als exportiert, so dass in der Schweiz auch unter Berücksichtigung der industriellen Nutzung vermutlich ein Lageraufbau von Edelmetallen stattgefunden hat.

Handlungsbedarf

Um innerhalb der planetaren Belastbarkeitsgrenze zu handeln und damit ein ressourcenschonendes Wirtschaften zu erreichen, wäre nach unserer Abschätzung eine Reduktion der Gesamtumweltbelastung um 73% notwendig. Des Weiteren empfehlen wir den Biodiversitäts-Fussabdruck um 73 % sowie den Eutrophierungs-Fussabdruck um 48 % zu reduzieren. Für den Wasserstress-Fussabdruck empfehlen wir, gestützt auf Überlegungen in Fesenfeld et al. (2023), eine Reduktion um 27% (Abbildung 4).

Für die Treibhausgasemissionen gibt es ein naturwissenschaftlich berechnetes globales Budget, um die globale Erwärmung unter 1.5°C zu halten. Das daraus abgeleitete Budget für die Schweiz dürfte bereits 2024 aufgebraucht worden sein. Vor diesem Hintergrund gilt es, den Treibhausgas-Fussabdruck wirksam weiter zu senken, hemmende und fördernde Trends frühzeitig zu erkennen und darauf abgestimmt ehrgeizige, zugleich realistisch umsetzbare Ziele sowie geeignete Massnahmen zur Emissionsreduktion und Klimaanpassung zu entwickeln.

Wie in Abbildung 4 gezeigt, besteht bei allen Fussabdrücken grosser Handlungsbedarf. Solange diese Reduktionen nicht erreicht sind, werden die Auswirkungen und Kosten der Umweltbelastung zu Lasten der globalen Bevölkerung und künftiger Generationen verschoben.



^a Pragmatische Korrektur bei der Berechnung der ökologischen Belastungsgrenze und des zugehörigen Reduktionsbedarf: -7 % aufgrund der im Fussabdruck aber nicht im Schwellenwert enthaltener Stickoxide (vgl. Kapitel 5.4)

^b Treibhausgas-Fussabdruck basiert auf Daten des BFS. Das verbleibende Budget für die Jahre 2024 bis 2100 dürfte 2024 bereits vollumfänglich verbraucht worden sein.

Abbildung 4 Entwicklung der Umweltfussabdrücke pro Person zwischen 2000 und 2023 und der weitere Reduktionsbedarf

Schlussfolgerung und Ausblick

Der Trend zeigt – wie bereits in den Vorgängerstudien – deutlich: Die Gesamtumweltbelastung der Schweizer Endnachfrage nimmt pro Person ab, wobei der Auslandsanteil weiter steigt. Auch beim Eutrophierungs- und Wasserstress-Fussabdruck sind pro Person positive Entwicklungen erkennbar. Anders beim Biodiversitäts-Fussabdruck – dieser nimmt weiterhin tendenziell zu.

Trotz dieser teilweise positiven Entwicklungen liegt das Niveau der Umweltauswirkungen weiterhin deutlich über den ökologischen Belastbarkeitsgrenzen bzw. den Zielwerten der Schweizer Umweltpolitik. Zusätzliche Anstrengungen bleiben daher notwendig.

Zur Reduktion der Umwelt-Fussabdrücke 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 ab. Wichtige Beiträge können das von der Bevölkerung 2023 gutgeheissene Klimaschutzgesetz (KIG) und die Stärkung der Kreislaufwirtschaft im Umweltschutzgesetz (USG), Energiegesetz (EnG) welche das Parlament 2024 beschlossen hat und Bundesgesetz über das öffentliche Beschaffungswesen (BöB), oder auch die wirksame Umsetzung der neuen kantonalen Mustervorschriften im Energiebereich (MUKEN), leisten.

Diese Studie weist gegenüber der Vorgängerstudie Weiterentwicklungen in Bezug auf Daten und Methodik auf, was Auswirkungen auf die Ergebnisse der gesamten Zeitreihe hat. Die neuen Ansätze erhöhen die Zuverlässigkeit der Resultate. Dennoch kann auch dieses Modell die komplexen globalen Lieferketten nur vereinfacht darstellen – Unsicherheiten bleiben also bestehen.

Résumé

Objectif de l'étude et approche méthodologique

Afin de pouvoir mesurer les progrès réalisés par la Suisse vers une économie qui préserve les ressources, il est essentiel de connaître l'impact environnemental lié à la consommation (ci-après « empreintes »). Cela est particulièrement important pour une économie ouverte comme celle de la Suisse, disposant d'un marché intérieur limité et fortement mondialisée. Partant de la demande des produits finals, l'approche attribue à la Suisse les impacts environnementaux générés par sa demande finale à l'échelle mondiale. Celle-ci inclut l'ensemble du cycle de vie des produits finals demandés.

L'objectif de la présente étude était dès lors de modéliser, d'évaluer et d'interpréter une série chronologique aussi actuelle que possible, couvrant l'ensemble de la chaîne d'approvisionnement, à partir d'une sélection d'empreintes environnementales pour la Suisse. En outre, les impacts environnementaux ont été décomposés selon les domaines de demande les plus importants.

L'évolution des empreintes a été comparée aux connaissances actuelles sur les limites de la capacité écologique ainsi qu'aux objectifs environnementaux de la Suisse, afin d'identifier les mesures requises selon la perspective de l'empreinte.

Les empreintes environnementales ont été calculées avec la méthode IO-TRAIL. À cette fin, un modèle environnemental d'entrées-sorties pour la Suisse a été associé à un bilan écologique des produits importés.

Indicateurs d'empreinte

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

- **L'impact environnemental total selon la méthode UCE⁴.** Ceux-ci regroupent un large éventail d'impacts environnementaux en un seul indicateur. Les résultats sont également comparés au *Consumption Footprint*. Cet indicateur est calculé par l'Agence européenne pour l'environnement (AEE) pour différents pays européens, dont la Suisse. Il regroupe également différents domaines environnementaux en un seul indicateur.
- **La perte de biodiversité due à l'utilisation du territoire** (potentiel de perte d'espèces).
- **L'eutrophisation marine**, qui mesure la pollution des mers par la charge azotée.

4 Cette méthode est également appelée méthode de la saturation écologique. UCE : unités de charge environnementale.

- Le **stress hydrique**. Celui-ci enregistre la consommation d'eau à l'échelle mondiale en tenant compte de la pénurie d'eau dans les régions de production.
- L'**empreinte de gaz à effet de serre** calculée à l'aide de la méthode IO-TRAIL comme calcul de sensibilité par rapport au calcul de l'OFS à l'aide d'une analyse multirégionale des entrées-sorties axée sur l'environnement.

Évolution de l'empreinte environnementale totale

La figure 5 montre l'évolution de l'empreinte environnementale totale par personne générée par la consommation suisse. Entre 2000 et 2023, l'empreinte environnementale a diminué d'environ 36.9 à 29.2 millions d'UCE par personne, ce qui représente une baisse de 21 %. Par rapport à l'année 2021, on observe une augmentation en 2022 et 2023, qui pourrait principalement refléter un effet de normalisation lié aux mesures de confinement mises en place lors de la pandémie et aux changements de comportement induits par le virus COVID-19. Dans l'ensemble, l'empreinte a eu tendance à diminuer jusqu'en 2020, puis elle est revenue au niveau d'avant la COVID-19. Malgré la forte baisse observée au cours de la période considérée, l'empreinte reste largement supérieure à la limite de capacité écologique (figure 5). La figure montre également qu'une grande partie de l'empreinte environnementale est générée à l'étranger : environ 77 % en 2023. La part étrangère a également augmenté depuis 2000, où elle se situait encore à 64 %⁵. En termes absolus, l'empreinte environnementale totale est restée pratiquement stable sur la période considérée ; elle n'a diminué que légèrement d'un peu plus de 1 %, passant de 266 à 262 billions d'UCE.

5 Commentaire général sur les séries chronologiques : dans l'étude précédente, la part étrangère calculée pour 2020 s'élevait à 61 %. La différence résulte du développement de la méthodologie ainsi que de l'actualisation et du raffinement des bases de données. Voir chapitre 3.7.2.

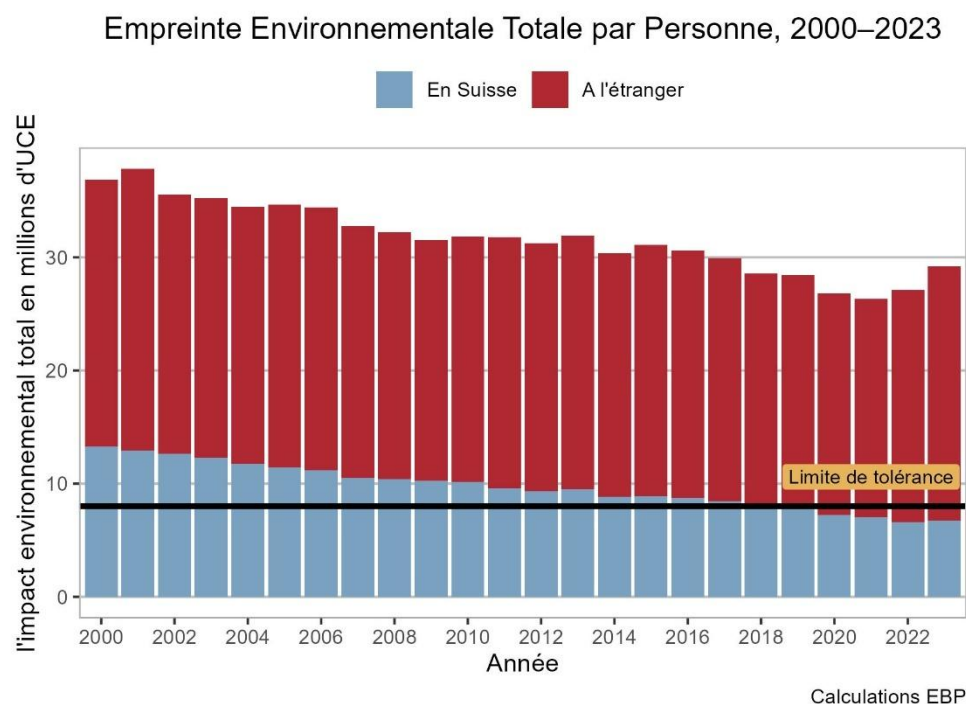


Figure 5 Évolution de l'empreinte environnementale totale par personne en Suisse et à l'étranger, 2000 – 2023

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

La figure 6 montre comment l'empreinte environnementale totale se répartit entre les différents domaines de la demande finale. Les domaines de la demande finale désignent ici un ensemble de biens et de services. La catégorie de l'alimentation a généré la plus grande part de la charge environnementale avec 30 %, suivi par le domaine de la demande finale logement, qui représente 25 % de l'impact environnemental. Au-delà des «produits alimentaires» proprement dits, la catégorie alimentation comprend également la consommation hors domicile⁶. La catégorie logement inclut également les sous-catégories «construction de logements» et «meubles et appareils ménagers». Avec environ 13 % de l'empreinte environnementale, la mobilité privée représente une partie également essentielle. Toutefois, il convient de noter que les voyages à forfait ne sont pas pris en compte dans la mobilité privée, mais dans le domaine des loisirs et des divertissements pour des raisons statistiques. Le trafic pendulaire et le transport de marchandises sont attribués aux biens et services respectifs pour lesquels ils sont fournis. Par conséquent, l'empreinte environnementale de la mobilité est plus élevée dans son ensemble.

6 Secteur « restauration », y compris les hôpitaux, les maisons de retraite et les cantines scolaires.

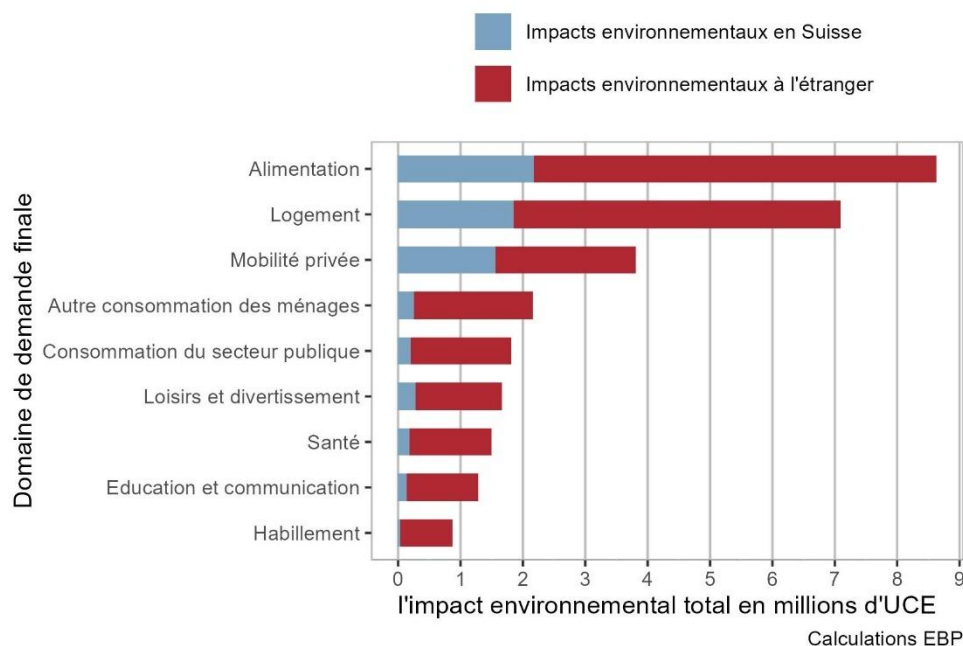


Figure 6 Empreinte environnementale totale par personne et par domaine de demande finale, 2023

L'empreinte environnementale totale par personne a diminué au fil du temps dans tous les domaines de la demande finale. Les proportions des différents domaines ont toutefois légèrement changé. Par rapport à l'année 2000, la part relative de l'alimentation a légèrement augmenté au sein de l'empreinte environnementale totale. Cependant, la contribution du logement a légèrement diminué (principalement en raison de la baisse des besoins énergétiques des bâtiments).

Les impacts environnementaux générés à l'étranger ont une importance élevée et primordiale pour tous les domaines de la demande finale.

Évolution de l'empreinte sur la biodiversité

L'empreinte sur la biodiversité quantifie la perte d'espèces potentielle, à long terme et mondialement, due à l'utilisation du territoire (p. ex. par l'agriculture ou l'urbanisation) par rapport à un habitat naturel intact. L'empreinte sur la biodiversité est fortement influencée par la culture de produits alimentaires destinés à la consommation à domicile ou à l'extérieur.

Contrairement à l'empreinte environnementale totale, l'empreinte sur la biodiversité par personne a fluctué ou légèrement augmenté entre 2000 et 2023 (3 % sur la période considérée, figure 7). En raison des incertitudes, cette augmentation doit être interprétée avec prudence. Néanmoins, cette augmentation est principalement due à une croissance de l'empreinte à l'étranger, qui compense largement la diminution de l'empreinte nationale. En conséquence, la part étrangère de l'empreinte sur la biodiversité augmente de 58 % à 69 % entre 2000 et 2023.

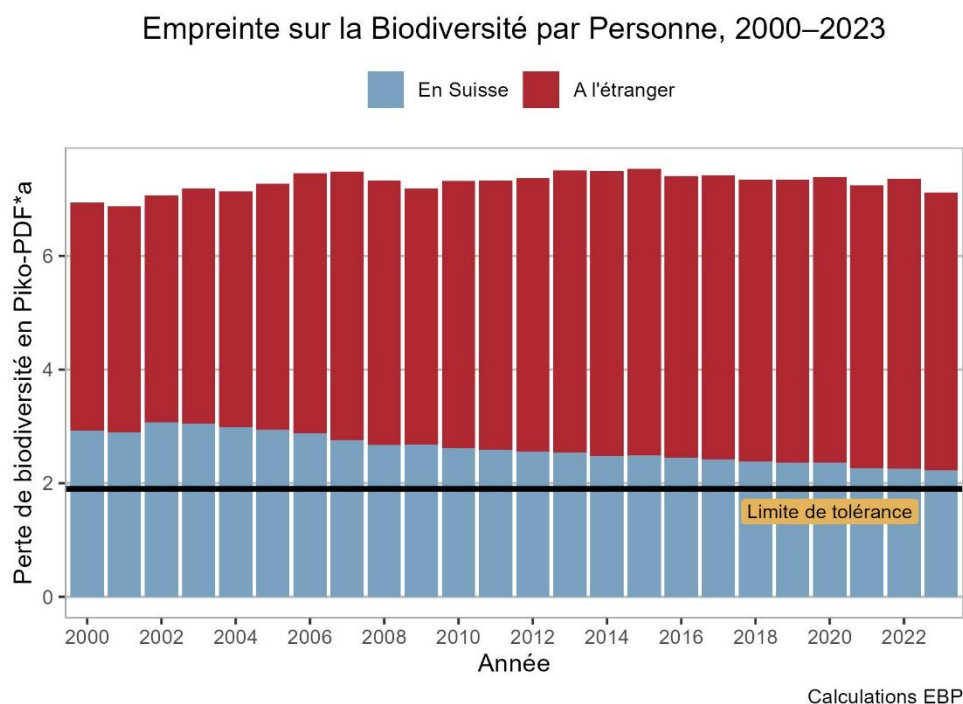


Figure 7 Évolution de l'empreinte sur la biodiversité par personne en Suisse et à l'étranger, 2000 – 2023

Évolution de l'empreinte d'eutrophisation marine

Cette empreinte montre l'ampleur de la surfertilisation des mers due aux apports d'azote. Les effets de la surfertilisation sur les écosystèmes terrestres ainsi que sur les rivières et lacs suisses ne sont pas pris en compte. L'empreinte d'eutrophisation marine de la Suisse a diminué de 20 % entre 2000 et 2023, passant de 16,9 à 13,6 kg N par personne.

Évolution de l'empreinte de stress hydrique

Cette empreinte calcule la quantité d'eau consommée avec la consommation suisse en tenant compte des différences nationales en matière de disponibilité de l'eau. L'empreinte fluctue entre 2000 et 2023, avec une tendance à la baisse. Sur l'ensemble de la période considérée, elle a diminué de 6 %, passant d'environ 4300 m³eq à 4050 m³ par personne.

Analyses complémentaires

- **Émissions de gaz à effet de serre liées au transport aérien** : les vols passagers ont une relevance environnemental importante et contribuent à environ 10 % de l'empreinte de gaz à effet de serre de la Suisse. Ils ont tendance à augmenter sur la période considérée. La baisse observée pendant la pandémie de COVID est remarquable, cependant, depuis lors, les mouvements aériens ont de nouveau augmenté. Toutefois, les vols

ont été nettement plus efficaces en 2023, puisque le nombre de mouvements aériens a diminué alors que le nombre de passagers transportés a augmenté par rapport à 2000. Les émissions de CO₂ liées au transport aérien sont prises en compte dans le calcul de l'impact climatique avec un facteur 3 en raison des effets d'émissions supplémentaires autres que le CO₂ dans la stratosphère, conformément à la recommandation actuelle de l'Académie suisse des sciences naturelles SCNAT.

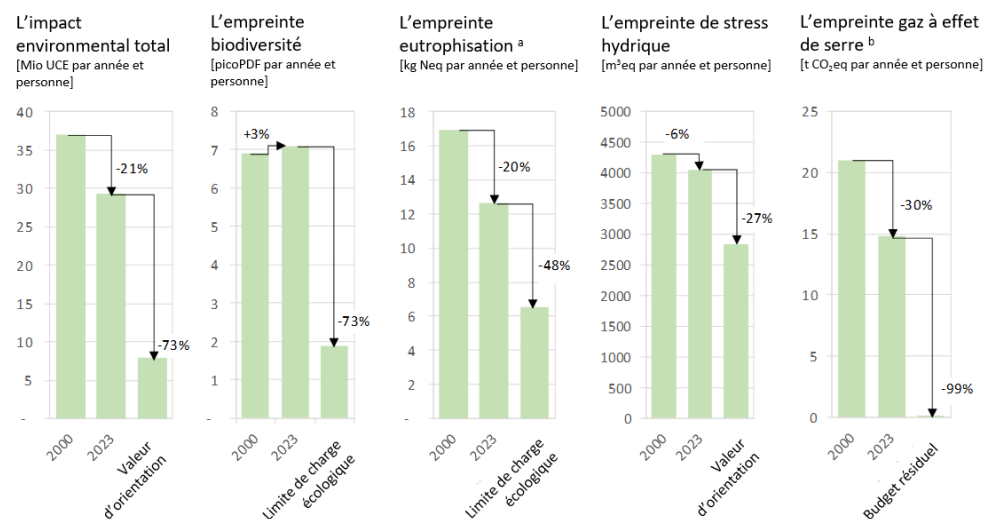
- **Métaux précieux** : les métaux précieux (en particulier l'or, l'argent, le platine et le palladium) servent en Suisse principalement en tant que réserve de valeur, mais sont parfois également transformés industriellement. L'ampleur de cette utilisation industrielle est inconnue. En raison de leur fonction de réserve de valeur, les volumes d'importation et d'exportation varient considérablement. Parallèlement, ces métaux ont une charge élevée sur l'environnement. Afin d'éviter toute distorsion dans l'interprétation des empreintes, ils ne sont pas pris en compte dans les résultats concernant les empreintes environnementales présentés ci-dessus, mais sont évalués séparément. Selon les années, l'impact environnemental des métaux précieux atteint des valeurs qui se situent au même ordre de grandeur que l'empreinte environnementale totale de la Suisse. Au cours de la période considérée, les importations de métaux précieux ont dépassé les exportations, de sorte que, même en tenant compte de l'utilisation industrielle, un stockage de métaux précieux a probablement eu lieu en Suisse.

Nécessité d'agir

Afin d'agir au sein des limites planétaires et de parvenir ainsi à une économie préservant les ressources, nous estimons qu'une réduction de 73 % de l'impact environnemental global serait nécessaire. En outre, nous recommandons de réduire l'empreinte sur la biodiversité de 73 % et l'empreinte d'eutrophisation de 48 %. En ce qui concerne l'empreinte de stress hydrique, nous recommandons, sur la base des réflexions de Fesenfeld et al. (2023), une réduction de 27 % (figure 8).

Pour les émissions de gaz à effet de serre, il existe un budget global calculé scientifiquement afin de maintenir le réchauffement climatique en dessous de 1,5 °C. Le budget qui en découle a déjà été épuisé en 2024 pour la Suisse. Dans ce contexte, il est indispensable de continuer à réduire efficacement l'empreinte de gaz à effet de serre, d'identifier rapidement les tendances inhibitrices et favorables, et de développer des objectifs ambitieux mais réalistes ainsi que des mesures appropriées pour réduire les émissions et s'adapter au changement climatique.

Comme le montre la figure 8, il existe un grand besoin de mesures pour toutes les empreintes. Tant que ces réductions ne seront pas réalisées, les effets et coûts de la pollution environnementale seront reportés sur la population mondiale et les générations futures.



^a Correction pragmatique lors du calcul de la limite écologique et du besoin de réduction correspondant : -7 % en raison des oxydes d'azote inclus dans l'empreinte environnementale mais non pris en compte dans le seuil (voir chapitre 5.4).

^b L'empreinte des gaz à effet de serre se base sur les données de l'OFS. Le budget restant pour les années 2024 à 2100 aurait probablement déjà été entièrement consommé en 2024.

Figure 8 Évolution des empreintes environnementales par personne entre 2000 et 2023 et besoins de réduction supplémentaires

Conclusion et perspectives

Comme les études précédentes indiquent, la tendance est claire: l'impact environnemental global de la demande finale suisse diminue par habitant, tandis que la proportion étrangère continue d'augmenter. Également, des évolutions positives sont observables par habitant en ce qui concerne l'empreinte d'eutrophisation et l'empreinte de stress hydrique. À l'inverse, l'empreinte sur la biodiversité continue d'augmenter.

Malgré ces évolutions en partie positives, le niveau des impacts environnementaux reste clairement supérieur aux limites planétaires et aux objectifs de la politique environnementale suisse. Des efforts supplémentaires restent donc nécessaires.

Tous les acteurs (ménages, entreprises, administration) peuvent contribuer à réduire l'empreinte environnementale par leur comportement en matière de consommation, de production et d'approvisionnement. La réalisation des potentiels correspondants dépend notamment des évolutions sociales et de la mise en place de conditions-cadres appropriées par les pouvoirs publics. La loi sur le climat et l'innovation (LCI) approuvée par la population en 2023, le renforcement de l'économie circulaire dans la loi sur la protection de l'environnement (LPE) et la loi sur l'énergie (LEne) adoptées par le Parlement en 2024, ainsi que la loi fédérale sur les marchés publics (LMP), ou encore le modèle de prescriptions énergétiques des cantons (MoPEC), peuvent apporter une contribution importante. Par rapport à l'étude précédente, cette étude présente des améliorations en termes de données et de méthodologie, ce qui se répercute sur les résultats de l'ensemble de la série chronologique. Les nouvelles approches augmentent la fiabilité des résultats. Néanmoins, ce modèle ne peut présenter les chaînes d'approvisionnement mondiales complexes que de manière simplifiée – des incertitudes subsistent.

Summary

Aim of the study and methodological approach

To assess Switzerland's progress towards a resource-efficient economy, it is essential to understand the environmental impact associated with consumption (hereinafter referred to as "footprints"). This is particularly important for an open economy such as Switzerland with its limited domestic market. The footprint approach starts from the end products demanded in Switzerland and attributes to the country the environmental impacts generated worldwide through its final demand. The entire life cycle of these products is taken into account.

The aim of this study is to model, evaluate, and interpret a time series of selected environmental footprints for Switzerland, using the most up-to-date data available and considering the full supply chain. In addition, the environmental impacts have been analysed by major demand categories.

The development of the footprints has been compared with current scientific findings on ecological carrying-capacity limits as well as Switzerland's environmental objectives, in order to identify the need for action from a footprint perspective.

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

Footprint indicators

The development of Switzerland's environmental footprints was assessed using the following environmental indicators:

- The **total environmental impact**, expressed in eco-points⁷. This indicator aggregates a broad range of environmental effects into a single measure. The results are also compared with the consumption footprint, an indicator calculated by the European Environment Agency (EEA) for various European countries, including Switzerland. This indicator likewise consolidates multiple environmental domains into a single figure.
- **Biodiversity loss** due to land use (species loss potential).
- **Marine eutrophication**, which measures the nitrogen load into the oceans.
- **Water stress**, which accounts for global water consumption, taking into account the prevailing water scarcity in the production regions.
- **Greenhouse gas footprint** calculated using the IO-TRAIL method as a sensitivity analysis in comparison with the Swiss Federal Statistical Office's (FSO), who based their calculation on environmentally extended multiregional input–output analysis.

⁷ The method is also known as the ecological scarcity method.

Development of the total environmental footprint

Figure 9 illustrates the development of the total environmental impact per person caused by Swiss consumption. Between 2000 and 2023, the environmental impact decreased from approximately 36.9 to 29.2 million eco-points per person, a reduction of 21%. Compared to 2021, however, the value increased again in 2022 and 2023. This rise is likely linked to a normalization effect following the pandemic-related containment measures and the associated changes in behaviour during the COVID-19 period. Overall, the footprint showed a downward trend until 2020 and then increased again to the pre-COVID-19 level. Despite the significant decline over the entire observation period, the footprint still clearly exceeds the ecological carrying capacity (Figure 9). The figure also shows that a large share of the environmental impact occurs abroad: around 77% in 2023. This proportion has grown substantially since 2000, when it was 64%⁸. In absolute terms, the total environmental impact remained largely stable over the observation period; it decreased only slightly by just over 1%, from 266 to 262 trillion UBP.

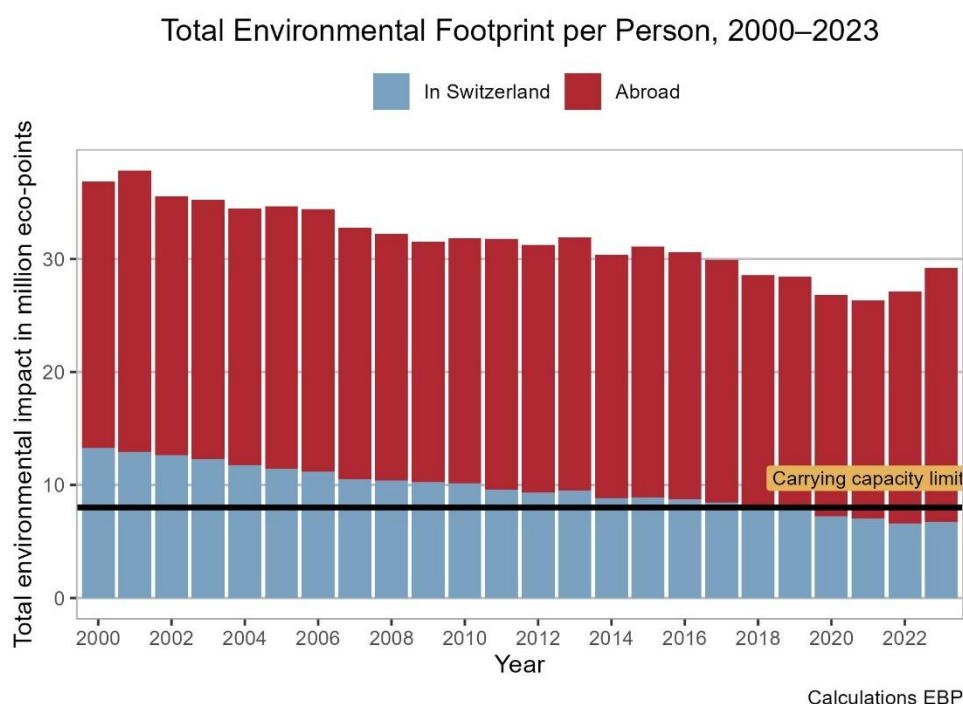


Figure 9 Development of the total environmental footprint per person, divided into the impact generated domestically and abroad, 2000 - 2023

Shares of final demand categories in the total environmental footprint

Figure 10 illustrates the distribution of the total environmental footprint across the different end-use sectors. The food sector accounts for the largest

⁸ General comment on the time series: In the previous study, a foreign share of 61% was calculated for 2020. The difference is due to the further development of the methodology and updated and refined data bases. See chapter 3.7.2.

share of the environmental impact, at 30%, followed the housing, which contributed 25% of the environmental impact. The food sector includes not only food products but also out-of-home consumption⁹. The housing sector includes also the subsectors housing construction as well as furniture and household appliances. Private mobility is another key contributor, representing approximately 13% of the total impact. It is important to note that package tours are not included under private mobility but are, for statistical reasons, classified under leisure and entertainment. Commuter traffic and freight transport are allocated to the respective goods and services they serve. As a result, the overall environmental impact of mobility is higher than the share shown under private mobility alone.

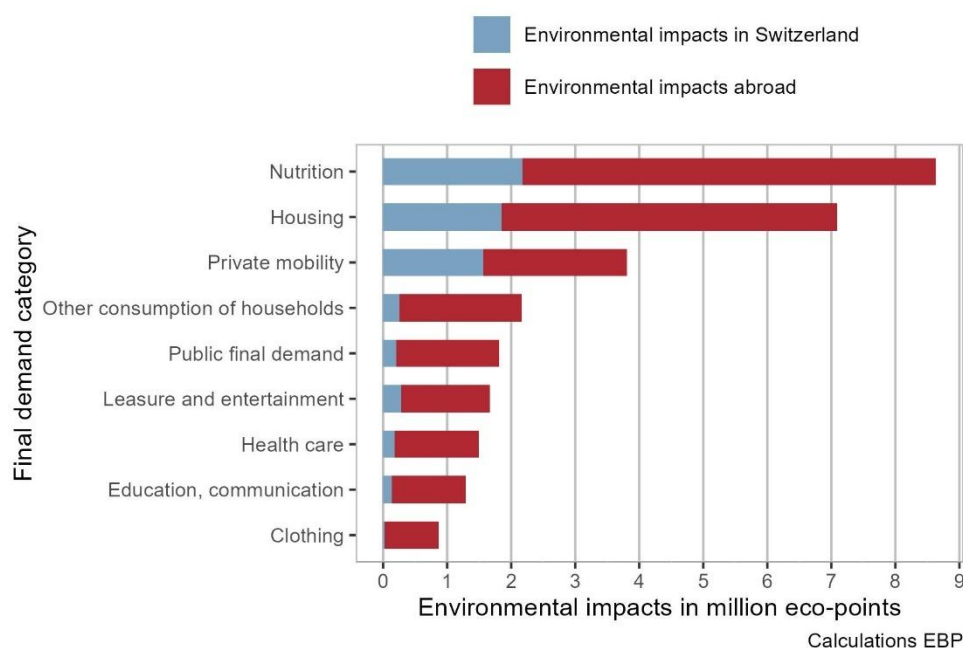


Figure 10 Total environmental footprint per person by final demand category, 2023

The total environmental footprint per capita has declined over time across all end-use sectors. However, the relative importance of individual sectors has shifted slightly. Compared with 2000, the share of food in the total environmental footprint has increased modestly, whereas the contribution of housing has decreased somewhat, primarily due to reduced energy demand in buildings. Environmental impacts generated abroad remain highly significant and are the dominant component in all end-use sectors.

Development of the biodiversity footprint

The biodiversity footprint quantifies the potential long-term global loss of species due to land use (e.g., agriculture or settlements) compared to a natural, undisturbed habitat. The biodiversity footprint is strongly influenced by the food production.

⁹ "Catering" sector, including hospitals, retirement homes, and school canteens

In contrast to the overall environmental impact, the biodiversity footprint fluctuates and only increases slightly between 2000 and 2023 (around 3% per capita over the review period, Figure 11). Due to underlying uncertainties, this increase should be interpreted with caution. Nonetheless, it is primarily driven by a rise in foreign environmental impacts, which more than offset the decline in domestic impacts. As a result, the foreign share of the biodiversity footprint increases from 58% in 2000 to 69% in 2023.

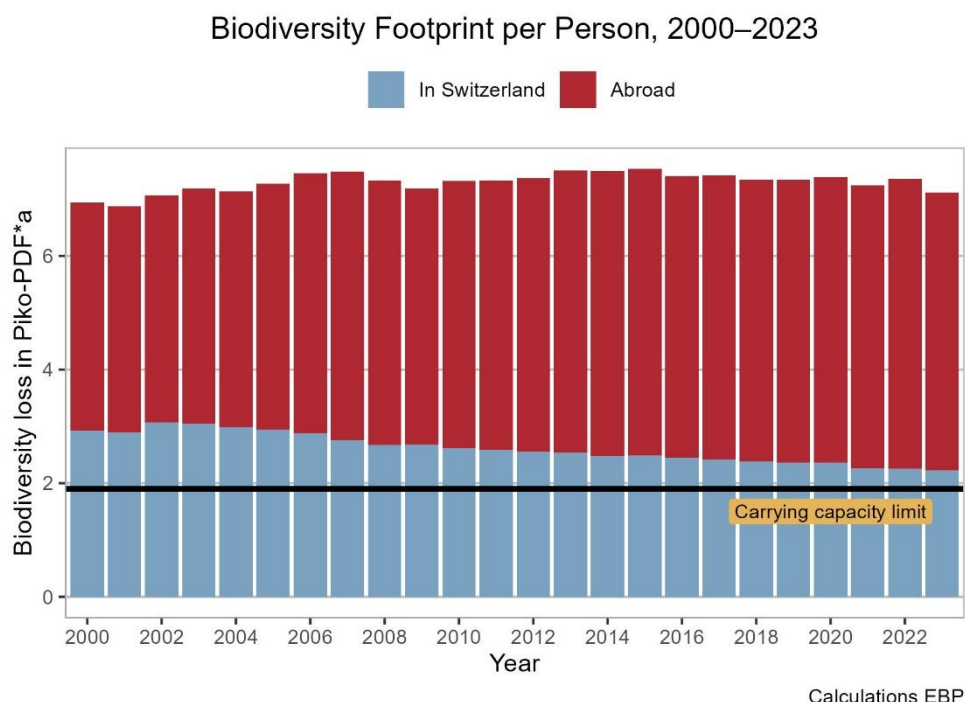


Figure 11 Development of the biodiversity footprint per person, divided into the impact generated domestically and abroad, 2000 – 2023

Development of the marine eutrophication footprint

This footprint indicates the extent to which the oceans are affected by nitrogen-driven overfertilization. Impacts on terrestrial ecosystems as well as on rivers and lakes within Switzerland are not included. Switzerland's marine eutrophication footprint decreased by 20% between 2000 and 2023, falling from 16.9 to 13.6 kg N per person.

Development of the water stress footprint

This indicator reflects the water consumption associated with Swiss final demand, taking national differences in water availability into account. Between 2000 and 2023, the footprint fluctuates but shows an overall downward trend. Over the full review period, it declines by 6%, from around 4300 m³ eq to about 4050 m³ eq per person.

Supplementary analyses

Selected areas were analysed in more detail:

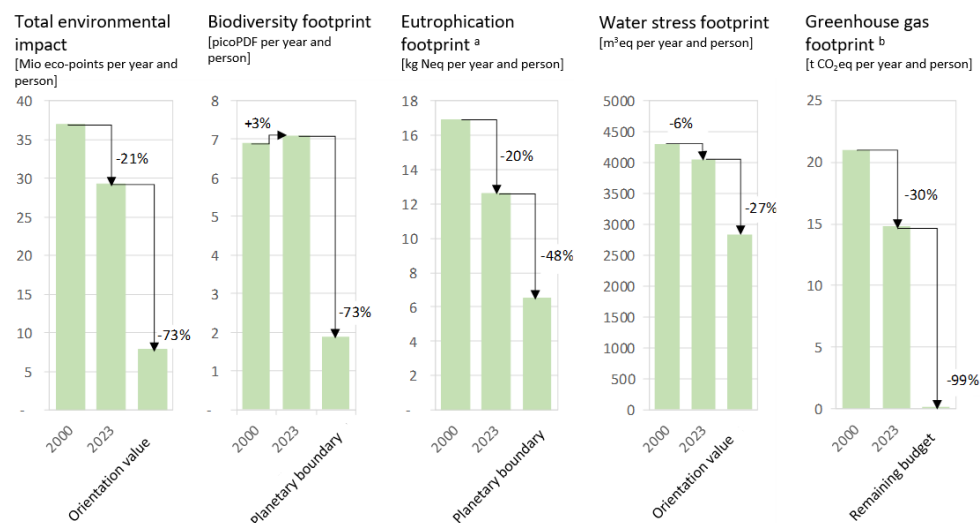
- **Air travel-related greenhouse gas emissions:** Passenger flights exert a substantial environmental impact, accounting for roughly 10% of Switzerland's greenhouse gas footprint. Over the review period, these emissions tend to increase. The sharp drop during the COVID-19 pandemic is striking, but flight activity has risen again since. Notably, flights in 2023 are significantly more efficient: far more passengers are transported with fewer flight movements compared with 2000. To reflect additional non-CO₂ effects in the stratosphere, CO₂ emissions from aviation are multiplied by a factor of 3 in accordance with the current recommendation of the Swiss Academy of Sciences (SCNAT).
- **Precious metals:** Precious metals (gold, silver, platinum, and palladium) are used mainly as stores of value in Switzerland, though some industrial processing also occurs. The extent of this industrial use is unknown. Because import and export volumes vary widely and these metals exhibit very high environmental intensities, they are excluded from the footprint indicators presented above and assessed separately. Depending on the year, the environmental impact associated with precious metals can reach levels comparable to Switzerland's total environmental footprint. Over the review period, imports exceeded exports, suggesting that Switzerland's precious-metal stocks have likely increased.

Need for action

To operate within planetary boundaries and achieve resource-efficient economic activity, an estimated 73% reduction in overall environmental impact would be required. We also recommend reducing the biodiversity footprint by 73%, the eutrophication footprint by 48%, and the water stress footprint by 27% (Figure 12).

For greenhouse gas emissions, a scientifically derived global carbon budget exists to limit warming to below 1.5 °C. Switzerland's corresponding share was likely exhausted as early as 2024. Thus, it is essential to continue reducing the greenhouse gas footprint effectively, to identify inhibiting and enabling trends at an early stage, and to develop ambitious yet realistic targets alongside suitable mitigation and adaptation measures.

Figure 12 underscores the substantial need for action across all footprint categories. Until these reductions are achieved, the environmental burdens and associated costs will continue to be externalized to the global population and to future generations.



- a** Pragmatic adjustment in calculating the ecological boundary and the associated reduction requirement: **-7%** due to nitrogen oxides that are included in the footprint but not in the threshold value (see Chapter 5.4).
- b** The greenhouse gas footprint is based on data from the FSO. The remaining budget for the years 2024 to 2100 was likely already fully used up in 2024.

Figure 12 Development of environmental footprints per person between 2000 and 2023 and the further need for reduction

Conclusion and outlook

As in previous studies, the trend clearly shows that the total environmental impact associated with Swiss final demand is decreasing on a per-capita basis, while the share occurring abroad continues to increase. Positive per-capita developments can also be observed for the eutrophication and water-stress footprints. The picture is different for the biodiversity footprint, which continues to show a slight upward trend.

Despite these partially positive developments, overall environmental impacts remain far above ecological limits and the targets defined in Swiss environmental policy. Additional efforts therefore remain essential.

All stakeholders, i.e. households, businesses, and government, can contribute to reducing environmental footprints through their consumption, production, and procurement choices. Whether this potential can be realized will depend substantially on societal developments and the presence of supportive policy frameworks. Important contributions can be made through the Climate Protection Act (KIG), approved by voters in 2023, the strengthening of circular-economy measures in the Environmental Protection Act (USG), the Energy Act (EnG) passed by parliament in 2024, the Federal Act on Public Procurement (BöB), as well as the consistent implementation of the new cantonal model regulations in the energy sector (MuKE).

Compared with the previous study, this analysis introduces further advances in data and methodology, which influence results across the entire time series. These new approaches enhance the robustness and reliability of the findings. Nevertheless, even this model can only provide a simplified representation of complex global supply chains, and some uncertainties therefore remain.

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	24
Abkürzungen	26
1. Ausgangslage und Ziel der Studie	27
1.1 Ausgangslage	27
1.2 Ziel der Studie	29
1.3 Aufbau der Studie	30
2. Methodisches Vorgehen	30
2.1 Berechnung der Umweltfussabdrücke	33
2.1.1 Umweltfussabdrücke	33
2.1.2 Konzeptionelle Grundlagen	36
2.1.3 Die Berechnungsmethode im Überblick	37
2.1.4 Aufbereitung der Input-Output-Tabellen	39
2.1.5 Berechnung der inländischen Umweltbelastungen und Zuordnung zu Branchen und Haushalten	44
2.1.6 Umweltintensitäten der Importe	46
3. Entwicklung der Umweltfussabdrücke	50
3.1 Vorbemerkungen	50
3.2 Gesamtumwelt-Fussabdruck	53
3.3 Fussabdruck für landnutzungsbedingten Biodiversitätsverlust	63
3.4 Eutrophierungs-Fussabdruck	67
3.5 Wasserstress-Fussabdruck	71
3.6 Treibhausgas-Fussabdruck (Sensitivitätsrechnung)	73
3.7 Vergleich mit der Wirtschaftsentwicklung	77
3.8 Plausibilisierung der Ergebnisse	81
3.8.1 Vergleich der Entwicklungen zwischen den verschiedenen Fussabdrücken	81
3.8.2 Vergleich mit der Vorgängerstudie	82
3.8.3 Vergleich mit anderen Statistiken und Studien	86
4. Fallbeispiele	90
4.1 Treibhausgasemissionen des Flugverkehrs	90
4.1.1 Flugverkehr in der Schweiz	91
4.1.2 Treibhausgas-Fussabdruck von Flügen der inländischen Wohnbevölkerung	93

4.1.3	Treibhausgas-Fussabdruck der Gütertransporte	96
4.2	Edelmetalle	98
5.	Handlungsbedarf und Vergleich mit ökologischen Belastbarkeitsgrenzen	102
5.1	Übersicht	102
5.2	Treibhausgas-Fussabdruck	103
5.3	Biodiversitäts-Fussabdruck	107
5.4	Eutrophierungs-Fussabdruck	108
5.5	Wasserstress-Fussabdruck	109
5.6	Fussabdruck der Gesamtumweltbelastung	110
5.7	Fazit zum Handlungsbedarf	111
6.	Synthese und Ausblick	113
6.1	Synthese	113
6.2	Weiterer Untersuchungsbedarf	117
6.2.1	Verbesserung der Datengrundlagen	117
6.2.2	Vergleich mit Ergebnissen der multiregionalen Input-Output-Analyse der EUA	119
6.2.3	Sonstiger Forschungsbedarf	119
7.	Literaturverzeichnis	120

Anhang

A1	Inlands-, Territorial-, Absatz-, und Verbrauchsprinzip	129
A2	Datenquellen für die Berechnung der inländischen Umweltbelastungen und die Zuordnung zu Branchen und Haushalten im Detail	131
A3	Treibhausgasemissionen der Güterimporte	136
A4	Klassifikationen	139
A5	Auswirkungen der Umbuchungen auf die Endnachfrage	144
A6	Abbildungen: Vergleich zur Vorgängerstudie	146
A7	Annahmen zur Herleitung des Orientierungswert für die ökologische Belastungsgrenze für die Gesamtumweltbelastung	151

Abkürzungen

BAFU	Bundesamt für Umwelt
BAG	Bundesamt für Gesundheit
BFE	Bundesamt für Energie
BFS	Bundesamt für Statistik
CO ₂ eq	CO ₂ -Äquivalente
GWP	Global Warming Potential
IOT	Input-Output-Tabelle
UBP	Umweltbelastungspunkte
UGR	Umweltgesamtrechnung
USG	Umweltschutzgesetz
SITC	Standard International Trade Classification
VGR	Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung

1. Ausgangslage und Ziel der Studie

1.1 Ausgangslage

Die natürlichen Lebensgrundlagen werden weltweit stark beansprucht – teilweise so stark, dass sie sich nicht mehr erholen können. Das kann sich negativ auf die Lebensbedingungen auswirken. Gemäss Stand der internationalen Forschung werden die sogenannten planetaren Belastbarkeitsgrenzen weltweit in sieben von neun Bereichen überschritten.¹⁰

Auch die Schweiz trägt durch ihren hohen Pro-Kopf-Verbrauch dazu bei. Um die Fortschritte auf dem Weg zu einer ressourcenschonenden Wirtschaftsweise zu beurteilen, ist es entscheidend, die konsumbedingte Umweltbelastung (nachfolgend «Fussabdrücke») zu kennen.

Unser Konsum hat nicht nur lokale, sondern globale Auswirkungen – entlang der gesamten vor- und nachgelagerten Wertschöpfungskette. So stammen etwa die Kaffeebohnen aus tropischen Ländern, Coltan für Smartphones wird in afrikanischen Minen gefördert, und der Einsatz von Elektroautos senkt zwar die inländischen Treibhausgasemissionen, benötigt aber Rohstoffe im Ausland, deren Abbau mit Umweltbelastungen verbunden ist. Auch die Entsorgung unserer Abfälle verursacht Umweltauswirkungen. In einer stark dienstleistungsorientierten und global vernetzten Volkswirtschaft wie der Schweiz sind solche indirekten Umweltwirkungen – und damit die Fussabdruck-Perspektive – besonders relevant.

Das Bundesamt für Umwelt (BAFU) lässt die Umweltbelastungen in der Fussabdruck-Perspektive seit 2007¹¹ regelmässig untersuchen, zuletzt mit der Studie von Nathani et al. (2022, nachfolgend als «Vorgängerstudie» bezeichnet).

Gemäss Art. 10e des Umweltschutzgesetzes (USG) sind die Behörden verpflichtet, die Öffentlichkeit sachgerecht über den Zustand der Umwelt und den Umweltschutz zu informieren. Mit dem neuen Artikel 10h USG hat das Parlament 2024 dabei einer ganzheitlichen Betrachtung Nachdruck verschaffen: Der Bund muss für die Schonung natürlicher Ressourcen sorgen und dabei auch die im Ausland verursachte Umweltbelastung berücksichtigen (Abs. 1). Zudem ist er verpflichtet, regelmässig über den Ressourcenverbrauch und die Entwicklung der Ressourceneffizienz zu berichten sowie den weiteren Handlungsbedarf aufzuzeigen (Abs. 2). Diese gesetzliche Ergänzung stärkt die ganzheitliche Betrachtung der Umweltbelastung.

Das Forschungskonzept Umwelt 2025–2028 sieht als prioritäres Thema 1.4 die «Analyse der Umwelt-Fussabdrücke von Wirtschaft und Konsum im Verhältnis zu den planetaren und regionalen Belastbarkeitsgrenzen sowie Analyse der Grundlagen für Zielwerte für eine ressourcenschonende Wirtschaft» vor.

¹⁰ Vgl. [Planetary boundaries - Stockholm Resilience Centre](#); Kitzmann et al. (2025)

¹¹ Vgl. Jungbluth et al. (2007)

Die vorliegende Studie trägt zur Umsetzung sowohl der gesetzlichen Vorgaben des Umweltschutzgesetzes (USG) als auch des Forschungskonzepts Umwelt 2025–2028 bei.

Die durch die Schweiz verursachte Umweltbelastung kann aus verschiedenen Perspektiven betrachtet werden, die Antworten auf unterschiedliche Fragen liefern. Die bekanntesten sind:

- **Inlandperspektive (Produktionsperspektive):** Erfasst die Umweltbelastungen, die durch Unternehmen und Haushalte innerhalb der Schweiz entstehen.
- **Fussabdruck-Perspektive (Konsumperspektive):** Berücksichtigt die globalen Umweltauswirkungen, welche durch die inländische Endnachfrage nach Gütern und Dienstleistungen verursacht werden. Dabei wird der gesamte Lebenszyklus der nachgefragten Endprodukte einbezogen. Diese Perspektive wird auch als Konsumperspektive bezeichnet. Sie steht im Vordergrund des vorliegenden Berichts.

Die beiden Perspektiven sind in Abbildung 13 dargestellt. Sie führen zu unterschiedlichen Werten und ergänzen sich gegenseitig. In der Fussabdruck-Perspektive ist die Umweltbelastung der Schweiz deutlich grösser als in der Inland-Perspektive. Grund dafür ist, dass die Schweiz zur Deckung ihres Konsums stark auf Importe angewiesen ist und dadurch hohe Umweltbelastungen im Ausland verursacht.

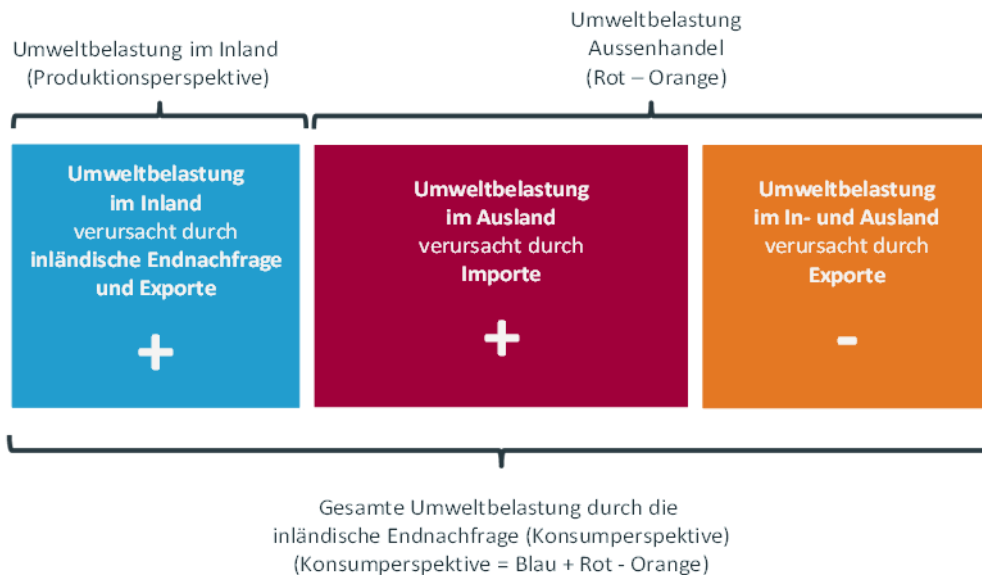


Abbildung 13 Produktionsperspektive (hier: Inlandperspektive), Aussenhandel und Konsumperspektive (hier: Fussabdruck-Perspektive)
Quelle: Frischknecht et al. (2014)

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 und weitere Perspektiven sind nicht Gegenstand der vorliegenden Studie.

Frühere Studien im Auftrag des BAFU zeigen deutlich, dass der Schweizer Konsum zu Umweltbelastungen im Ausland führt, welche die inländische Umweltbelastung bei weitem übersteigen (Jungbluth et al. 2007, Jungbluth et al. 2011, Frischknecht et al. 2014, Frischknecht et al. 2018, Nathani et al., 2019a, Nathani et al. 2022).

Um die Fortschritte hin zu einer ressourcenschonenden und zukunftsfähigen Wirtschaft zu beurteilen ist es wichtig, die Entwicklung der Umwelt-Fussabdrücke über die Zeit sowie deren Verteilung auf die Endnachfragebereiche und Produktgruppen zu kennen.

1.2 Ziel der Studie

Die Studie verfolgt das Ziel, eine Zeitreihe ausgewählter Umwelt-Fussabdrücke für die Schweiz zu modellieren, analysieren und zu interpretieren. Dabei soll auch aufgezeigt werden, welche Faktoren die Höhe der Umwelt-Fussabdrücke massgeblich bestimmen.

Die Berechnungen erfolgen für folgende Umweltindikatoren:

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

Die Fussabdrücke werden absolut für die ganze Schweiz, pro Person und als Umwelteffizienz ausgewiesen. Letztere gibt die inländische Endnachfrage pro Einheit Umweltauswirkung an. Zudem wird der Anteil der im Inland und im Ausland verursachten Umweltauswirkung ausgewiesen. Zusätzlich werden die Beiträge der Endnachfragebereiche und der nachgefragten Produktgruppen ausgewertet. Der Betrachtungszeitraum umfasst die Jahre 2000 bis 2023.

Es folgen vertiefende Fallbeispiele zu den Treibhausgasemissionen für Personen- und Güterflüge, sowie eine Abschätzung des Umwelt-Fussabdruckes des Handels mit Edelmetallen.

Die Ergebnisse werden durch den Vergleich mit der Vorgängerstudie (Nathani et al. 2022) und weiteren Umweltfussabdruck-Indikatoren basierend auf anderen Berechnungsmethoden und Datengrundlagen plausibilisiert. Darüber hinaus wird die Entwicklung der Fussabdrücke mit den Belastbarkeitsgrenzen und den Umweltzielen der Schweiz verglichen, um den bestehenden 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 Weiterentwicklungen im Vergleich zur Vorgängerstudie ein. Kapitel 3 enthält die Ergebnisse zu den Umweltfussabdrücken. In Kapitel 4 werden die Erkenntnisse zu den beiden Fallbeispielen dargelegt 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-TRAIL¹²-Methode berechnet. Es ist die gleiche Methodik wie bereits in der Vorgängerstudie von Nathani et al. (2022) angewandt worden ist.

Um die Zuverlässigkeit der Resultate weiter zu erhöhen, wurden im Vergleich zur Vorstudie folgende Weiterentwicklungen vorgenommen:

- **Disaggregation Energie und Transport:** Die Input-Output-Tabellen (IOT) des BFS haben wir für den Energiesektor und Transportsektor disaggregiert. In den für die Vorgängerstudie verwendeten IOTs waren Strom-, Gas- und Fernwärmeversorgung sowie Land-, Schiffs- und Luftverkehr jeweils in einer Branche zusammengefasst. Neu werden die Gasversorgung getrennt von der Strom- und Wärmeversorgung und die Luftfahrt getrennt von Landverkehr und Schifffahrt abgebildet (für weitere Details siehe Kapitel 2.1.4). Die Emissionen und Ressourcenverbräuche für diese Branchen wurden disaggregiert, so dass nun detailliertere umweltorientierte IOTs vorliegen.
- **Ernährung:** Bisher umfasste der Fussabdruck der Ernährung nicht alle Bereiche der Ernährung. Neben der Endnachfrage nach Lebensmitteln wurde zwar bisher die Nachfrage nach Gastronomieleistungen (Restaurants, Beherbergung) ausgewiesen. Jedoch erfolgt ein relevanter Teil des Ausser-Haus-Konsums in Unternehmens- oder Schulkantinen oder in der Verpflegung des Gesundheitswesens (z.B. Spitäler, Altersheime). Die entsprechenden Umweltbelastungen werden in der vorliegenden Studie bei den jeweiligen Branchen erfasst. Um auch diesen Ausser-Haus-Konsum der Ernährung zuzuweisen, werden die Bezüge von Nahrungsmitteln derjenigen Branchen, welche diese nicht weiterverarbeiten

¹² Environmentally extended Input-Output-Analysis, Trade Information and LCA

(z.B. Finanz- und Versicherungsbranche), neu zum Nachfragebereich Gastronomie umgebucht.

- **Aktuellere Ökobilanz-Datenbank:** Die Umweltauswirkungen im Ausland aufgrund der Güterimporte werden anhand von Ökobilanzdaten berechnet. Die für die Berechnung genutzte Hintergrunddatenbank wurde zu einem relevanten Teil von der KBOB 2016 auf die neue BAFU:2025 aktualisiert (vgl. 2.1.6).
- **Verbesserte Ökobilanzierung:** Im Zuge der Aktualisierung der Hintergrunddatenbank auf die BAFU:2025 (siehe vorheriger Spiegelstrich) können ausgewählte Gütergruppen neu genauer modelliert werden. Erstens werden wichtige Güter im Bereich Telekommunikation und Elektronik neu durch einen angemesseneren Datensatz abgebildet (z.B. die Gütergruppe *Geräte für die Nachrichtentechnik*¹³ wird neu mit einem Smartphone anstatt wie bisher mit einer Computerm Maus abgebildet). Zweitens wird in der Warengruppe *Strassenfahrzeuge*¹⁴ neu der Anteil Elektromobilität berechnet und mit den entsprechenden Datensätzen verknüpft. Dies erlaubt, allfällige Verlagerungseffekte abzubilden, zum Beispiel wenn die die Verminderung direkter Treibhausgasemissionen durch Elektromobilität zu höheren Umweltbelastungen im Ausland aufgrund der Fahrzeugherstellung führt.
- **Verlängerung Zeitreihe:** Die Zeitreihe wird im Vergleich zur Vorgängerstudie erweitert und reicht nun von 2000 bis 2023.

Schlosser und Cabernard (2024) haben im Auftrag des BAFU ein technisches Arbeitspapier zur Klärung methodischer Fragen zum Biodiversitäts-Fussabdruck ausgearbeitet. Darin vergleichen die Autorinnen Resultate, die auf dem IO-TRAIL- und dem MRIO-Ansatz basieren, und empfehlen dem BAFU, weiterhin die Methode IO-TRAIL zu nutzen. Zudem haben sie Empfehlungen formuliert, wie die Genauigkeit des Biodiversitäts-Fussabdrucks bei der Berechnung mit der IO-TRAIL-Methode verbessert werden kann. Wir haben diese Empfehlungen geprüft und beschreiben nachfolgend, wie wir damit umgegangen sind:

- **Verbesserung der Daten zum Gastgewerbe:** In Schlosser und Cabernard (2024) wurde erkannt, dass die Umweltbelastung durch Ernährung in der Studie von Nathani et al. (2022) unterschätzt wird. Der Grossteil der Unterschätzung wird nun durch die verbesserte Abbildung der Ausser-Haus-Verpflegung behoben (vgl. oben).
- **Einbeziehen von Biotreibstoffen, Biochemikalien und Bioplastik:** Cabernard und Schlosser (2024) empfehlen, Biotreibstoffe, Biochemikalien und Bioplastik in die Berechnung mitaufzunehmen, da die Rohstoffe in tropischen Gebieten angebaut werden und die Relevanz zukünftig zunehmen könnten. Wir haben die Empfehlung überprüft. Im Jahr 2022 entfiel gemäss den Energiekonten des BFS 3% der verbrauchten Bruttoenergie durch Treibstoffe auf **Biotreibstoffe**. Biotreibstoffe können einen sehr hohen Fussabdruck aufweisen, falls die biogenen Rohstoffe eigens für die Biotreibstoffe produziert wurden (Zah et al.

¹³ Standard International Trade Classification (SITC) 764

¹⁴ SITC 78

2007). Allerdings dürfen in der Schweiz Brenn- und Treibstoffe, die aus Nahrungs- oder Futtermitteln hergestellt werden oder die die Erzeugung von Nahrungsmitteln direkt konkurrenzieren, nicht in Verkehr gebracht werden – dies gilt auch für importierte Biotreibstoffe. So sind beispielsweise Biotreibstoffe aus eigens dafür angebautem Mais nicht erlaubt. Mit dem sogenannten Cut-off Approach wie auch mit der ökonomischen Allokation erhalten die Biotreibstoffe aus Abfall- und Reststoffen eine sehr geringe Belastung aus der Herstellung.¹⁵ Die Modellierung von **Biochemikalien und Bioplastik** war mit den vorhandenen Daten und Ressourcen nicht umsetzbar. Wir schätzen zudem, dass die Mengen bis jetzt noch so gering sind, dass deren Einfluss auf den Biodiversitäts-Fussabdruck aktuell gering sein dürfte. Im Zusammenhang mit Netto-Null-Bestrebungen durch Unternehmen in der Schweiz könnten sie jedoch zukünftig an Relevanz gewinnen. Somit sollte in einer zukünftigen Aktualisierung nochmals geprüft werden, Biochemikalien und Bioplastik explizit zu modellieren.

- **Lieferketten für Holzprodukte:** Schlosser und Cabernard empfehlen zu prüfen, wie gut die gesamte Lieferkette und das Ursprungsland des Holzabbaus in der Modellierung abgebildet sind und diese ggf. zu verbessern. Wir haben hierzu in der Datenbank Exiobase in den für Holzprodukte relevanten Lieferketten analysiert, welche Inputs welche Herkunft und Anteile aufweisen. Dabei hat sich gezeigt, dass überall dort, wo länderspezifische Herkunft verfügbar waren, wir diese ebenfalls in unserer Modellierung abgedeckt hatten (z.B. Anteil österreichisches Holz in österreichischen Holzprodukten). Die publizierte Datenbank FABIO fokussiert auf landwirtschaftliche Produkte und wurde deshalb nach dem ersten Screening nicht weiter analysiert. Im Rahmen des laufenden Horizon Forschungsprojekts Bamboo wird die Datenlage für biogene, non-Food Produkte verbessert. Die Ergebnisse sollten erneut geprüft werden, sobald die Ergebnisse dieses Forschungsprojekts publiziert sind. Zu gegebenem Zeitpunkt waren niederschwellig keine weiteren Verbesserungen möglich. Die Transparenz im Holzhandel sollte und dürfte sich nicht zuletzt mit den kommenden Regulierungen in der EU verbessern.
- **Transparenz und Reproduzierbarkeit der Ergebnisse:** Schlosser und Cabernard empfehlen, die Transparenz und Reproduzierbarkeit der Ergebnisse weiter zu erhöhen. Deshalb stellen wir neu neben den Grundlagendaten und Ergebnissen auch einen R-Code mit ausgewählten, wichtigen Rechnungsschritten zur Verfügung und publizieren die Umwelt-IOT im ecospold-Format zur Integration in gängige Ökobilanzierungssoftware.

¹⁵ Allokation: Im Cut-off Approach werden die Umweltbelastung der Abfallstoffe vollumfänglich dem Produzenten angerechnet («polluter pays»), die Abfallstoffe als Input für Biotreibstoffe gelten all belastungsfrei. Mit der ökonomischen Allokation erfolgt die Zuteilung anhand ökonomischer Kriterien.

2.1 Berechnung der Umweltfussabdrücke

2.1.1 Umweltfussabdrücke

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

Gesamtumwelt-Fussabdruck

Der Gesamtumwelt-Fussabdruck der Schweiz wird mit der 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 in verschiedenen Instrumenten des Bundes und von zahlreichen Schweizer Unternehmen genutzt. In dieser Studie werden die UBP als Total ausgewiesen sowie aufgeteilt in die acht Umweltbereiche Klimawandel, Ozonschichtabbau, Luftqualität, Wasserqualität, Wasser, Bodenqualität, Boden, abiotische Ressourcen und Lärm¹⁶. Die Methode wird auch Methode der Ökologischen Knappheit bzw. Ecological Scarcity Method genannt. Die Gewichtung der Umweltbereiche wird für die ganze Zeitreihe konstant gehalten.

Tabelle 1 Erläuterung der einbezogenen Umweltbereiche gemäss UBP-Methode 2021

Umweltbereich	Umweltbereiche der UBP-Methode 2021
Klimawandel	Treibhausgasemissionen. Die Erwärmungseffekte der stratosphärischen Nicht-CO ₂ -Emissionen von Flugzeugen werden berücksichtigt.
Ozonschichtabbau	Berücksichtigt ozonabbauende Substanzen
Luftqualität	Beinhaltet die Emissionen in die Luft von Luftschadstoffen, karzinogene Substanzen, Schwermetalle sowie radioaktive Substanzen.
Wasserqualität	Beinhaltet die Emissionen ins Wasser von Schadstoffen, hormonaktive Substanzen, Schwermetalle und radioaktive Substanzen.
Wasserverbrauch	Der Verbrauch von Süßwasserressourcen. Berücksichtigt die länderspezifische Wasserknappheit.
Bodenqualität	Beinhaltet Einträge von Pestiziden und Schwermetallen in die Böden.
Boden	Beinhaltet das länderspezifischen Biodiversitätsverlustpotenzial durch Landnutzung, wie auch die durch Deponien verursachte Kohlenstoffemissionen ins Grundwasser sowie das Deponieraumvolumen für die Endlagerung von radioaktiven Abfällen.
Abiotische Ressourcen	Berücksichtigt die Nutzung von mineralischen Primärressourcen (Mineralien und Metalle) sowie Energie-Ressourcen.

¹⁶ Die neu mit der UBP21-Methode berücksichtigten Umweltauswirkungen durch Mikroplastikemissionen, Überfischung mariner Fischressourcen, sowie landschaftsverändernden Effekte durch Deponien wurden in der vorliegenden Studie nicht berücksichtigt, da die für die Inventare benötigten Daten als Zeitreihen nicht vorliegen. Die Vernachlässigung wird für die hier vorliegenden Resultate als wenig relevant eingestuft. Lärm wurde nicht einbezogen, da für Lärmemissionen keine vergleichbaren Zeitreihen vorliegen.

Thematische Fussabdrücke

Neben der Gesamtsicht ist es wichtig, ausgewählte Umweltaspekte vertieft zu analysieren, um gezielt Handlungsfelder und den Handlungsbedarf zu identifizieren. Eine solche Detailbetrachtung ermöglicht es, die Haupttreiber einzelner Umweltbelastungen – etwa in den Bereichen Klima oder Biodiversität – besser zu verstehen und Massnahmen dort anzusetzen, wo sie die grösste Wirkung entfalten. Analog zur Vorgängerstudie werden die Ergebnisse für die folgenden vier Umweltbereiche mit passenden Teilindikatoren aufbereitet¹⁷:

- **Biodiversitätsverlust durch Landnutzung (Biodiversitäts-Fussabdruck):** Die Landnutzung hat einen grossen Einfluss auf die Biodiversität und den Artenverlust. Der verwendete Indikator Artenverlustpotenzial (basierend auf Chaudhary et al. 2016) quantifiziert das Schadenspotenzial der Landnutzung bezogen auf die Biodiversität. Der Indikator quantifiziert den Verlust von Arten bei Lurche, 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 bester, 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 wie auch von Pfister & Kulonis (2020).
- **Marine Überdüngung (Eutrophierungs-Fussabdruck):** Der Eintrag von Stickstoff in die Umwelt verursacht eine grosse Bandbreite von Problemen. Das augenscheinlichste davon ist marine Eutrophierung, was auch als Überdüngung bezeichnet wird: 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-Äquivalente¹⁸). Der Indikator deckt jedoch nicht die Auswirkungen der Eutrophierung anderer Ökosysteme als der Marinen, wie Moore, artenreiche Magerwiesen oder Wälder ab, welche ebenfalls keine grossen Mengen an Stickstoffverbindungen erhalten sollten (Goedkoop et al. 2009). Somit wird die Problematik der Überdüngung von Ökosystemen in der Schweiz und deren negativen Folgen für die Biodiversität¹⁹ nicht berücksichtigt. Dieser Indikator wurde aufgrund dessen Verfügbarkeit gewählt (anerkannte Methodik, verfügbare Inventare).

¹⁷ Diese Teilindikatoren fliessen auch in die Berechnung des Gesamtumwelt-Fussabdrucks ein. Dabei werden die Treibhausgase beim Bereich «Klimawandel», der Biodiversitätsverlust beim «Boden», die Eutrophierung bei der «Wasserqualität» sowie bei der «Luftqualität» und die Wassernutzung bei «Wasser» berücksichtigt.

¹⁸ Kilogramm Stickstoff-Äquivalente

¹⁹ Für weitergehende Informationen zu den Folgen: vgl. [Stickstoffhaltige Luftschadstoffe beeinträchtigen auch die Biodiversität](#)

- **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 (AValable WAtER REmaining) abgebildet (Boulay et al. 2017).
- **Klimawandel (Treibhausgas-Fussabdruck):** Die Klimawirksamkeit der Treibhausgase wird mit den Treibhauspotenzialen (Global Warming Potential, GWP) gemäss sechstem Sachstandbericht des Intergovernmental Panel on Climate Change ausgedrückt (CO₂-Äquivalente gemäss IPCC 2021). Spezifikationen: GWP 100a gemäss IPCC (2021) und Smith et al. (2021)²⁰. Die Erwärmungseffekte von stratosphärischen Nicht-CO₂-Emissionen von Flugzeugen sind berücksichtigt (siehe unten).

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 und Methan. Zusammengenommen führen diese Effekte zu einer zusätzlichen Erwärmung verglichen mit dem CO₂ Effekt alleine. Um die gesamte Klimawirkung der Flugemissionen zu berechnen, wird die Wirkung der Nicht-CO₂-Emissionen ins Verhältnis zur Wirkung des gleichzeitig ausgestossenen CO₂ gesetzt. Sie wird dann als jene Menge an CO₂-Emissionen ausgedrückt, die dieselbe 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 der vorliegenden Studie geht es darum, die jährlichen Treibhausgasemissionen 2000 bis 2023 zu berechnen (Kapitel 5.2). Analog zur Vorgängerstudie verwenden wir den Faktor 3.²¹ Wie das Faktenblatt der SCNAT festhält, können sich diese Faktoren im Laufe der Zeit verändern und müssen gegebenenfalls angepasst werden. Bei künftigen Arbeiten zum Thema sollte berücksichtigt werden, ob es neue Erkenntnisse aus der Forschung gibt.

Für die Berechnung des Treibhausgas-Fussabdrucks werden 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

²⁰ Es werden sowohl die GWP aus der Tabelle 7.15 im Hauptkapitel wie auch Table 7.SM. in der Supplemental Material verwendet. Für die Ökobilanzierung der Güterimporte wird die standardmässig in Simapro zur Verfügung gestellte Methode verwendet, für die inländischen Emissionen werden nur ausgewählte Substanzen modelliert.

²¹ Basierend auf Faktenblatt SCNAT und telefonischer Kommunikation zwischen Urs Neu (SCNAT) und Isabel O'Connor (EBP), vom 01.12.2021.

jeweils separat bilanziert. Unter der Annahme, dass 70% der totalen CO₂-Emissionen in Reiseflughöhe ausgestossen werden, ergibt sich rechnerisch ein Faktor 3.86 kg CO₂-Äquivalenten (CO₂eq) pro kg CO₂ für die in Reiseflughöhe emittierten Emissionen, während die unterhalb der Reiseflughöhe emittierten CO₂-Emissionen mit einem Faktor 1 gewichtet werden²². Für die Berechnung der CO₂-Emissionen des Flugverkehrs gemäss Inlandprinzip wird 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. Dies basiert auf der Vorgängerversion des SCNAT-Faktenblatt (Neu U. 2020).

2.1.2 Konzeptionelle Grundlagen

Kompatibilität mit Volkswirtschaftlicher Gesamtrechnung und Umweltgesamtrechnung

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, 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 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 UGR die Umweltbelastungen, die im Zuge dieser wirtschaftlichen Aktivitäten entstehen, den gebietsansässigen Wirtschaftseinheiten zugerechnet. Dies schliesst Umweltbelastungen durch Aktivitäten im Ausland ein. So werden beispielsweise Luftschadstoffe, die Schweizer Touristen bei Fahrten mit dem eigenen Pkw im Ausland emittieren, nach dem Inlandsprinzip der Schweiz zugerechnet.

In der UGR 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

²² Zugrundeliegende Berechnung: $3 \text{ kgCO}_2\text{eq/kgCO}_2 = 0.7 * 3.86 \text{ kgCO}_2\text{eq/kgCO}_2 + 0.3 * 1 \text{ kgCO}_2\text{eq/kg CO}_2$

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, primär als Handelsgut oder Wertaufbewahrungsmittel, aber auch als Input in die Produktion von Uhren, Schmuck oder Industriegütern. 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. Frischknecht et al. (2019) haben gezeigt, dass eine Einbeziehung der Edelmetalle in die Berechnung der Umweltfussabdrücke zu erheblichen Schwankungen führen würde, wodurch die zeitliche Entwicklung der übrigen Umweltwirkungen kaum mehr erkennbar wäre und die Gesamtschwankung weitgehend durch die Edelmetalle bestimmt würde. Deshalb werden die Umweltfussabdrücke der Edelmetalle in der vorliegenden Studie separat berechnet, und zwar wie in der Vorgängerstudie mit der 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), Nathani et al. (2016) und Nathani et al. (2022) zur Berechnung von Umweltfussabdrücken verwendet. Sie kombiniert eine umweltorientierte IOT mit Aussenhandelsdaten und Ökobilanzierung.

- Mit der umweltorientierten IOT werden einerseits die ökonomischen Effekte berechnet, 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 vereinfachend 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.

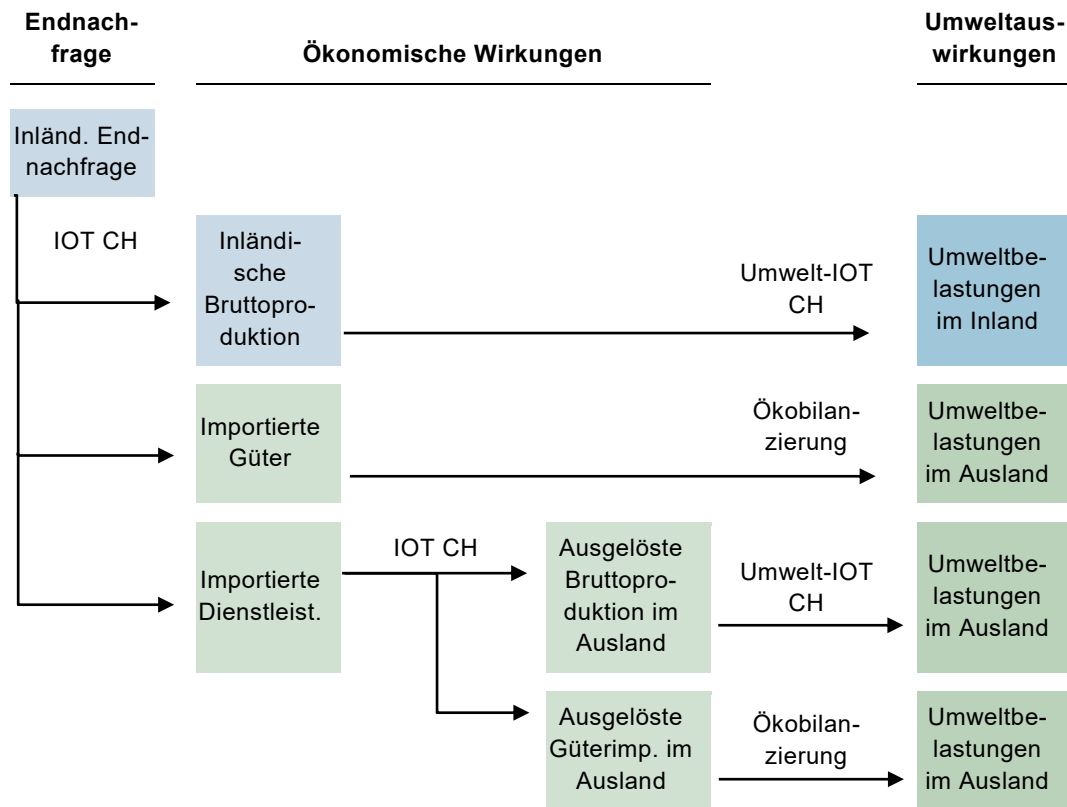


Abbildung 14 Schema zur Berechnung der Umweltauswirkungen der inländischen Endnachfrage (eigene Darstellung)

Die durch den Export ausgelösten Umweltauswirkungen werden für den Vergleich mit den Vorgängerstudien berechnet. Für die IO-TRAIL Methode wäre diese Berechnung nicht erforderlich. Die Umweltauswirkungen der Exporte wird analog berechnet, ausser dass die Exporte anstelle der inländischen Endnachfrage den Ausgangspunkt für die Berechnungen darstellen.

Für die Berechnung der Umweltfussabdrücke als Zeitreihe ist eine umfangreiche Datenbasis für die Jahre 2000 bis 2023 aufgebaut worden. Sie besteht aus Zeitreihen von umweltorientierten Input-Output-Tabellen und von Umweltintensitäten der Importe.

Zur Erstellung der Datenbasis wurden die folgenden Schritte durchgeführt:

- Aufbereitung und Disaggregation 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.

2.1.4 Aufbereitung der Input-Output-Tabellen

Eine Input-Output-Tabelle stellt die Güterströme in der Volkswirtschaft in Tabellenform dar. 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 den Branchen und den Bereichen der Endnachfrage in monetären Einheiten. Die Endnachfrage umfasst Güter, die im Inland nicht mehr weiterverarbeitet werden. Dazu gehören

- 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.

Umbuchungen

Bei der Berechnung der Umweltfussabdrücke ist es unser Ziel, die Umweltauswirkungen der Endnachfrage zuzuordnen, die sie verursacht. Aus diesem Grund werden die nachfolgenden Umbuchungen in der IOT vorgenommen:

- **Non-Profit-Organisationen:** Wir buchen die Endnachfrage von Non-Profit-Organisationen zum Konsum privater Haushalte um. Dies, da es sich häufig um soziale Projekte handelt, welche den privaten Haushalten zugutekommen.
- **Staatskonsum:** Der Teil der Endnachfrage des Staatskonsums, der den Haushalten zugutekommt, wird ebenfalls zum Konsum privater Haushalte umbucht. 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).
- **Investitionsgüter:** Wir integrieren die Nachfrage nach Investitionsgütern basierend auf 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 in der Regel nach dem Ende ihrer Lebensdauer ersetzt oder – sofern möglich – weiterverwendet, umgenutzt oder nach einer Instandsetzung wieder in den Wirtschaftskreislauf zurückgeführt.

- **Ernährung:** Im Unterschied zur Vorgängerstudie verbessern wir zudem die Transparenz bei der Berechnung der Umweltfussabdrücke der Ernährung, was zu einer präziseren und ganzheitlicheren Abbildung dieses Bereichs führt. Private Haushalte konsumieren Nahrungsmittel nicht nur zu Hause oder in Hotels und Restaurants, sondern auch in Unternehmenskantinen, Schulen oder Spitälern. In der klassischen IOT wird diese Nachfrage nach Nahrungsmitteln und Gastronomieleistungen als Vorleistungen der jeweiligen Branchen (z.B. Gesundheitswesen, Bildungswesen) erfasst. Um den Konsum dieser Nahrungsmittel in der Berechnung der Umweltfussabdrücke transparent zu machen, wird diese Nachfrage nach Nahrungsmitteln und Gastroleistungen neu zum Konsum privater Haushalte umbucht. Dazu wurde der bestehende Endnachfragebereich «Hotels / Restaurants» neu in zwei individuelle Bereiche «Restaurants & Ausser-Haus-Konsum» und «Beherbergung» aufgeteilt. Entsprechend wurde der Ausser-Haus-Konsum in Unternehmenskantinen, Schulen und Spitälern von einzelnen Branchen zum Endnachfragebereich «Restaurants & Ausser-Haus-Konsum» umbucht.

Diese Umbuchungen führen zu den im Anhang 5 (0) dargestellten Änderungen bei der Endnachfrage. Besonders stark erhöhen sich durch die Umbuchung die Konsumausgaben der Haushalte für die Bildung sowie für die Ernährung. Insgesamt sinkt die Endnachfrage durch die Umbuchung der Investitionen und das Ausklammern der Vorratsveränderung und des Nettozugangs von Wertsachen.

Weitere Aufbereitung und Erstellung der Umwelt-IOT

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.

Dazu haben wir die Input-Output-Tabellen 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. Beim Flugverkehr nutzen wir zusätzlich Daten der SNB zum Import von Flugleistungen, insbesondere dass der Frachttransport nur zu den Vorleistungsimporten zählt, nicht zur Endnachfrage, und dass der Import für die Endnachfrage maximal dem Import von Personentransportleistungen entsprechen kann.

Die IOT wird mit Umweltdaten ergänzt, welche den inländischen Ressourcenverbrauch resp. die inländischen Emissionen auf die rund 50 Branchen und Haushalte aufteilt (vgl. Kapitel 2.1.5). Insgesamt werden rund 100 Ressourcen und Schadstoffe erfasst. Abbildung 15 zeigt den Aufbau der verwendeten Umwelt-IOT.

Als Datengrundlage dient eine vom BFS zur Verfügung gestellte Zeitreihe von Input-Output-Tabellen für die Jahre 2000 bis 2023, die auf der Basis der IOT 2017 geschätzt wurde. Diese Fortschreibung ist keine offizielle Statistik und ist nicht öffentlich zugänglich.

	an	Branchen	Endnachfragebereiche
von			
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		Bruttowertschöpfung der Branchen	
Bruttoproduktionswert		Bruttoproduktionswert der Branchen	

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

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

Disaggregation Energiesektor und Transportsektor

In der Schweizer IOT werden umweltrelevante Branchen zum Teil zusammengefasst, dies gilt insbesondere für die Strom-, Gas- und Wärmeversorgung sowie für den Landverkehr, die Schifffahrt und Luftfahrt. Um die Genauigkeit der Ergebnisse zu verbessern, haben wir die folgenden Branchen in der IOT-Zeitreihe disaggregiert:

- Gasversorgung von Strom- und Wärmeversorgung getrennt,
- Luftfahrt von Landverkehr und Schifffahrt getrennt.

Durch die Disaggregation der Branchen werden die Lieferketten genauer abgebildet und mögliche Aggregationsfehler verringert. Zudem werden die Branchen neu mit Schweizer Daten abgebildet anstelle von Vorleistungsstrukturen aus anderen Ländern. So basieren die Ausgaben der Branchen und Haushalte für Strom und Gas in der IOT neu auf Schweizer Daten zu Energieverbrauch und Energiepreisen.

Bezüglich der technischen Umsetzung bedeutet die Disaggregation, dass jede neue Branche in der IOT mit einer neuen Zeile und einer neuen Spalte abgebildet wird. Die Zeile enthält die Outputs der Branche, d.h. die Lieferungen an alle Branchen und die Bereiche der Endnachfrage. Die Spalte enthält die Inputs der Branche, d.h. die Bezüge aller Branchen und die Bruttowertschöpfung.

Die folgende Tabelle enthält einen Überblick über die für die Disaggregation verwendeten Daten und das Vorgehen:

Tabelle 2 Datengrundlagen und Vorgehen für die Dissaggregation im Energie- und Transport

	Eckwerte und Inputs	Outputs
Gasversorgung	Bruttoproduktionswert als Summe der Ausgaben der Verbraucher und dem Bruttoproduktionswert der nationalen und regionalen Gasversorger Ausgaben für Importgas aus Aus-senhandelsstatistik; Bruttowertschöpfungs-Anteil und sonstige Vorleistungsstruktur aus Energie-IOT 2014 übernommen (Nathani et al. 2019b) Datenquellen: Geschäftsberichte der Gasversorgungsunternehmen; BAZG: Aus-senhandelsstatistik Energie-IOT 2014	Ausgaben der Branchen und Haushalte für Gas als Produkt von physischem Energieverbrauch und branchenspezifischen Gaspreisen Datenquellen: BFS: Energiekonten BFS: Energiepreisstatistiken
Strom- und Fernwärmeverversorgung	Rest nach Abzug der Gasversorgung von der Energieversorgung in der IOT des BFS	Ausgaben der Branchen und Haushalte für Strom und Fernwärme als Produkt von physischem Energieverbrauch und branchenspezifischen Strompreisen; Fernwärmepreise auf Basis Gesamtenergiestatistik geschätzt Datenquellen: BFS: Energiekonten BFS: Energiepreisstatistiken BFE: Gesamtenergiestatistik

	Eckwerte und Inputs	Outputs
Luftverkehr	Bruttoproduktionswert: Schätzung auf Basis Satellitenkonto Tourismus und STATENT Ausgaben für Treibstoff aus Aussenhandelsstatistik; Bruttowertschöpfungs-Anteil und Vorleistungsstruktur aus Energie-IOT 2014 übernommen Datenquellen BFS: Satellitenkonto Tourismus, STATENT BAZG: Aussenhandelsstatistik SNB: Zahlungsbilanz Energie-IOT 2014	Verwendungsstruktur auf Basis Energie-IOT 2014 Hochrechnung Haushaltsbudgeterhebung Datenquellen: BFS: Haushaltsbudgeterhebung, STATPOP Energie-IOT 2014

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 Nettozugang von Wertsachen. Der Grund hierfür ist, dass nicht bekannt ist, in welchem Umfang diese in der Produktion genutzt werden oder lediglich 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 Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung und der IOT behandelt werden, damit ein Ausschluss konsistent möglich ist. Aus Sicht der VGR können bei den Edelmetallen die folgenden Gruppen unterschieden werden:

- Nichtwährungsgold²³, das aus bestimmten Gold- und Silberprodukten besteht: Dieses wird seit kurzem in der VGR berücksichtigt, in den IOT jedoch eingeklammert.
- 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

²³ 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 \(admin.ch\)](#).

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

In diesem Arbeitsschritt werden Zeitreihen für die totalen inländischen Emissionen und Ressourcenverbräuche zwischen 2000 und 2023 erstellt und auf inländische Wirtschaftsakteure, d.h. Branchen und private Haushalte aufgeteilt.

In der Studie Frischknecht et al. (2018a) wurde erstmalig eine Zeitreihe von Ressourcenverbräuchen und Emissionen in der Schweiz für die Jahre 2000 bis 2015 erfasst. Diese Zeitreihe wurde in Nathani et al. (2022) gezielt verbessert und generell um die Jahre 2016 bis 2018 verlängert. In der vorliegenden Studie wurde die Zeitreihe wiederum verbessert (Phosphor, Stickstoff, vergleiche unten) und um weitere fünf Jahre (2019 bis 2023) verlängert. Es handelt sich dabei um rund 100 Ressourcen und Schadstoffe, deren Entwicklung aus einschlägigen Umweltstatistiken zusammengestellt wurden.

Anschliessend werden die Ressourcenverbräuche und Emissionen auf die in der IOT abgebildeten Branchen sowie private Haushalte aufgeteilt. Das Vorgehen ist gleich wie in der Vorgängerstudie Nathani et al. (2022) und folgt im Grundsatz dem im Frischknecht et al. (2016) dargestellten Vorgehen. Für die Zuordnung werden die folgenden Datenquellen verwendet:

- Umweltkonten des BFS, insbesondere die Energiekonten, Luftemissionskonten und Materialflusskonten. Die Zuordnung ist bereits durch das BFS erfolgt. 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 Schadstoffregister PRTR und die Schweizer Nährstoffbilanz für Wasseremissionen
- Statistiken anderer Bundesämter, z.B. des Bundesamts für Energie (BFE), des Bundesamts für Gesundheit (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

Wo verfügbar, wurden die totalen Ressourcenverbräuche und Emissionen anhand der Information in der Datenquelle direkt den Wirtschaftsakteuren zugeordnet (z.B. auf Basis der BFS-Umweltkonten). Bei anderen Ressourcenverbräuchen und Emissionen wurden zuerst die totalen Ressourcenverbräuche und Emissionen berech-

net und im Nachgang auf die Wirtschaftsakteure aufgeteilt. Hierzu wurden verschiedenen Datenquellen und Studien einbezogen. Anhang A2 enthält eine detaillierte Übersicht über die Methoden und Datenquellen, die für die Erhebung und Aufteilung der einzelnen Ressourcenverbräuche und Emissionen 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 Gewässer wurden neu abgeschätzt und basieren neu auf den Modellierungen in Hutchings et al. (2023). Wir berücksichtigen die anthropogenen, diffusen Stickstoffeinträge (ohne Deposition durch tierbedingte Ammoniakemissionen, um Doppelzählungen zu vermeiden) und die Punktquellen. Angaben in Hutchings et al. (2023) ermöglichen sowohl die Abschätzung der Zeitreihe wie auch die Aufteilung der Einträge in Oberflächengewässer und Grundwasser. Für die diffusen Phosphor-Einträge wurden die total gelösten, diffusen Einträge aus Hutchings et al. (2023) übernommen und für das Jahr 2020 der Anteil anthropogener Einträge berechnet. Unter Annahme konstanter Hintergrundlast konnte die Zeitreihe für die diffusen anthropogenen Phosphoreinträge berechnet werden. Die Punktquellen konnten direkt übernommen werden. Angaben aus dem pollutant release and transfer register wurden beigezogen, um branchenspezifische Stickstoff- und Phosphoreinträge aus Punktquellen zu berücksichtigen.

Die totalen Emissionen basieren auf Messwerten für drei Jahre (2000, 2003, 2005) und der Extrapolation für die übrigen Jahre der Zeitreihe. Die Fortschreibung für die darauffolgenden Jahre beruht in dieser Studie neu auf einem Skalierungsfaktor, welcher aus dem Phosphor- bzw. Stickstoffüberschuss für die Jahre 2006 bis 2023 gemäss Schweizer Nährstoffbilanz abgeleitet wurde. Die Emissionen von organischen Stoffen in Gewässern wurden nur in den Jahren 2010 und 2022 bestimmt. Für die Extrapolation auf die übrigen Jahre wurde die Fracht von totalem organischem Kohlenstoff als Hilfsvariable verwendet, welche jährlich verfügbar ist. Die Extrapolation bis 2018 basiert auf den Werten aus 2010, für die Jahre ab 2019 auf den Werten aus 2023.

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. Für die Jahre 2020 bis 2022 lagen jährliche Daten vor. Die Schwermetall-Emissionen in den Boden wurden einzig im Jahr 2000 gemessen.

Die Emissionen von Ozonschicht abbauenden Substanzen sind für die Jahre 2005 bis 2022 bekannt, davor wurde basierend auf zwei Werten (1995 und 2005) interpoliert. Für 2023 wurde Mittelwert der Jahre 2020 bis 2022 angenommen.

Die Zuordnung der Umweltdaten zu Branchen und Haushalten ist je nach verfügbarer Datenquelle und Methode mit unterschiedlich grossen Unsicherheiten ver-

bunden. In einigen Fällen ist eine klare Zuordnung zu bestimmten Wirtschaftssektoren möglich und die Unsicherheiten sind entsprechend sehr klein. Die Unsicherheiten sind ebenfalls gering, wenn die Zuordnung auf Erhebungen beruht (z.B. beim Verbrauch fossiler Energieträger, den damit verbundenen Luftemissionen oder dem Flächenverbrauch). In anderen Fällen sind die Unsicherheiten für Branchengruppen gering, aber steigen bei der Zuordnung zu einzelnen Branchen, wenn hierfür auf Hilfsgrößen zurückgegriffen werden muss. Besonders gross sind die Unsicherheiten für bestimmte Wasseremissionen, für die insbesondere zu den diffusen Emissionsquellen kaum Daten vorhanden sind.

2.1.6 Umweltintensitäten der Importe

Die Modellierung der Umweltintensitäten der Importe erfolgte im Grundsatz gleich wie in der Vorgängerstudie (Nathani et al. 2022), allerdings mit einigen relevanten Verbesserungen gegenüber dieser. Die Modellierung wurde wie folgt durchgeführt:

Die in die Schweiz importierten Gütergruppen werden nach der SITC-Klassifikation der Schweizer Aussenhandelsstatistik gegliedert. Insgesamt wurden wie bisher 65 SITC 2-Steller Gütergruppen modelliert. Für jede SITC 2-Steller Gütergruppe wurde die Umweltauswirkungen pro Kilogramm importierter Ware berechnet, indem Daten aus der Aussenhandelsstatistik mit Ökobilanzdaten verknüpft wurden.

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 relevante Gütergruppen wurden die Inventare regionalisiert bilanziert. Dies bedeutet beispielsweise, dass der bilanzierte Wasserbedarf von landwirtschaftlichen Produkten variiert, je nach Produktionsstandort.
 - Je nach Herkunft der Güter werden eine unterschiedliche Transportdistanz und unterschiedliche Transportmittel bilanziert.
 - Die verwendeten Wirkungsbewertungsmethoden zur Berechnung des Wasserstress- und des Biodiversitäts-Fussabdrucks sowie in der UBP-Methode berücksichtigen, wo die Umweltauswirkung stattfindet. 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

Nachfolgend wird die Modellierung der Güterimporte genauer beschrieben.

Umweltauswirkung durch die Herstellung der SITC 2-Steller Gütergruppe

Wie in der Vorgängerstudie wird die Zusammensetzung jeder SITC 2-Steller Kategorie mit den Anteilen der Güter auf SITC 3-Steller Ebene modelliert und mit geeigneten Ökobilanzdaten verknüpft. Wichtige Gütergruppen, für welche genügend detaillierte Ökobilanzdaten zur Verfügung stehen, werden mit Informationen zu Gütern auf der SITC 4- oder SITC 5-Steller-Ebene verknüpft. So wird z.B. die SITC-Kategorie Fleischprodukte (SITC 01) durch Ökobilanzdaten für Rindfleisch (SITC 011), Schafffleisch (SITC 012.1), Schweinefleisch (SITC 012.2), Fleisch und geniessbare Schlachtnebenerzeugnissen von Hausgeflügel (SITC 012.3) usw. verknüpft. Details können dem technischen Bericht zur Studie von Frischknecht et al. (2018b) entnommen werden. Insgesamt werden die 65 SITC-Gütergruppen mittels knapp 1200 hinterlegten Inventaren für Güter und Transportketten mit ihren jeweiligen Vorketten modelliert, und dies für jedes Jahr individuell (siehe Erläuterung zur Zeitabhängigkeit weiter unten).

Umweltauswirkung durch den Transport in die Schweiz

Für jede SITC-2-Steller Gütergruppe wurde der Transport in die Schweiz abgeschätzt. Die Vorgehensweise ist gleich wie in der Vorgängerstudie Nathani et al. (2022). Sie wird in Frischknecht et al. (2018a, 2018b) detailliert beschrieben und nachfolgend kurz zusammengefasst.

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

- **Herkunft:** Die Herkunftsländer je SITC-Gruppe werden 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.
- **Transportvorkette:** 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 per Bahn bis zum Exportfrachthafen oder Exportflughafen sowie andererseits den Transport nach Europa per Schiff, Bahn und Strasse. Für alle Weltregionen wurden Transportmittel-spezifische Standarddistanzen festgelegt, basierend auf Eurostat-Statistiken. Es wurden für alle Gütergruppen die gleichen neun weltregionsspezifischen Vorketten verwendet. Jedoch wird für jede Gütergruppe für jedes Jahr individuell der Anteil je Weltregion anhand der Daten aus der Aussenhandelsstatistik bilanziert.
- **Zulieferung:** 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. Der Anteil je Transportmittel wurde ebenfalls für jede SITC-Gütergruppe und für jedes Jahr individuell aus der Aussenhandelsstatistik abgerufen.

Die in den Vorketten und beim 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.

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 Ebenen. Auf Ebene Sachbilanz wurden für landwirtschaftliche Produkte, forstwirtschaftliche Produkte, Bereitstellung von Trink- und Prozesswasser sowie Gewinnung ausgewählter Erze regionalisierte Datensätze erstellt. Die Regionalisierung erfolgt auf Länderebene (und nicht nur Weltregion) und wurde in dieser Studie identisch abgebildet wie in den Vorgängerstudien (Frischknecht et al. 2018a, 2018b, Nathani et al. 2022).

Die Herkunft der Güter und somit die regionalisierte Zusammensetzung und die Zusammensetzung der Transportemissionen wurden ebenfalls mit dem gleichen Vorgehen bestimmt wie in den Vorgängerstudien. Dies gilt auch für die Wirkungsabschätzung der regionalisierten Impact Assessments. Und auch auf Ebene der Wirkungsabschätzung berücksichtigen die Methoden für die Gesamtumweltbelastung, Wasserstress- und Biodiversitäts-Fussabdruck regional differenzierte Wirkungen.

Aktualisierte Hintergrunddatenbank und verbesserte Modellierung

In den bisherigen Studien wurde für die Modellierung die Ökobilanzdatenbanken KBOB et al. (2016) mit der World Food LCA Database (WFLDB 3.1) und treeze Ltd (2017) kombiniert und als Hintergrunddatenbank für die Modellierungen verwendet. Analysen durch EBP und Experteninputs²⁴ haben gezeigt, dass die BAFU:2025 (während der Erarbeitung dieser Studie noch nicht öffentlich verfügbar) wichtige Neuerungen und Verbesserungen im Vergleich zur KBOB et al (2016) aufwies. Darum wurde entschieden, alle Hintergrunddatensätze, welche direkt aus der KBOB et (2016) bezogen werden, auf die BAFU:2025 zu aktualisieren. Für wichtige Erze²⁵ wurden die bestehenden Inventare bezüglich Wasser- und Landverbrauch regionalisiert, so dass die Flüsse durch die regionalisierten Wirkungsabschätzungsmethoden korrekt erkannt werden. Zudem wurde jeweils der länderspezifische Elektrizitätsmix angewendet. Wo relevant, wurde für weitere wichtige Erze mit «globalem»

²⁴ Mischa Zschokke, Carbotech und Rolf Frischknecht, treeze

²⁵ Kupfer, Braunkohle, Gold, Palladium, Phosphor, Platin, Rhodium Silber, Steinkohle, Uran

Inventar (d.h., wo es keine regionalisierten Inventare gab), der verwendete Elektrizitätsmix von ENTSO-E auf Global umgestellt, da dieser zutreffender ist.

Datensätze, welche auf die WFLDB v3.1 basieren, wurden nicht aktualisiert, da die umfassend regionalisierten Datensätze nur mit grossem Aufwand auf die BAFU:2025 Hintergrunddatenbank aktualisiert hätten werden können. Dies betrifft land- und forstwirtschaftliche Produkte, und aus inhaltlicher Sicht wird die Unschärfe als akzeptabel eingestuft.

Durch die Aktualisierung auf die Hintergrunddatenbank BAFU:2025 können einige Gütergruppen nun genauer modelliert werden. So ist es neu möglich, für die Gütergruppe *78 Strassenfahrzeuge* die Elektromobilität zu berücksichtigen. Für die Abschätzung der Importanteile wurden die Fahrzeugimporte gemäss Aussenhandelsstatistik mit detaillierten Importstatistiken nach Fahrzeugtyp kombiniert. Zudem werden die beiden Warengruppen *77 Elektrische Maschinen, Apparate, Geräte und Einrichtungen* und *76 Geräte für die Nachrichtentechnik* genauer modelliert - so werden z.B. Geräte für den Nachrichtendienst (*SITC 764*) neu mit Smartphones abgebildet und nicht wie bisher mit einer Computermouse.

Aus technischer Sicht wurde neu Simapro und R für die Berechnung Umweltwirkung der Güterimporte kombiniert (früher alles nur in Simapro).

Zeitreihen der Umweltintensitäten der Güter

Wie bisher wurden die Umweltintensitäten der SITC 2-Steller Gütergruppe für jedes Jahr individuell modelliert. Dazu wurde die Zusammensetzung der SITC 2-Steller für jedes Jahr separat variiert, indem die knapp 1200 hinterlegten Inventare für die Herstellung der Güter und deren Transportinventare mit Daten aus der Aussenhandelsstatistik und weiteren Hilfsstatistiken verknüpft wurden. Im Rahmen der vorliegenden Aktualisierung wurde die Zeitreihe um die Jahre 2019 - 2023 ergänzt.

Neu wird die Umweltintensität der Güter auf der SITC 3-Steller Ebene, welche aus der BAFU:2025 bezogen werden, ebenfalls zeitabhängig modelliert. Die Veränderungen reflektieren die globalen Veränderungen in den Energieträgern für die Stromproduktion über die Zeit, welche als Input für die Herstellung der Güter dienen. Hierzu haben wir für die Jahre 2000 bis 2010 die bestehenden Inventare aus der BAFU:2025 (Stand Frühling 2025) mit den alten Strommixen, welche repräsentativ für 2000 bis ca. 2010 sind, verwendet. Anschliessend wurde eine Kopie der BAFU:2025 erstellt, und die Inventare für ausgewählte, häufig verwendete Strommixe (Production mix ENTSO-E, GLO, RAS, CN, US, NORDEL, electricity mix CN und US) für das Jahr 2023 angepasst. Dazu wurden die Technologieanteile aus dem neuesten Update der BAFU:2025 (verfügbar Herbst 2025) manuell übertragen. Anschliessend wurden die Intensitäten aller verwendeten Güter ausgewertet und die Intensitäten der Gütergruppen auf 3-Steller-Ebene linear zwischen 2010 und 2023 intrapoliert. Somit wird neu die Intensität der Güter über die Zeit detaillierter modelliert und berücksichtigt globale Veränderungen in der Stromproduktion.

Umweltintensität des Stromimports

Wie in der Vorgängerstudie 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. Wie in der Vorgängerstudie erstmals eingeführt wird der Strommix in Deutschland, Frankreich, Italien und Österreich jahresscharf modelliert. Importe aus den verbleibenden Ländern wurden wie bisher mit dem Elektrizitätsmix der ENTSO 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

Die oben beschriebenen Umweltauswirkungen *cradle-to-border* für jede Gütergruppe gemäss SITC-Klassifikation wurde 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 Tarifnummer-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.

3. Entwicklung der Umweltfussabdrücke

3.1 Vorbemerkungen

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse zur Gesamtumweltbelastung sowie zu den Umweltfussabdrücken der ausgewählten Indikatoren dargestellt (Kapitel 3.2 bis 3.6). In Kapitel 3.7 werden die Umweltfussabdrücke mit der Bevölkerungs- und Wirtschaftsentwicklung verglichen. Kapitel 3.8 enthält zur Plausibilisierung Vergleiche zwischen den Fussabdrücken wie auch Vergleiche mit der Vorgängerstudie und

anderen Umwelt-Fussabdrücken basierend auf anderen Berechnungsmethoden und Datengrundlagen.

Unsicherheiten

Die Ergebnisse werden ohne Fehlerbalken gezeigt. Dennoch sind die Resultate mit Unsicherheiten behaftet. Die absoluten Werte der Fussabdrücke können je nach betrachteter Einzelgrösse variieren. In der Unsicherheitsanalyse in Frischknecht et al. (2018) wurden die methodischen und datenbedingten Unsicherheiten auf bis zu $\pm 25\%$ geschätzt (vgl. Frischknecht et al. 2018). Seit jener Studie haben sich jedoch sowohl die methodischen Grundlagen als auch die Datenbasis weiterentwickelt, ohne dass nochmals eine systematische Unsicherheitsanalyse durchgeführt worden ist. Es ist davon auszugehen, dass die Unsicherheit in dieser Studie eine ähnliche Grössenordnung aufweist. Zu erwähnen ist, dass es sich häufig um abhängige Unsicherheiten handelt, so dass der Trend über die ganze Zeitreihe deutlich belastbarer und genauer ist als einzelne absolute Werte. Entsprechend steht bei der Interpretation der Ergebnisse die Entwicklung über den gesamten Zeitraum im Vordergrund.

Die inländischen Emissionen und Ressourcenverbräuche basierend grösstenteils auf jährlichen Statistiken und haben entsprechend eine hohe Datenqualität. Die Ökobilanzierung der Güterimporte schätzen wir als ausreichend genau ein. Wir verwenden eine aktuelle Hintergrunddatenbank, und haben die Güterimporte im Hinblick auf regionalisierte Methoden angepasst. Man könnte noch weiter regionalisieren, dies ist jedoch mit einem relativ hohen Aufwand verbunden. Zudem ist nicht immer genügend bekannt, wo die Güter und deren Vorprodukte herkommen, so dass eine höhere Genauigkeit in der Ökobilanzierung nicht zwingend den Mehrwert bringt. Die Genauigkeit der IOT schätzen wir als hoch ein, auch wenn weitere Disaggregationen noch genauere Resultate liefern könnte. Diese würden sich aber hauptsächlich auf die Zuordnung der Umweltbelastungen und weniger auf die Höhe der Fussabdrücke auswirken. Während die langfristigen Trends grundsätzlich belastbar sind, sind kleine Veränderungen zwischen den Jahren vorsichtiger zu interpretieren.

Vorbemerkung zur Fussabdruckperspektive

In der Fussabdruckperspektive werden neben den inländischen Umweltauswirkungen auch jene berücksichtigt, die im Ausland durch den Import von Gütern und Dienstleistungen entstehen. Die Umweltauswirkungen, die in der Schweiz durch exportierte Güter und Dienstleistungen verursacht werden, werden hingegen abgezogen. Mit der IO-TRAIL-Methode kann der Umwelt-Fussabdruck direkt berechnet werden, ohne den Umweg über die Umweltwirkungen von Importen und Exporten zu nehmen. Um die Vergleichbarkeit mit früheren Studien sicherzustellen, werden in den folgenden Abbildungen zusätzlich zu den inländischen Umweltauswirkungen und den Umweltfussabdrücken auch die import- und exportbedingten Umweltwirkungen dargestellt.

Vier Grössen sind nachfolgend 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.
- **Gesamtbelastung:** Umweltbelastung, die durch Produkte und Dienstleistungen zur Deckung des Schweizer Konsums (inländische Endnachfrage) verursacht wird, und zwar sowohl im Inland als auch im Ausland. Beinhaltet die gesamte Belastung von der Rohstoffgewinnung bis zur Entsorgung der Produkte, einschliesslich der direkten Umweltbelastungen der privaten Haushalte. Ergibt sich aus der Summe von inländischer und importbedingter Umweltbelastung abzüglich der exportbedingten Umweltbelastung (siehe Abbildung 13).

In der weiteren Analyse wird die Gesamtbelastung hinsichtlich des Beitrags der folgenden Grössen aufgegliedert:

- **Umweltbereich:** Diese Betrachtung zeigt für den Gesamtumwelt-Fussabdruck auf, wie er sich aus den einzelnen Umweltbereichen wie z.B. Klimawandel, Boden oder Wasserqualität zusammensetzt.
- **Endnachfragebereich:** Diese Betrachtung zeigt auf, welchen Anteil am jeweiligen Fussabdruck durch welchen Endnachfragebereich wie z.B. Ernährung oder private Mobilität ausgelöst wird. Dies gibt Aufschluss darüber, welcher Bereich des Konsums von Haushalten resp. Staat besonders relevant ist für den Fussabdruck. Diese Auswertung erfolgt für alle Fussabdruck-Indikatoren, jedoch wird der Gesamtumwelt-Fussabdruck um zusätzliche Analysen ergänzt.
- **Produktgruppe:** Diese Betrachtung zeigt auf, welche der von Haushalten und Staat nachgefragten Produktgruppen welchen Beitrag zur Gesamtbelastung des jeweiligen Fussabdrucks leisten. Diese Auswertung erfolgt nur für den Gesamtumwelt-Fussabdruck.

3.2 Gesamtumwelt-Fussabdruck

Gesamtumwelt-Fussabdruck der Schweiz

Für die Gesamtumweltbelastung gemäss der UBP-Methode sind die zuvor beschriebenen vier Grössen in Abbildung 16 im Zeitverlauf dargestellt.

Zwischen 2000 und 2023 ist der Gesamtumwelt-Fussabdruck (graue Fläche) weitgehend gleichgeblieben; er sank lediglich geringfügig um gut 1 % von 266 auf 262 Billionen UBP abgenommen. Betrachtet man den zeitlichen Verlauf, so sinkt der Fussabdruck nach 2001 einige Jahre leicht, stagniert anschliessend bis 2017 und hat danach zuerst ab- und dann in den letzten beiden Betrachtungsjahren 2022 und 2023 wieder zugenommen. Eine Detailanalyse zeigt, dass der Fussabdruck im Jahr 2023 gegenüber 2022 am deutlichsten um nahezu 10 % angestiegen ist. Die ist primär ein Normalisierungseffekt im Zusammenhang mit den pandemiebedingten Eindämmungsmassnahmen und veränderten Verhaltensweisen infolge des COVID-19 Virus. Verhaltensänderungen wie mehr Homeoffice oder weniger Geschäftsreisen dürften teilweise weggefallen sein, und auch die Freizeitmobilität hat wieder zugenommen. Die Daten zeigen, dass die Umweltbelastung in fast allen Endnachfragebereichen von 2022 auf 2023 zugenommen haben. Grosse Zunahmen gab es bei der privaten Mobilität und der Freizeit, wobei hier vor allem die Zunahme im Flugverkehr sowie der erhöhte Import von Erdölprodukten auffällig ist. Zudem gab es innerhalb der Ernährung eine Verlagerung von privatem Konsum zur Gastronomie. Auffällig ist zudem, dass die Gesamtumweltbelastung im Ausland deutlich stärker angestiegen ist als im Inland.

Deutlich stärker als der Gesamtumwelt-Fussabdruck sinkt die inländische Gesamtumweltbelastung (blaue Balken) im Betrachtungszeitraum, nämlich um rund 32 % von 142 auf 97 Billionen UBP. Die import- (rote Balken) und exportbedingte (gelbe Balken) Gesamtumweltbelastung hingegen sind beide schwankend auf ähnlichem Niveau bis 2020. Seit dann steigen beide jedoch stark an, wobei die importbedingte Belastung in absoluten Werten stärker zunimmt als die exportbedingte - ausreichend, um den leichten Rückgang der inländischen Belastung in den Jahren der COVID-19-Pandemie auszugleichen. Dadurch zeigt sich bei der Gesamtumweltbelastung aus Konsumperspektive kein deutlicher «Corona-Knick» jedoch eine relativ starke Zunahme im Jahr 2023.

Die Gesamtumweltbelastung der Schweizer Endnachfrage ist deutlich grösser als die territoriale Belastung, wobei die bereits hohe Differenz noch weiter zunimmt. Ist die Gesamtumweltbelastung im Jahr 2000 bereits rund 1.9-mal so hoch wie die inländische aus territorialer Perspektive, so ist sie im Jahr 2023 sogar 2.7-mal höher. Daraus kann gefolgert werden, dass die Schweiz die mit der Befriedigung ihrer Bedürfnisse verbundenen Umweltauswirkungen zunehmend ins Ausland verlagert. Die Schweiz als kleiner Staat mit hohem Wohlstand importiert viele Güter und Dienstleistungen in die Schweiz. Die Umweltauswirkungen für die Herstellung dieser Güter fallen im Ausland an und werden unter den importierten Gesamtumweltbelastung einberechnet, und das gilt für die meisten Umweltthemen. Zum Vergleich: Das Global Carbon Budget Projekt berechnet einen 3.6-fach höheren konsumba-

sierten Treibhausgasfussabdruck als die territorialen Treibhausgasemissionen (Ritchie 2025). Analoge Schlüsse lassen sich auch für andere Umweltthemen herleiten (siehe auch die Ergebnisse zu den thematischen Fussabdrücken in den nachfolgenden Kapiteln).

Die Zunahme der Divergenz über die Zeit hat mehrere, sich überlagernde Gründe: Einerseits konnte die Umweltbelastung innerhalb der Schweiz erfolgreich gesenkt werden und diese ist auch relativ gut messbar. Im Gegensatz dazu ist die Modellierung der importierten Umweltbelastung etwas weniger genau (siehe Unsicherheiten in Kapitel 3.1). Wir haben die Veränderung der Energieträger für die Stromproduktion in wichtigen Produktionsländern berücksichtigt (siehe Kapitel 2.1.6), aber es ist möglich, dass wir weitere Effizienzgewinne in der Produktion im Ausland zu wenig berücksichtigen. Nicht zuletzt können Dekarbonisierungsmassnahmen im Inland die Umweltbelastung im Ausland erhöhen und so zu Verlagerungseffekten führen.

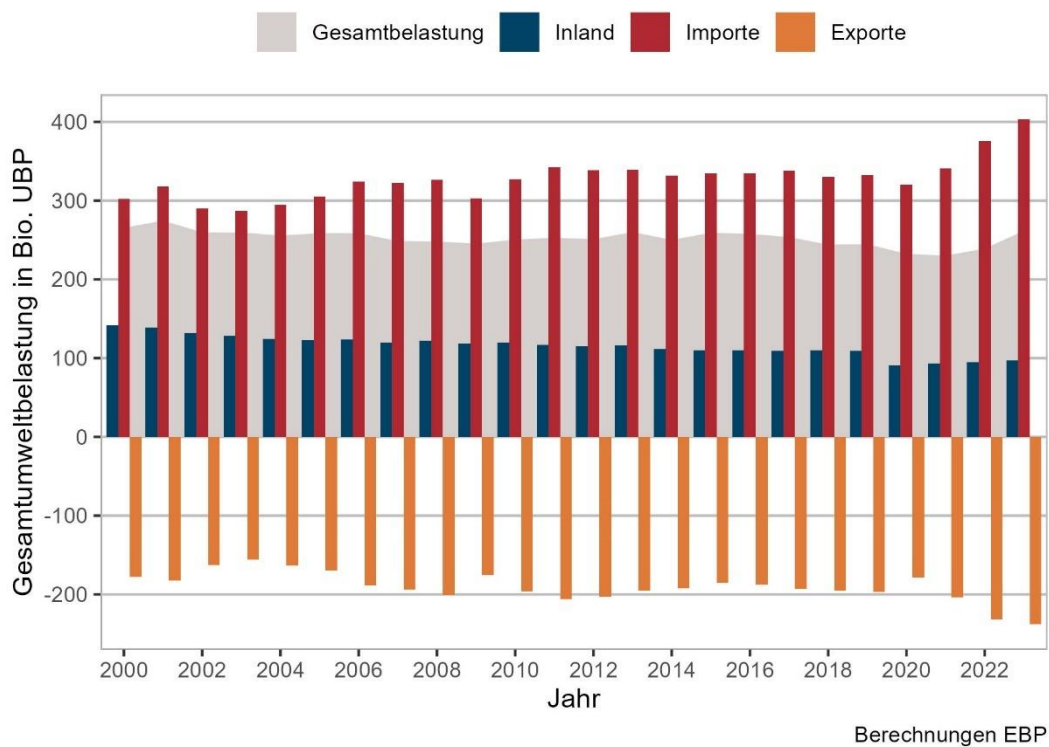


Abbildung 16 Entwicklung des Gesamtumwelt-Fussabdrucks, der inländischen Umweltbelastung, der import- und exportbedingten Umweltbelastung, 2000 - 2023

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

Gesamtumwelt-Fussabdruck nach Umweltbereichen

Abbildung 17 illustriert, wie sich die Gesamtumweltbelastung aus den einzelnen Umweltbereichen zusammensetzt. Dabei nehmen mehrere Bereiche im Zeitverlauf ab, mit Abstand am stärksten der Ozonschichtabbau. Zu beachten ist jedoch, dass diese Abnahme der ozonschichtabbauenden Substanzen zumeist durch Ersatzprodukte ermöglicht wurde, die sich in vielen Fällen als schädliche Treibhausgase erwiesen haben (siehe z.B. Velders et al., 2022). Am deutlichsten nehmen die beiden Bereiche Bodenqualität und abiotische Ressourcen zu. Die Lärmbelastung ist im Fussabdruck aufgrund fehlender Zeitreihendaten nicht enthalten.

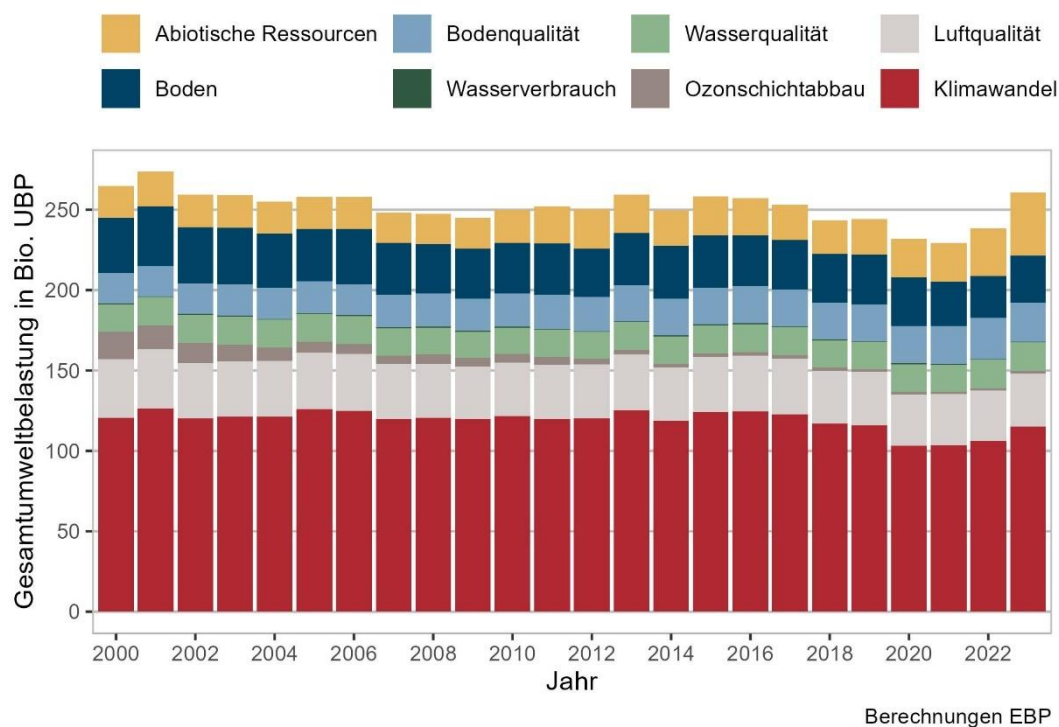


Abbildung 17 Entwicklung des Gesamtumwelt-Fussabdrucks nach Umweltbereichen, 2000 - 2023

Gesamtumwelt-Fussabdruck pro Person

Abbildung 18 zeigt den gesamten Umwelt-Fussabdruck bezogen auf die ständige Wohnbevölkerung, also pro Person. Die Umweltbelastung pro Person sinkt dabei von rund 36.9 auf 29.2 Millionen UBP – dies entspricht einem Rückgang um 21 %. Die Abbildung veranschaulicht zudem die Entwicklung der inländischen und ausländischen Anteile an der Gesamtbelastung: Beide nehmen über die Jahre ab, wobei die inländischen Umweltbelastungen stärker zurückgehen und der Auslandsanteil von 64% auf 77% ansteigt.

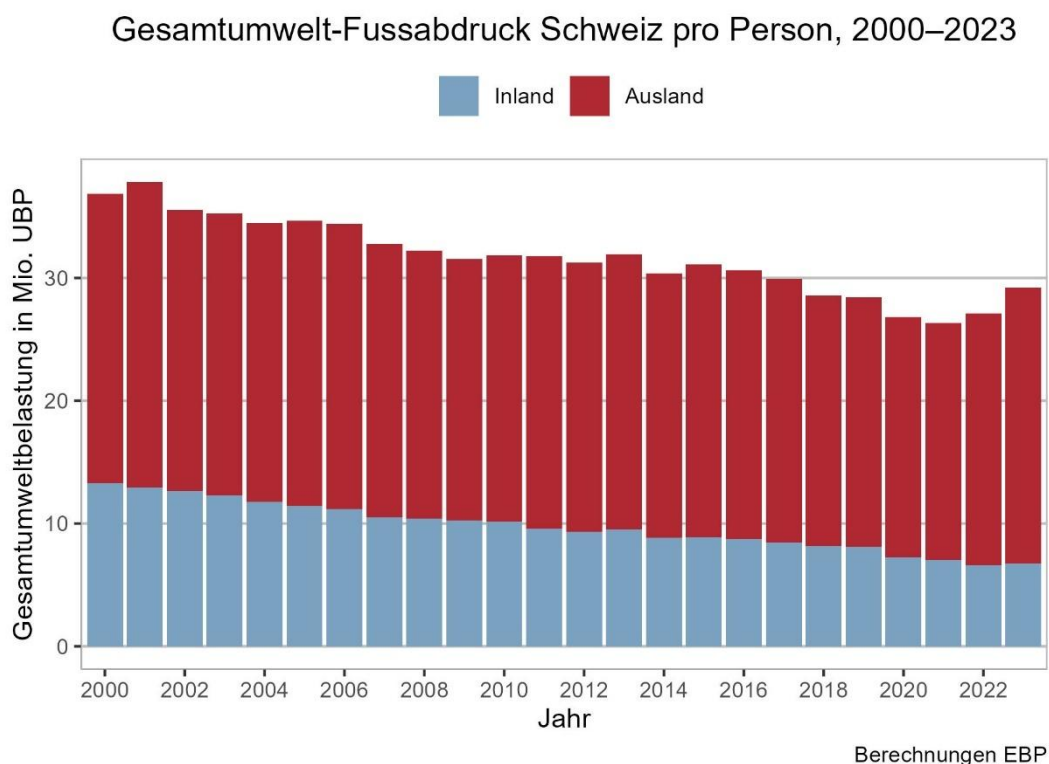


Abbildung 18 Entwicklung des Gesamtumwelt-Fussabdrucks pro Person nach Inland und Ausland, 2000 – 2023

Umweltbelastungen nach Endnachfragebereichen

Nachfolgend wird der Gesamtumwelt-Fussabdruck pro Person nach Endnachfragebereichen betrachtet, sowohl absolut (Abbildung 19) als auch relativ (Abbildung 20). Die Endnachfrage nach Gütern und Dienstleistungen ist ein wesentlicher Treiber für die Wirtschaftsaktivitäten einer Volkswirtschaft und letztlich auch für die dadurch ausgelösten Umweltauswirkungen.

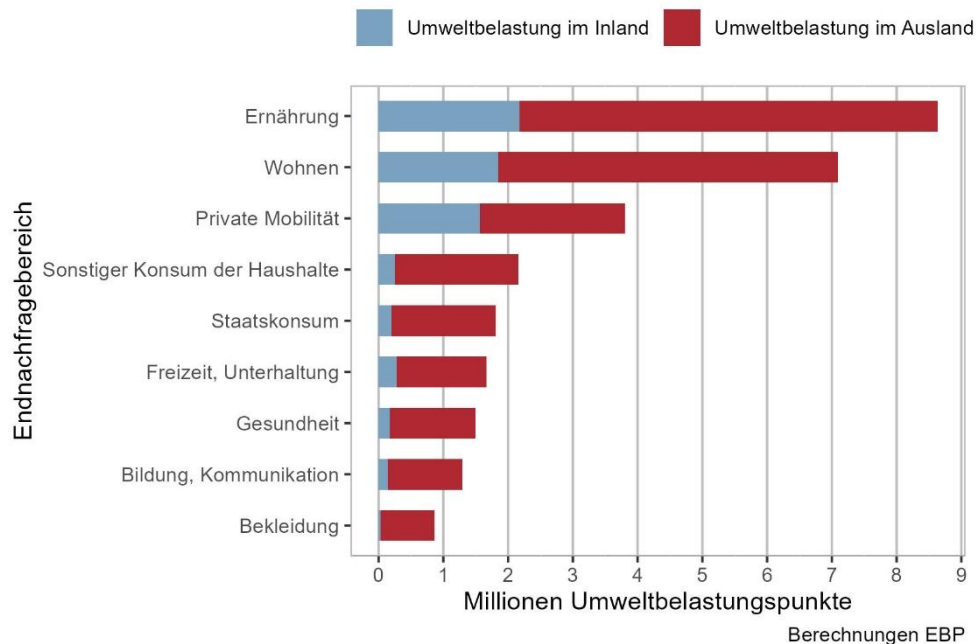
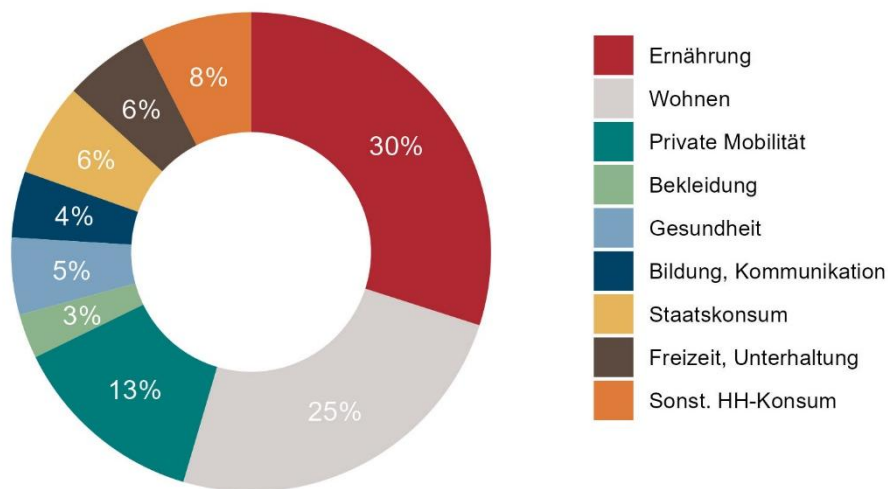


Abbildung 19 Absolute Gesamtumweltbelastung pro Person nach Endnachfragebereichen, 2023. Hinweis: Diese Darstellung ordnet Nahrungsmittel und Gastronomie dem Endnachfragebereich Ernährung, den Wohnungsbau sowie Möbel und Haushaltsgeräte dem Bereich Wohnen zu.

Die Abbildungen zeigen klar, dass die Umweltbelastungen aus Konsumperspektive fast ausschliesslich durch den Konsum privater Haushalte verursacht werden, während der Staatskonsum eine geringere Relevanz aufweist. Dabei ist zu beachten, dass der Bereich Staatskonsum nur noch jener Konsum enthält, welcher sowohl den Haushalten wie auch der Wirtschaft zugutekommt. Die höchsten Umweltbelastungen werden durch Ernährung (30 %), Wohnen (25 %) sowie durch die private Mobilität (13 %) ausgelöst.



Berechnungen EBP

Abbildung 20 Relative Gesamtumweltbelastung pro Person nach Endnachfragebereichen, 2023. Hinweis: Diese Darstellung ordnet Nahrungsmittel und Gastronomie dem Endnachfragebereich Ernährung, den Wohnungsbau sowie Möbel und Haushaltsgeräte dem Bereich Wohnen zu. Staatskonsum enthält nur den übrigen Staatskonsum, welcher nicht umgebucht worden ist (siehe Kapitel 2.1.4)

Teilt man die Endnachfragebereiche stärker auf (Abbildung 21), wird klar, dass die Nahrungsmittel mit einem Anteil von 20 % der wichtigste Treiber von Umweltbelastungen sind. Die Wichtigkeit von Nahrungsmitteln wird dadurch verstärkt, dass sie auch für die Gastronomie eine zentrale Rolle spielen, welche weitere 10 % zur Gesamtumweltbelastung beiträgt. Fast ebenso wichtig ist der Endnachfragebereich «Wohnen und Energie» mit einem Anteil von rund 14 %. Hinzu kommen der Wohnungsbau mit einem Anteil von 7 % sowie der Endnachfragebereich «Möbel und Haushaltsgeräte» mit knapp 4 %, die auch dem Wohnen zugeordnet werden können (zusammen rund 25 %). Mit einem Anteil von rund 13 % steht der Verkehr an dritter Stelle. Zu beachten ist, dass dieser Wert keine Pauschalreisen berücksichtigt, da diese statistisch beim Endnachfragebereich «Freizeit und Unterhaltung» erfasst werden. Ebenfalls nicht enthalten sind der Berufs- und der Güterverkehr, da diese jeweils den Gütern und Dienstleistungen zugerechnet werden, für die er erbracht wird. Die Umweltbelastung der Mobilität insgesamt ist somit höher.

Die Endnachfragebereiche Gesundheit, Freizeit und Unterhaltung sowie weitere Bereiche tragen jeweils mit rund 5 bis 6 % zur Umweltbelastung bei, Bekleidung sowie «Bildung und Kommunikation» jeweils 3 bis 4 %. Der verbleibende Staatskonsum, also jener Teil, der nicht einem anderen Endnachfragebereich zugeordnet werden kann, ist für die restlichen 6 % des gesamten Umwelt-Fussabdrucks verantwortlich.

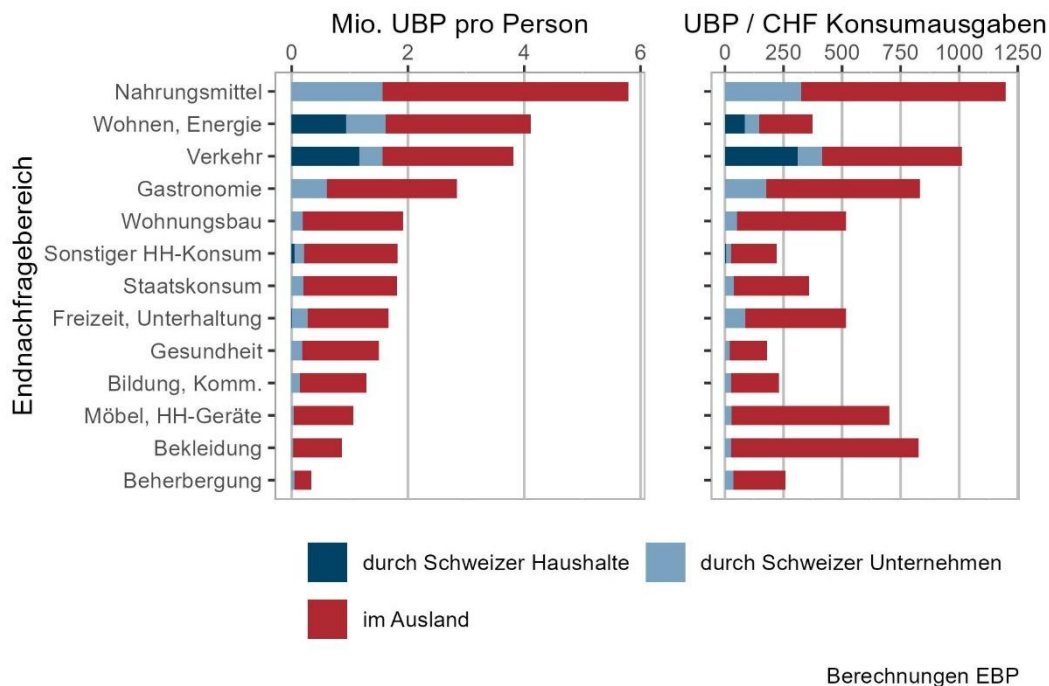


Abbildung 21 Gesamtumweltbelastung pro Person nach Endnachfragebereichen (detailliert), 2023

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

Die Abbildung zeigt auch, wie sich die durch die verschiedenen Endnachfragebereiche verursachten Umweltbelastungen zusammensetzen: Sie umfassen die direkten Umweltbelastungen der privaten Haushalte (z. B. Emissionen aus der Verbrennung von Energieträgern, Wasserverbrauch oder Landnutzung) sowie die Umweltbelastungen, die von inländischen Unternehmen bei der Herstellung konsumierter Güter verursachten Belastungen sowie jene, die im Ausland entstehen. Für alle Endnachfragebereiche sind dabei die Belastungen im Ausland mit Abstand am relevantesten, am meisten für die Bekleidung sowie Möbel und Haushaltsgeräte. Die Belastung durch Schweizer Unternehmen ist lediglich bei den Nahrungsmitteln und der Gastronomie relevant, die direkte Belastung durch Schweizer Haushalte hingegen bei Wohnen, Energie und Verkehr.

Abbildung 22 und Tabelle 3 zeigen auf, wie sich die Endnachfragebereiche über die Zeit verändert haben.

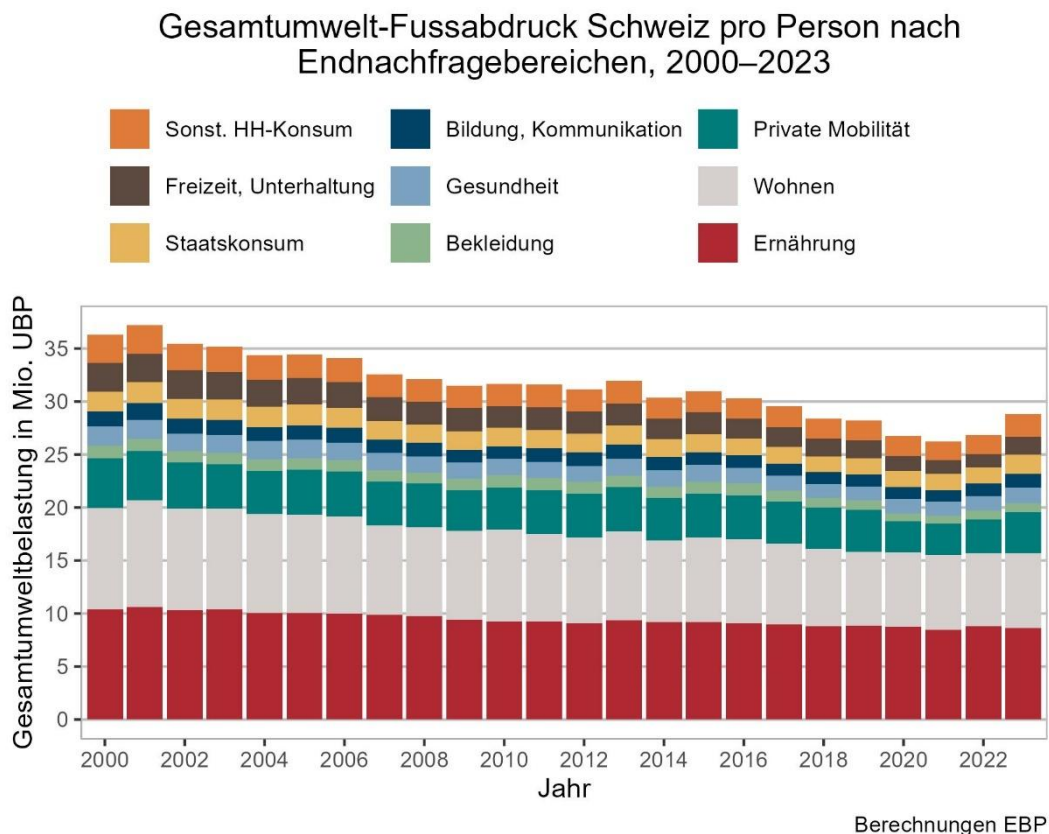


Abbildung 22 Entwicklung der Anteile der Endnachfrage an der Gesamtumweltbelastung, 2000 – 2023

Der Gesamtumwelt-Fussabdruck hat in allen Endnachfragebereichen über die Zeit abgenommen, und kann so überall eine positive Entwicklung aufweisen. Die relativen Anteile verändern sich leicht über die Zeit, wobei der Anteil für Ernährung leicht zugenommen und für Wohnen abgenommen hat. Diese geringen Verschiebungen sind aufgrund der Unsicherheiten mit Vorsicht als Veränderungen zu interpretieren.

Hinsichtlich des Effekts infolge der COVID-19-Pandemie sind insbesondere die beiden Bereiche Verkehr und Gastronomie auffällig. Während der Anteil des Verkehrs bis 2019 leicht zunimmt, ist im Corona-Jahr 2020 ein Einbruch ersichtlich. 2021 fällt der Anteil noch ähnlich tief aus, aber 2022 zeigt sich bereits wieder eine klare Zunahme. 2023 erreicht der Verkehr beinahe wieder das Niveau von 2019. Der Flug ist im Verkehr enthalten und wird im Fallbeispiel (Kapitel 4.1) vertieft betrachtet. In der Gastronomie verbleibt der Anteil bis 2019 auf ähnlichem Niveau und sinkt in den Jahren 2020 und 2021 etwas. 2022 setzt bereits die Erholung der Branche ein und in den Jahren 2022 und 2023 liegt der Anteil der Gastronomie an der Gesamtbelastung sogar über dem Anteil von 2019. Die übrigen Endnachfragebereiche zeigen keinen Effekt infolge der COVID-19-Pandemie.

Tabelle 3 Entwicklung der Anteile der Endnachfrage an der Gesamtumweltbelastung für ausgewählte Jahre.

Endnachfragebereich	Anteile absolut [Mio. UBP]				Anteile relativ [%]			
	2000	2010	2020	2023	2000	2010	2020	2023
Sonst. HH-Konsum	3.2	2.3	1.9	2.5	8.8%	7.1%	7.1%	8.7%
Freizeit, Unterhaltung	2.7	2.1	1.4	1.7	7.4%	6.5%	5.4%	5.7%
Staatskonsum	1.8	1.7	1.5	1.8	5.0%	5.4%	5.7%	6.2%
Bildung, Kommunikation	1.4	1.2	1.1	1.3	3.9%	3.8%	4.2%	4.4%
Gesundheit	1.8	1.5	1.4	1.5	4.9%	4.8%	5.1%	5.1%
Bekleidung	1.2	1.2	0.8	0.9	3.1%	3.7%	2.9%	3.0%
Private Mobilität	4.7	4.0	2.9	3.8	12.8%	12.5%	11.0%	13.0%
Wohnen	9.6	8.7	7.0	7.1	26.0%	27.2%	26.0%	24.3%
Ernährung	10.4	9.3	8.8	8.6	28.2%	29.1%	32.7%	29.6%
Total	36.9	31.8	26.8	29.2	100%	100%	100%	100%

Umweltbelastungen nach Produktgruppen

Die Endnachfrage lässt sich auch nach Produktgruppen unterteilen, die von privaten Haushalten oder vom Staat nachgefragt werden. Der Unterschied zwischen diesen beiden Betrachtungsweisen wird deutlich, wenn man den Endnachfragebereich «Bekleidung» mit der Produktgruppe «Textilien» vergleicht:

- Der Endnachfragebereich «Bekleidung» umfasst nicht nur die direkte Nachfrage nach Kleidung, Schuhen und ähnlichen Gütern, sondern auch die damit verbundenen Dienstleistungen wie den Gross- und Einzelhandel oder den Transport, die notwendig sind, um diese Produkte in den Verkauf zu bringen.
- Die Produktgruppe «Textilien» bezieht sich nicht ausschliesslich auf Bekleidung, sondern schliesst auch textile Erzeugnisse ein, die in anderen Bereichen der Endnachfrage Verwendung finden – etwa Vorhänge im Bereich «Möbel, Haushaltsgeräte», der auch verschiedene Produkte zur Wohnungseinrichtung umfasst.

Zudem werden darin auch die Umweltbelastungen dargestellt, die direkt von privaten Haushalten verursacht werden – also jene, die nicht im Zusammenhang mit der Nachfrage nach Produkten stehen, sondern unmittelbar durch den Ressourcenverbrauch und die Emissionen der Haushalte selbst entstehen (z. B. Emissionen aus der Verbrennung von Energieträgern, Wasserverbrauch oder Landnutzung).

Der Unterschied zwischen den direkten Umweltbelastungen der Haushalte und jenen, die aus dem Konsum von Produkten resultieren, lässt sich am Beispiel des Heizöls veranschaulichen:

- Die Emissionen, die bei der Verbrennung von Heizöl entstehen, werden den direkten Umweltbelastungen der Haushalte zugerechnet.
- Die Umweltbelastungen, die während der Bereitstellung des Heizöls – von der Rohstoffgewinnung bis zur Verarbeitung in den Raffinerien – entstehen, sind der Produktgruppe «Erdölprodukte, Chemie» zugeordnet.
- Die Belastungen, die durch den Handel mit Heizöl sowie durch dessen Lieferung an die Haushalte verursacht werden, sind in der Produktgruppe «Handel» erfasst.

Abbildung 23 verdeutlicht, welche Produktgruppen zur Gesamtumweltbelastung beitragen. Wie sich die jeweiligen Produktgruppen genau zusammensetzen, ist in Tabelle 12 im Anhang ersichtlich.

Es zeigt sich, dass Nahrungsmittel (inkl. landwirtschaftliche Güter) mit Abstand den höchsten Beitrag zum Gesamtumwelt-Fussabdruck leisten, konkret rund einen Fünftel. Darauf folgen übrige Dienstleistungen, Energieträger wie Gas, Elektrizität oder Fernwärme sowie die direkte Umweltbelastung der Haushalte. Die auffallend grosse Bedeutung von Dienstleistungs-Produktgruppen ist vermutlich darauf zurückzuführen, dass diverse Dienstleistungen zur Produktion von materiellen Gütern benötigt werden. Der Flugverkehr verursacht knapp 4 % der Gesamtumweltbelastung (für eine vertiefte Betrachtung des Flugverkehrs siehe auch Kapitel 4.1), die direkten Umweltbelastungen der privaten Haushalte rund 8 %.

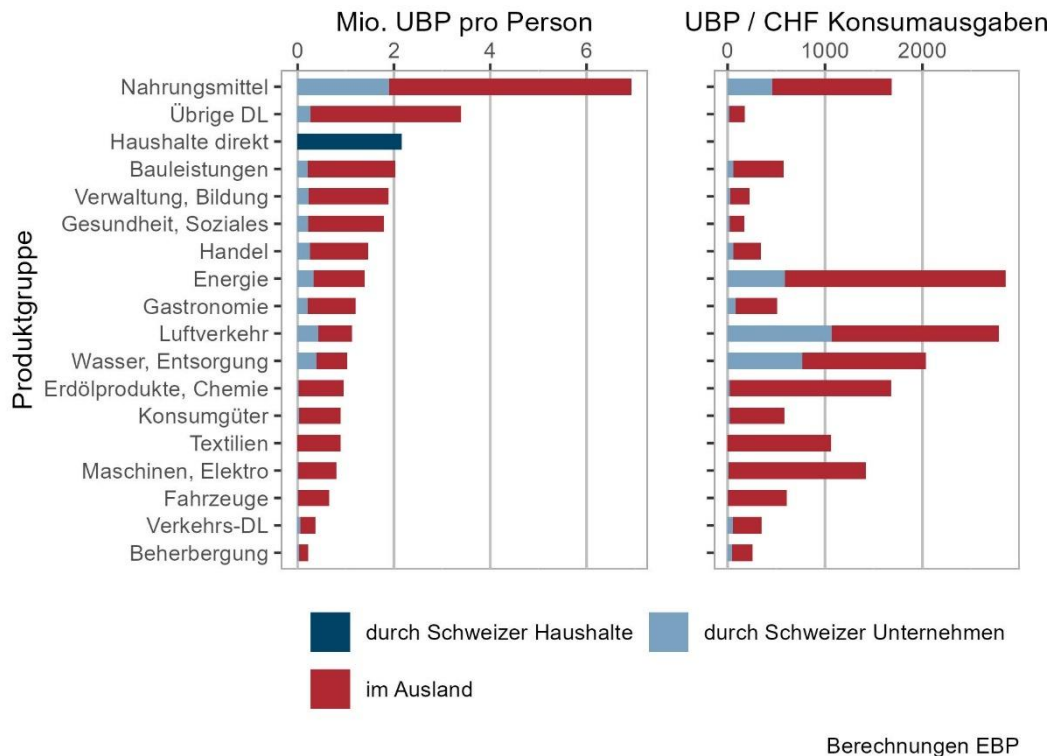


Abbildung 23 Gesamtumweltbelastung pro Person nach Produktgruppen (der Endnachfrage), 2023

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 in dieser Studie verwendete Indikator «Artenverlustpotenzial» (nach Chaudhary et al., 2016) beschreibt, wie stark die Landnutzung (zum Beispiel für Ackerbau oder Siedlungen) das Risiko erhöht, dass Tier- und Pflanzenarten weltweit dauerhaft aussterben – im Vergleich zu einem natürlichen, ungestörten Zustand.

Dieser Indikator schätzt also, wie stark menschliche Landnutzung langfristig die globale biologische Vielfalt verringern kann. Dabei wird berücksichtigt, dass einige Arten empfindlicher auf Veränderungen reagieren als andere. Der Indikator fasst sowohl den regionalen Rückgang häufiger Arten als auch das vollständige Aussterben

ben von Arten, die nur in bestimmten Regionen vorkommen (sogenannte endemische Arten), zu einer einheitlichen Kennzahl zusammen. Er summiert also eine unterschiedliche Wirkungsintensität in einen Indikator – ähnlich wie bei den Treibhausgasen das Treibhauspotenzial mit der Einheit «kg CO₂-Äquivalente» summiert wird. Der Biodiversitäts-Fussabdruck zeigt somit nicht, wie viele Arten tatsächlich in einer bestimmten Region verschwunden sind, sondern er gibt ein Äquivalent dafür an, wie gross der potenzielle weltweite Artenverlust durch die Landnutzung ist.

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) quantifiziert²⁶. Ein Wert von 1 Mikro-PDF*a entspricht dabei dem potenziellen Verlust von einem Millionstel der weltweiten Artenvielfalt²⁷. Andere Ursachen für den Verlust der Biodiversität – wie etwa Überdüngung (Eutrophierung), Klimawandel, Pestizide oder die Zerschneidung von Lebensräumen – sind nicht in diesem Indikator enthalten. Wichtig ist auch, dass der hier beschriebene Biodiversitäts-Fussabdruck der Schweizer Landnutzung (also der Druck auf die Artenvielfalt durch Flächen, die für den Schweizer Konsum und die Produktion genutzt werden) nichts über den tatsächlichen Zustand der Arten in der Schweiz aussagt so wie sie durch das Biodiversitäts-Monitoring und die Roten Listen beobachtet werden (siehe Abschnitt 2.1.1).

Inländischer Biodiversitätsverlust und Biodiversitäts-Fussabdruck

Abbildung 24 illustriert die Entwicklung des Biodiversitäts-Fussabdrucks durch Landnutzung. Zwischen 2000 und 2023 steigt der Biodiversitäts-Fussabdruck um rund 28% von 50 auf 64 Mikro-PDF*a. Somit nimmt der landnutzungsbedingte Druck auf die weltweite Artenvielfalt im Zusammenhang mit dem Schweizer Konsum deutlich zu. Im 2023 ist jedoch wieder eine leichte Abnahme zu beobachten.

Ein Wert von 64 Mikro-PDF*a bedeutet, dass die heutige Landnutzung zur Deckung des Schweizer Konsums – wenn man ihre langfristigen Auswirkungen betrachtet²⁸ – weltweit zum dauerhaften Verlust von etwa 64 Arten pro einer Million Arten führen würde, verglichen mit einer völlig unberührten Natur²⁹.

Die Zunahme von 14 Mikro-PDF*a hingegen bedeutet, dass zwischen 2000 und 2023 langfristig zusätzlich rund 14 Arten pro Million Arten verloren gehen, was einer jährlichen Aussterberate von 0.6 Arten pro Million Arten entspricht. Der allein durch

²⁶ 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 Integration über die Zeit.

²⁷ 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.

²⁸ 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.

²⁹ 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.

den Schweizer Konsum verursachte Artenverlust ist damit vergleichbar zum beobachteten globalen, natürlicherweise auftretenden Artenverlust von 1 Art pro Million Arten pro Jahr (Steffen et al. 2015).

Die Abbildung zeigt auch, dass die inländische Landnutzung über den gesamten Zeitraum einen gleichbleibenden Druck auf die Biodiversität verursacht mit knapp 28 Mikro-PDF*a. Der Anstieg des Gesamt-Biodiversitätsfussabdruck ist somit hauptsächlich durch den zunehmenden importierten Fussabdruck getrieben. Insgesamt ist der gesamte Biodiversitäts-Fussabdruck der Schweiz 2023 rund 2.2 mal so gross wie der inländische Biodiversitätsverlust (territoriale Perspektive).

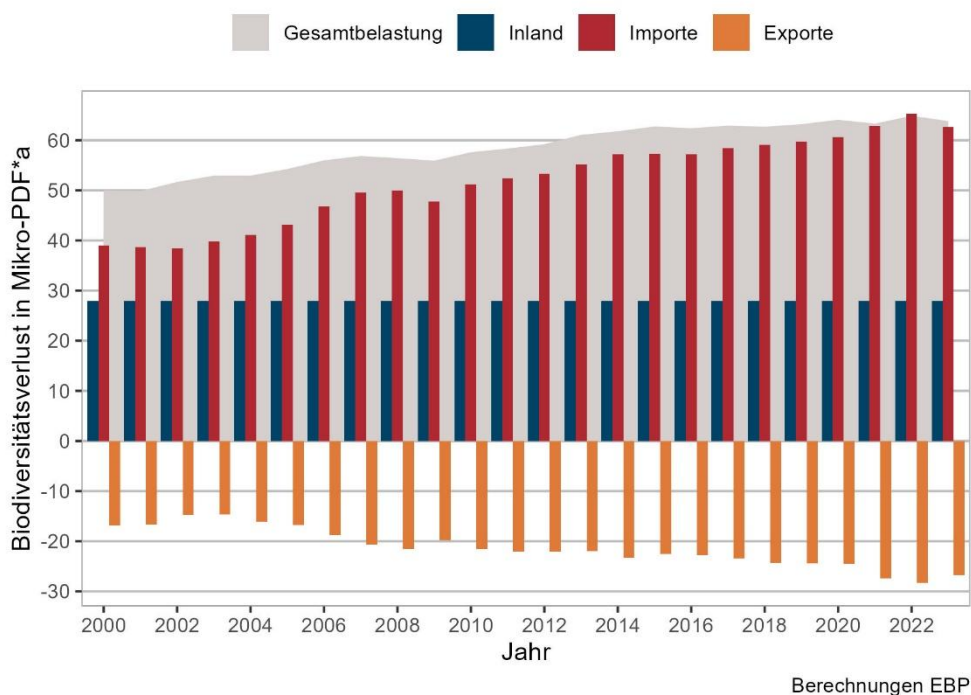


Abbildung 24 Entwicklung des Biodiversitäts-Fussabdrucks, der inländischen sowie der import- und exportbedingten Biodiversitätsverluste, 2000 - 2023

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

Biodiversitäts-Fussabdruck pro Person

Abbildung 25 zeigt, dass in der Betrachtung pro Person der Biodiversitäts-Fussabdruck deutlich weniger steigt als in der absoluten Betrachtung. So nimmt er zwischen 2000 und 2023 nur um 3 % von 6.9 auf 7.1 Piko-PDF*a zu und zeigt einen schwankenden Verlauf. Seit 2013 stagniert der Fussabdruck und sinkt seit 2015 leicht. Die geringen Unterschiede zwischen den Jahren und über die die ganze Zeitreihe sind aufgrund der Modellierungsunsicherheiten mit Vorsicht zu interpretieren.

Betrachtet man, wie sich der Fussabdruck auf das Inland und das Ausland verteilt, so fällt auf, dass der inländische Anteil am Fussabdruck zwischen 2000 und 2023 sinkt, konkret von 42 % auf 31 %. Der ausländische Anteil steigt demnach von 58 % auf 69 %.

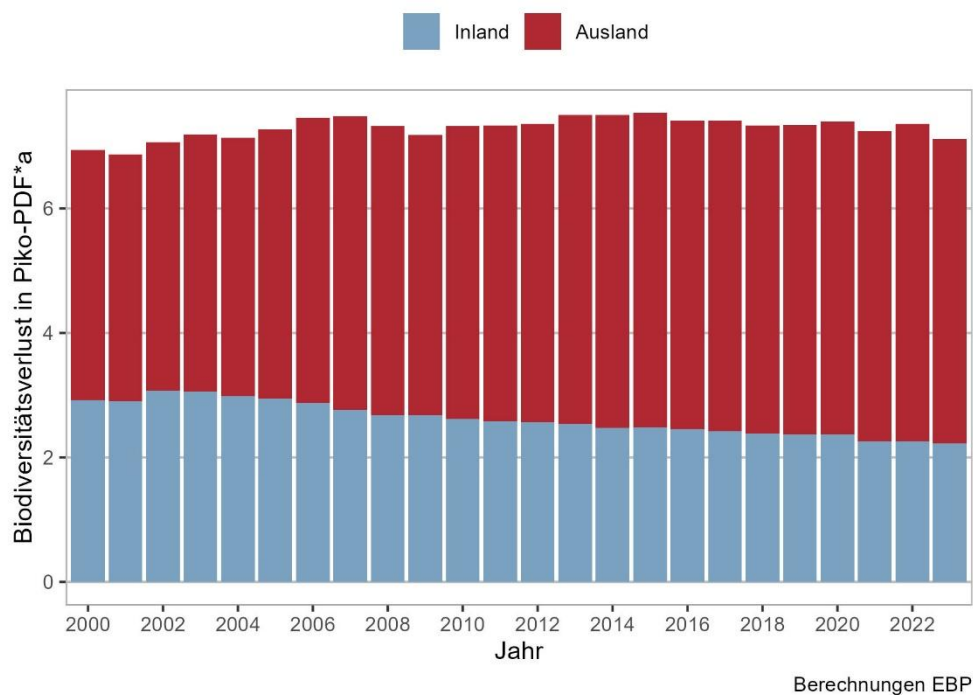


Abbildung 25 Entwicklung des Biodiversitäts-Fussabdrucks pro Person nach Inland und Ausland, 2000 – 2023

Die Ernährung verursacht mit einem Anteil von 50 % ausgelöst durch die direkte Nachfrage nach Nahrungsmitteln und einem Anteil von 22 % durch die Gastronomie beinahe drei Viertel der Gesamtbelastung (Abbildung 26). Mit rund einem Zehntel ist auch der Konsum im Zusammenhang mit Wohnen relevant, wobei rund 7 % des Biodiversitäts-Fussabdrucks durch den Bereich «Wohnen und Energie», rund 3 % durch «Wohnungsbau» und rund 1 % durch «Möbel, Haushaltsgeräte» ausgelöst wird.

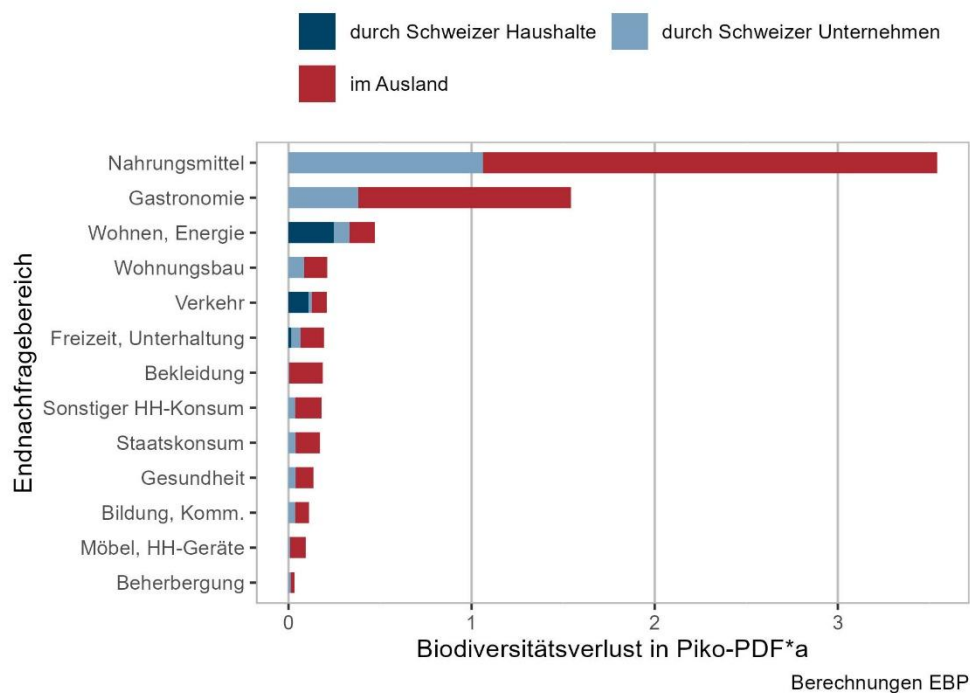


Abbildung 26 Biodiversitäts-Fussabdruck pro Person nach Endnachfragebereichen, 2023

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

3.4 Eutrophierungs-Fussabdruck

Der marine Eutrophierungs-Fussabdruck zeigt, wie stark die Meere durch Stickstofffeinträge überdüngt werden. Dabei werden sowohl direkte als auch indirekte Einträge berücksichtigt – also Stickstoff, der über Wasser, Luft oder Boden letztlich ins Meer gelangt (vgl. Kapitel 2.1.1). Der Indikator bezieht sich nur auf die Belastung der Meere. Auswirkungen der Überdüngung auf Landökosysteme sowie auf Flüsse und Seen innerhalb der Schweiz werden dabei nicht berücksichtigt.

Abbildung 27 zeigt den Eutrophierungs-Fussabdruck der Schweiz im zeitlichen Verlauf. Dabei bleibt der marine Eutrophierungs-Fussabdruck der Schweiz zwischen 2000 und 2023 relativ konstant bei rund 122 kt N-eq. Betrachtet man nur die inländischen Stickstoffemissionen (blaue Balken), so sinken diese seit dem Jahr 2000 um 24 % – von 73 auf 56 kt N-eq im Jahr 2023.

Dass der gesamte Eutrophierungs-Fussabdruck insgesamt nicht sinkt ist – wie auch bei anderen Umweltindikatoren – hauptsächlich auf steigende Emissionen durch

Importe zurückzuführen. Entsprechend liegt der gesamte Eutrophierungs-Fussabdruck deutlich über den inländischen Emissionen (territoriale Perspektive), nämlich etwa 2,2-mal höher. Zum Vergleich: Im Jahr 2000 betrug dieses Verhältnis noch 1,7.

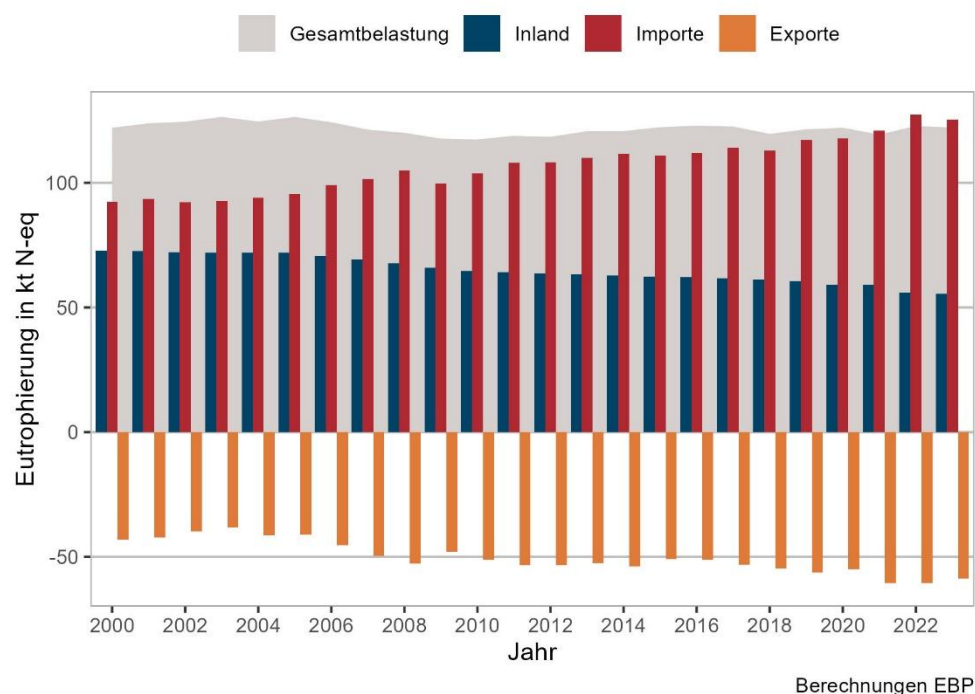


Abbildung 27 Entwicklung des Eutrophierungs-Fussabdrucks, der inländischen sowie der import- und exportbedingten Stickstoffemissionen, 2000 - 2023

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

Eutrophierungs-Fussabdruck pro Person

Zwischen 2000 und 2023 sinkt der Eutrophierungs-Fussabdruck pro Person von 16.9 auf 13.6 kg N-eq – ein Rückgang um rund 20 % (Abbildung 28). Im gleichen Zeitraum verringern sich die inländischen Stickstoffemissionen sogar um 43 %, nämlich von 7.9 auf 4.5 kg N-eq pro Person.

Die Abbildung zeigt auch, wie sich die in- und ausländischen Anteile am gesamten Eutrophierungs-Fussabdruck entwickeln. Während der inländische Beitrag zwischen 2000 und 2023 um 30 % abnimmt, steigt der ausländische Beitrag im gleichen Zeitraum um 26 % an. Dadurch erhöht sich der Auslandsanteil am gesamten Fussabdruck deutlich – von 53 % im Jahr 2000 auf 67 % im Jahr 2023.

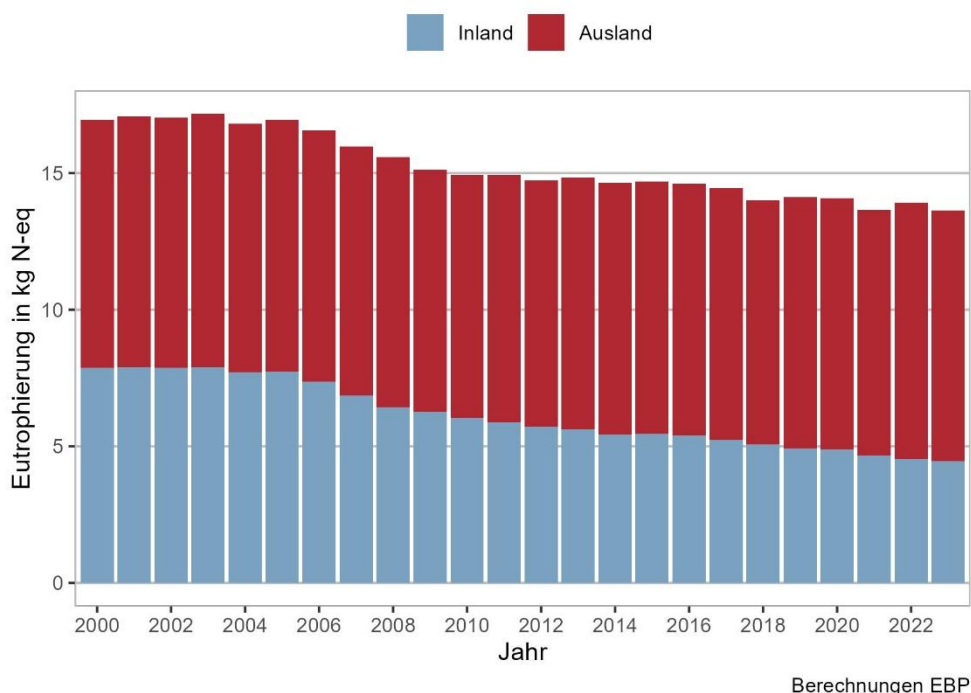


Abbildung 28 Entwicklung des Eutrophierungs-Fussabdrucks pro Person nach Emissionen im Inland und im Ausland, 2000 – 2023

Der Eutrophierungs-Fussabdruck wird in grossem Masse durch die Ernährung dominiert. Konkret entfallen rund drei Viertel des Fussabdrucks auf die Ernährung wobei Nahrungsmittel rund 47 % und die Gastronomie rund 21 % ausmachen (siehe Abbildung 29). Die übrigen Nachfragebereiche sind deutlich weniger relevant.

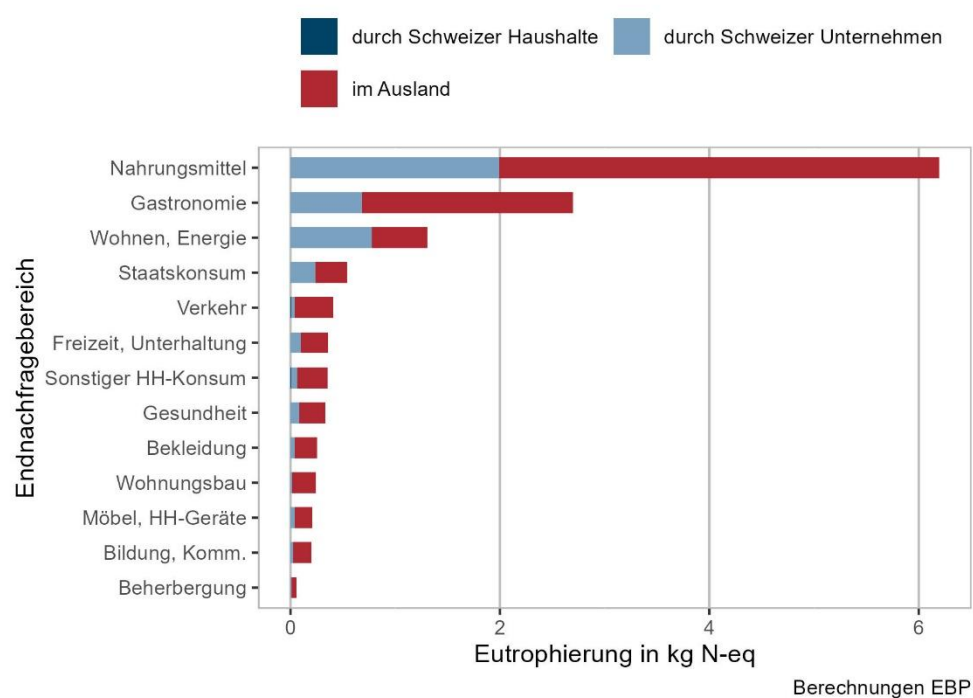


Abbildung 29 Eutrophierungs-Fussabdruck pro Person nach Endnachfragebereichen, 2023

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

3.5 Wasserstress-Fussabdruck

Der nach der AWARE-Methode (Boulay et al. 2017) berechnete Wasserstress-Fussabdruck der Schweiz bezieht nationale Unterschiede in der Wasserverfügbarkeit mit ein. Im Beobachtungszeitraum erhöht sich dieser Fussabdruck um 17 %, von 31 auf 36 Milliarden Kubikmeter Wasseräquivalent (Abbildung 30). Der Anstieg ist in erster Linie auf den durch Importe verursachten Wasserstress zurückzuführen, während der inländische Beitrag kaum ins Gewicht fällt. Dies liegt daran, dass die Berechnung die jeweilige Wasserknappheit in den Herkunftsländern berücksichtigt und die Schweiz selbst nur einen kleinen Teil ihrer eigenen Wasserressourcen beansprucht. Besonders stark zum importbedingten Wasserstress tragen landwirtschaftliche Erzeugnisse wie Baumwolle, Obst und Gemüse (etwa Mandeln, Tomatenpüree oder Orangen), Getreide und Wein bei. Auch Stromimporte aus fossil- oder nuklearthermischen Kraftwerken mit Turmkühlung leisten einen spürbaren Beitrag zum gesamten Wasserstress-Fussabdruck der Schweiz.

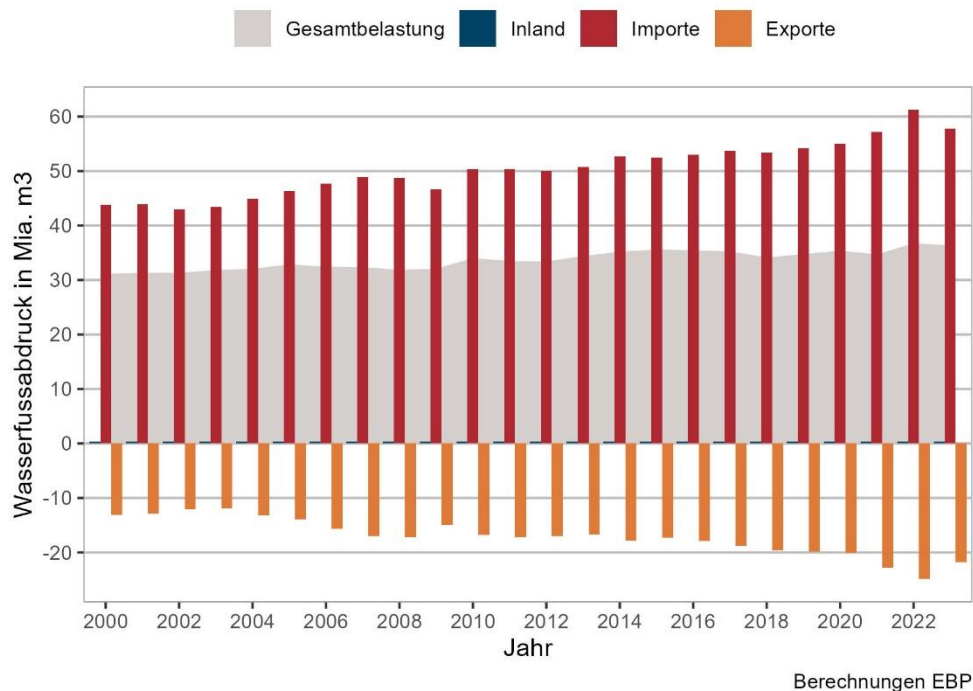


Abbildung 30 Entwicklung des Wasserstress-Fussabdrucks nach Wasserverbrauch im Inland und im Ausland, 2000 - 2023

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

Wasserstress-Fussabdruck pro Person

Abbildung 31 zeigt, dass der Wasserstress-Fussabdruck schwankend ist, jedoch in der Tendenz seit 2000 leicht abgenommen hat, konkret um 6 % seit 2000 von rund 4300 m³ auf 4050 m³. Seit 2018 zeigt sich eine Stagnierung resp. in einzelnen Jahren eine leichte Zunahme des Fussabdrucks, was mit einem vermehrten Import wasserintensiver Produkte wie Nahrungsmittel und Textilien zu tun hat. Im Jahr 2023 ist der Fussabdruck im Vergleich zum Vorjahr wieder gesunken. Die jährlichen Veränderungen sind jedoch sehr gering und sollten aufgrund der Unsicherheiten mit Vorsicht als Zu- oder Abnahme interpretiert werden. Der inländische Anteil ist praktisch unbedeutend.

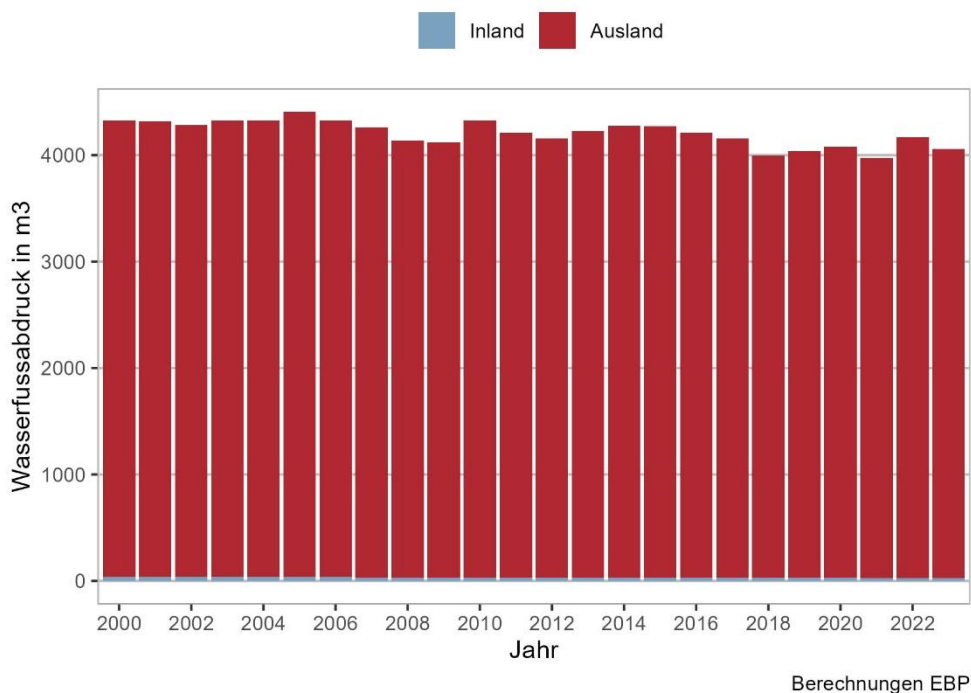


Abbildung 31 Entwicklung des Wasserstress-Fussabdrucks pro Person nach Wasserstress im Inland und im Ausland, 2000 – 2023

Betrachtet man wie sich der Wasserstress-Fussabdruck auf die Endnachfragebereiche verteilt (Abbildung 32), so entfällt über die Hälfte auf den Konsum im Zusammenhang mit der Ernährung, wobei Nahrungsmittel rund 36 % und die Gastronomie rund 17 % ausmachen. Relevant sind ebenfalls die Bekleidung (13 %), Wohnen und Energie mit Wohnungsbau (8 %) sowie Möbel, Haushaltsgeräte und sonstiger Haushaltskonsum.

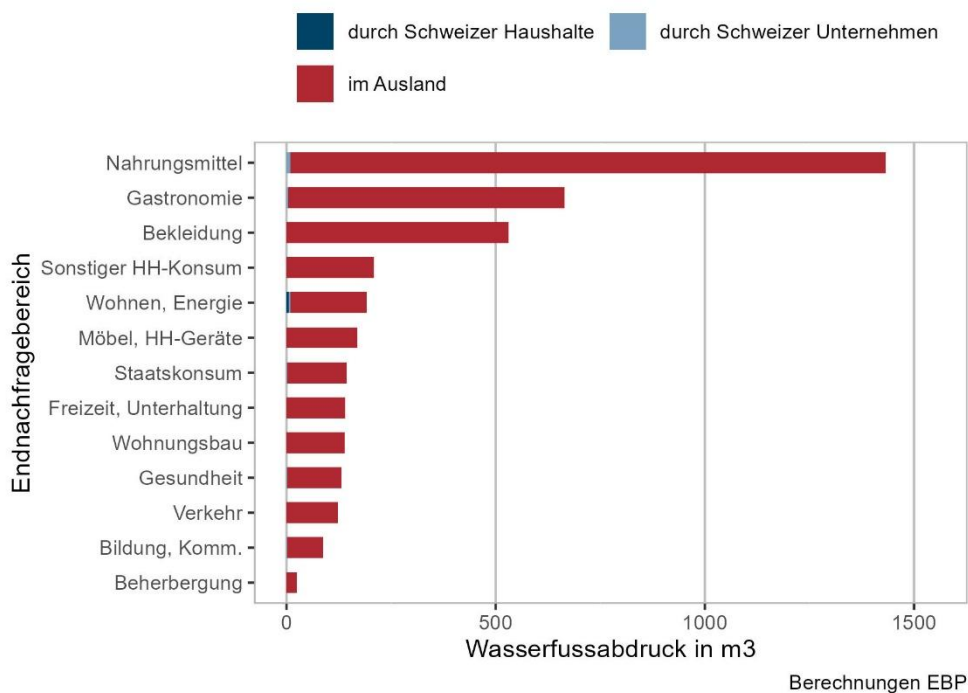


Abbildung 32 Wasserstress-Fussabdruck pro Person nach Endnachfragebereichen, 2023

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

3.6 Treibhausgas-Fussabdruck (Sensitivitätsrechnung)

Der offizielle Treibhausgas-Fussabdruck der Schweiz wird vom BFS berechnet. In der vorliegenden Studie berechnen wir diesen im Sinne einer Sensitivitätsrechnung mit der IO-TRAIL-Methode. Der Vergleich mit dem offiziellen Treibhausgas-Fussabdruck des BFS erfolgt im Kapitel 3.8.3.

Treibhausgas-Fussabdruck

Abbildung 33 illustriert, wie sich die inländischen, import- und exportbedingten Treibhausgasemissionen sowie der Treibhausgas-Fussabdrucks der Schweiz über die Zeit entwickeln. Die inländischen Treibhausgasemissionen sinken dabei von 2000 bis 2023 um rund 15 % von 69 Millionen auf 58 Millionen Tonnen CO₂-eq. Entscheidend für diese Entwicklung ist insbesondere der Effekt der COVID-19-Pandemie: So sinken die Emissionen bis 2019 im Vergleich zu 2000 um 4 %, erreichen jedoch im Corona-Jahr 2020 mit rund 49 Millionen Tonnen CO₂-eq das tiefste Ni-

veau über die ganze Zeitreihe. In den darauffolgenden Jahren ist eine erneute Zunahme sichtbar, wobei 2023 die Emissionen noch rund 12 % unter dem Niveau von 2019 liegen.

Im Unterschied zum Treibhausgasinventar der Schweiz (BAFU 2025) werden die CO₂-Emissionen der Schweizer Luftverkehrsunternehmen in der vorliegenden Studie vollständig einbezogen.³⁰ Wie bereits in der Vorgängerstudie fliessen sie mit einem Faktor 3 ein, um die höhere Klimawirkung der Emissionen³¹ abzubilden. Bei dieser Bewertung folgen wir einer Empfehlung der Schweizerischen Akademie für Naturwissenschaften (vgl. auch die Erläuterung in Kapitel 2.1.1). Wie in Kapitel 4.1.2 aufgezeigt, sind Emissionen aus dem Flugverkehr mit einem Anteil von 10 % am gesamten Treibhausgas-Fussabdruck hochrelevant und haben einen nicht zu vernachlässigenden Effekt auf die inländischen Emissionen.

Im Jahr 2023 weist die Schweiz einen Treibhausgas-Fussabdruck von rund 114 Millionen Tonnen CO₂-eq auf, rund zwei Mal höher als die inländischen Emissionen. Seit 2000 und über den gesamten Betrachtungszeitraum er ist insgesamt leicht gesunken (4 %), wobei seit dem Corona-Jahr wieder eine Zunahme sichtbar ist, welcher auf einen nach-Corona Normalisierungseffekt zurückzuführen sein dürfte.

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

31 verglichen mit CO₂ allein

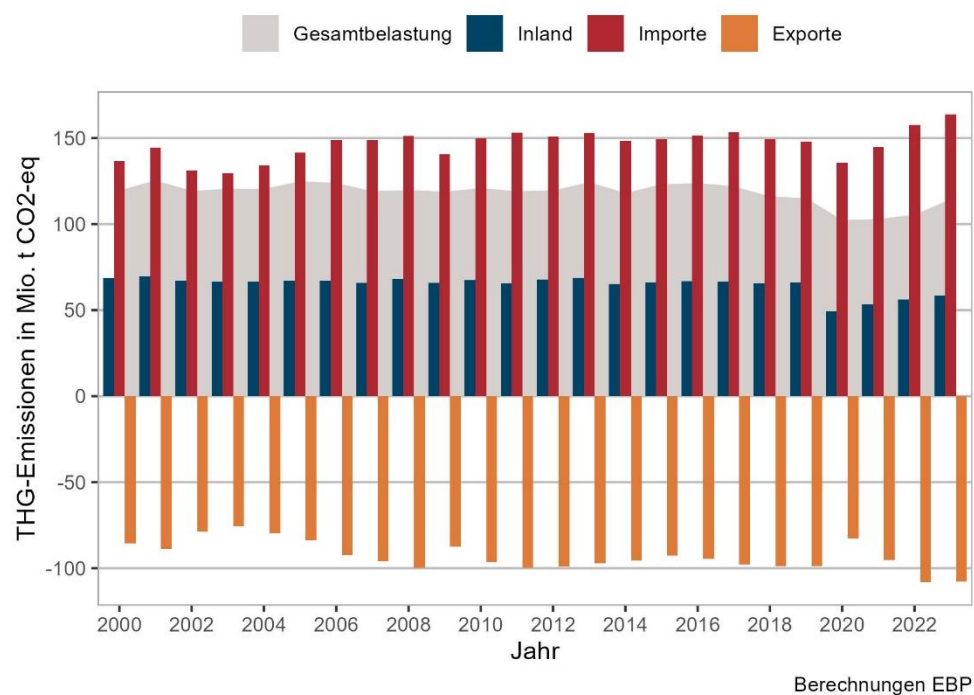


Abbildung 33 Entwicklung des Treibhausgas-Fussabdrucks, der inländischen Treibhausgasemissionen sowie der import- und exportbedingten Treibhausgasemissionen, 2000 - 2023

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

Treibhausgas-Fussabdruck pro Person

Betrachtet man die Entwicklung des Treibhausgas-Fussabdrucks relativ zur Bevölkerung (Abbildung 34), so geht er stärker zurück als der absolute Fussabdruck, konkret um 23% von 16.6 auf 12.8 Tonnen CO₂-eq pro Person. Auch hier sind die Effekte in den Jahren der COVID-19-Pandemie gut sichtbar, mit einem Einbruch der Emissionen in den Jahren 2020 und 2021 und einem anschliessenden leichten Wiederanstieg in den Folgejahren.

Der Treibhausgas-Fussabdruck im Inland sinkt dabei mit rund -37 % stärker als derjenige im Ausland mit rund -15 %. Der Anteil der ausländischen Emissionen am Fussabdruck steigt dementsprechend an, von rund 63 % im Jahr 2000 auf 69 % im Jahr 2023.

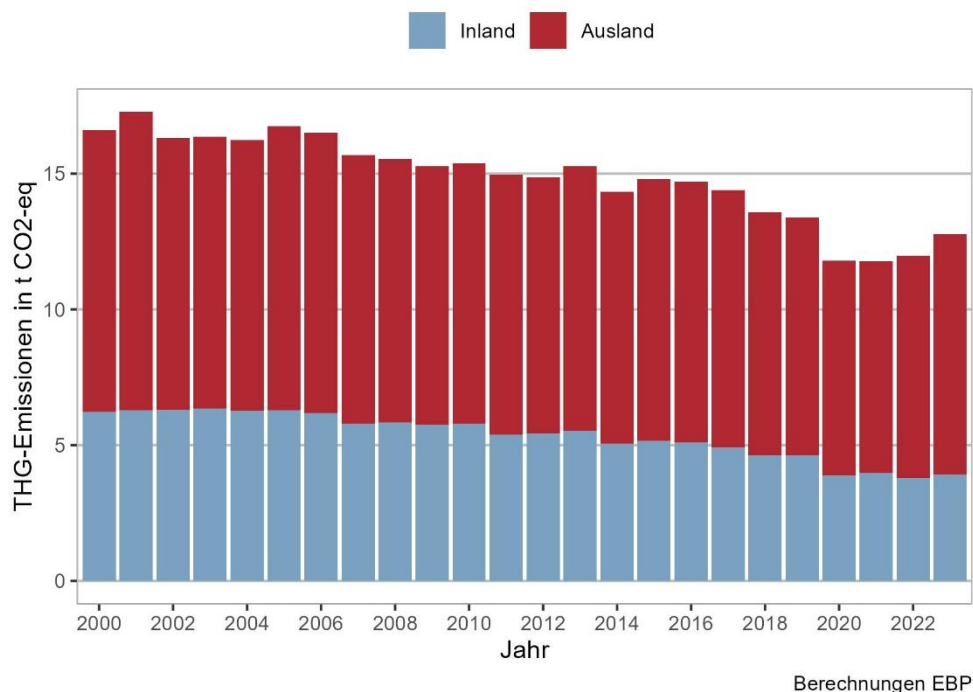


Abbildung 34 Entwicklung des Treibhausgas-Fussabdrucks pro Person nach Emissionen im Inland und im Ausland, 2000 – 2023

Bemerkung: Im Unterschied zu Abbildung 33 zeigt diese Abbildung den inländischen Anteil am Fussabdruck, nicht die gesamten inländischen Emissionen.

In Abbildung 35 ist der Beitrag der Endnachfragebereiche zum Treibhausgas-Fussabdruck zu sehen. Im Unterschied zur Bewertung mit UBP entfällt der höchste Teil der Treibhausgasemissionen auf den Endnachfragebereich Verkehr mit einem Anteil von 20 %. Danach folgt der Bereich «Wohnen, Energie» mit rund 16% auf, was zusammen mit den Bereichen «Wohnungsbau» (7 %) und «Möbel und Haushaltsgeräte» (3 %) die hohe Relevanz der Nachfrage im Zusammenhang mit Wohnen unterstreicht. Bedeutende Beiträge liefert auch hier der Konsum im Zusammenhang mit der Ernährung, wobei «Nahrungsmittel» rund 14 % und die Gastronomie rund 7 % ausmachen.

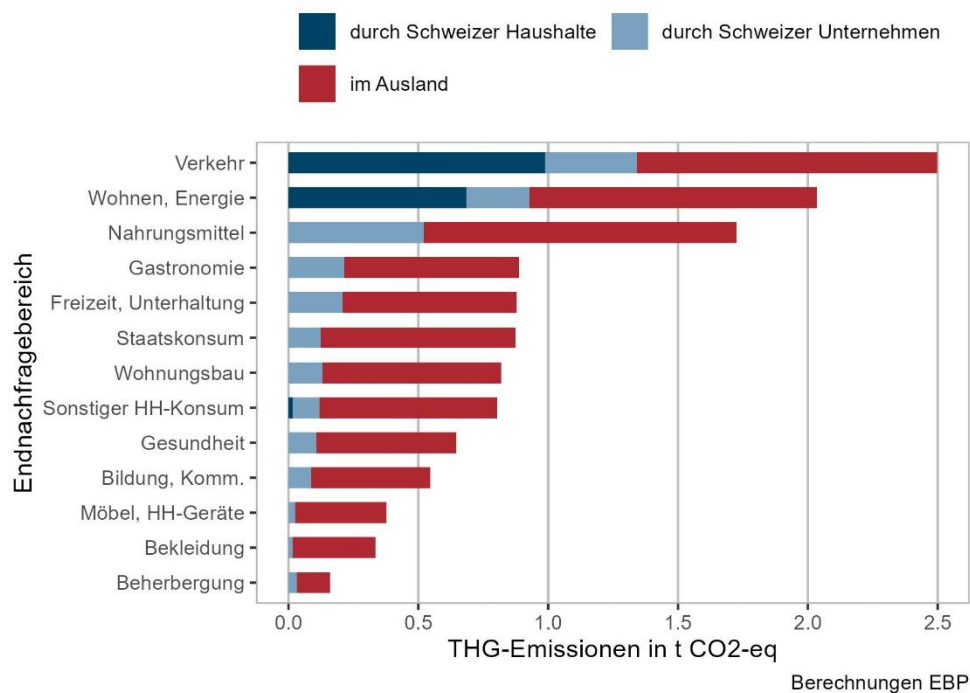


Abbildung 35 Treibhausgas-Fussabdruck pro Person nach Endnachfragebereichen, 2023

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

3.7 Vergleich mit der Wirtschaftsentwicklung

Das Wirtschaftswachstum beeinflusst Umweltbelastungen über Veränderungen in Produktionsvolumen, Konsumstruktur und technologischer Effizienz und kann sich sowohl in absoluten als auch in Pro-Kopf-Indikatoren niederschlagen. Das Bevölkerungswachstum wirkt demgegenüber ausschliesslich auf die absolute Umweltbelastung, da sein Einfluss in Pro-Kopf-Betrachtungen per Definition herausgerechnet ist. Veränderungen in Pro-Kopf-Fussabdrücken sind primär Ausdruck wirtschaftlicher, technologischer und verhaltensbezogener Veränderungen pro Person. Vor diesem Hintergrund werden die Einflüsse von Wirtschaft und Bevölkerung im Zeitverlauf anhand zweier komplementärer Indikatoren analysiert.

- **Umwelt-Fussabdruck pro Einwohner/in:** Der Indikator ergibt sich dadurch, dass der Umwelt-Fussabdruck durch die Gesamtbevölkerung geteilt wird. Damit wird untersucht, wie sich die Umweltbelastung in der Schweiz unter Berücksichtigung des Bevölkerungswachstums verändert hat. Im Fokus steht damit, ob sich die Belastungsintensität pro Kopf im Zeitverlauf verändert hat – also ob trotz

wachsender Bevölkerung eine Stabilisierung oder Abnahme der Pro-Kopf-Bebelastung zu beobachten ist (Hinweis auf eine Entkopplung der Belastungsintensität von der Bevölkerungsentwicklung). Der Indikator wird für alle im Rahmen dieser Studie behandelten Fussabdrücke berechnet und in den Kapiteln 3.2 bis 3.6 interpretiert.

- **Nachfragebezogene Umwelteffizienz:** Der Indikator für die Umwelteffizienz ergibt sich durch die Division der inländischen Endnachfrage durch den Umwelt-Fussabdruck. Sie zeigt, wie viel Umweltbelastung entsteht, um den Bedarf der Bevölkerung an Gütern und Dienstleistungen zu decken – also wie umweltverträglich unser Konsum relativ zum Wert der nachgefragten Güter und Dienstleistungen ist.

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 Bruttoinvestitionen 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 und Biodiversitäts-Fussabdruck. Ersterer bietet eine Gesamtsicht, während der Treibhausgas- und der Biodiversitäts-Fussabdruck im Konzept der *planetary boundaries* mit den *core boundaries* Klimawandel und Integrität der Biosphäre korrespondieren (vgl. z.B. [Richardson et al. 2023](#)). Aus diesen Gründen liegt der analytische Fokus auf diesen drei Indikatoren. Für die Analyse wird der von uns berechnete Treibhausgas-Fussabdruck auf Basis der IO-Trial-Methode verwendet. Auf den offiziellen Treibhausgas-Fussabdruck des BFS, der auf einer anderen Methodik beruht, wird hier bewusst verzichtet, um die methodische Konsistenz zwischen den betrachteten Indikatoren sicherzustellen.

Abbildung 36 zeigt die indexierte Entwicklung der Bevölkerung sowie ausgewählter wirtschaftlichen Kennzahlen seit dem Jahr 2000. Zwischen 2000 und 2023 nimmt die Bevölkerung um 24 % zu, die inländische Endnachfrage steigt um 36 % und das BIP um 51 %. Im Verlauf dieser Zeit vergrössert sich der Abstand zwischen der Entwicklung des BIP und jener der inländischen Endnachfrage zunehmend. Diese Differenz entspricht dem Wert der Nettoexporte, also den Exporten abzüglich der Importe. Da die Exporte in den letzten Jahren stärker zunehmen als die Importe, wächst das BIP schneller als die inländische Endnachfrage. Ebenfalls ersichtlich ist, dass das BIP während der COVID-19-Pandemie kurz etwas abnimmt aber sich schnell erholt, während die inländische Endnachfrage nur einen leichten Dämpfer während dieser Zeit aufzeigt.

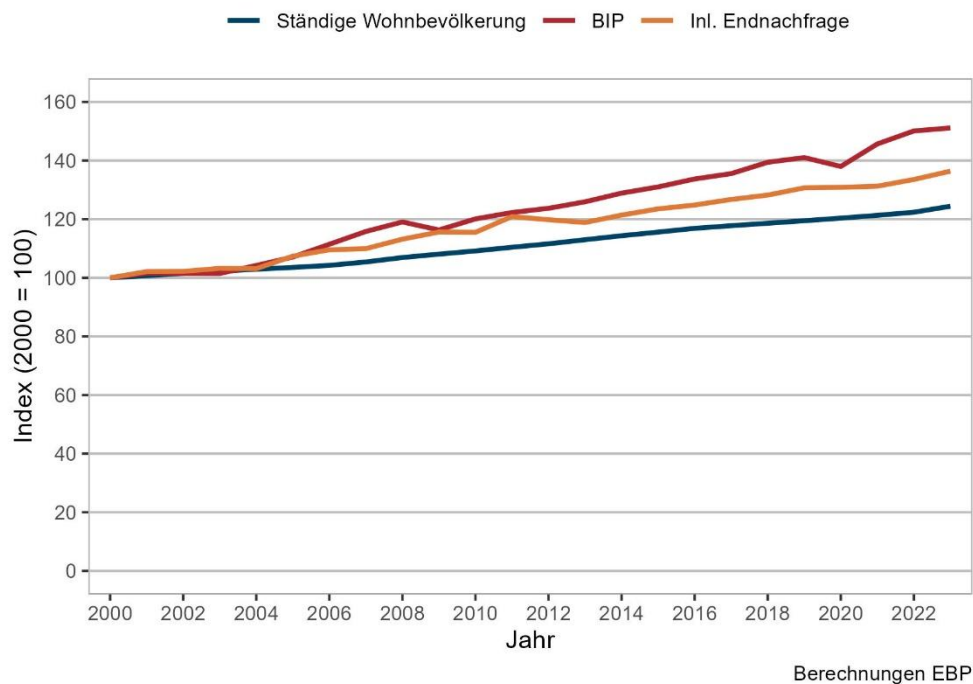


Abbildung 36 Entwicklung der Bevölkerungszahl, des BIP und der inländischen Endnachfrage der Schweiz zwischen 2000 und 2023

Betrachtet man die indexierte Entwicklung der drei Fussabdrücke pro Person, so zeigt sich, dass sich der Gesamtumwelt- und der Treibhausgas-Fussabdruck deutlich von der Bevölkerungsentwicklung entkoppelt haben (Abbildung 37) – sprich trotz des starken Wachstums der Bevölkerung ist der Fussabdruck pro Person gesunken. Konkret beträgt die Abnahme beim Gesamtumwelt-Fussabdruck 21 %, beim Treibhausgas-Fussabdruck 23 % pro Person. Der Biodiversitäts-Fussabdruck pro Person hat sich vom Bevölkerungswachstum relativ entkoppelt, da die Zunahme von 3 % deutlich unter dem Bevölkerungswachstum in derselben Periode liegt. Der Treibhausgas-Fussabdruck und die Gesamtumweltbelastung zeigen einen «Corona-Knick» auf, welcher bei ersterem etwas ausgeprägter ist. Der Biodiversitäts-Fussabdruck wurde kaum ersichtlich durch die COVID-9-Pandemie beeinflusst.

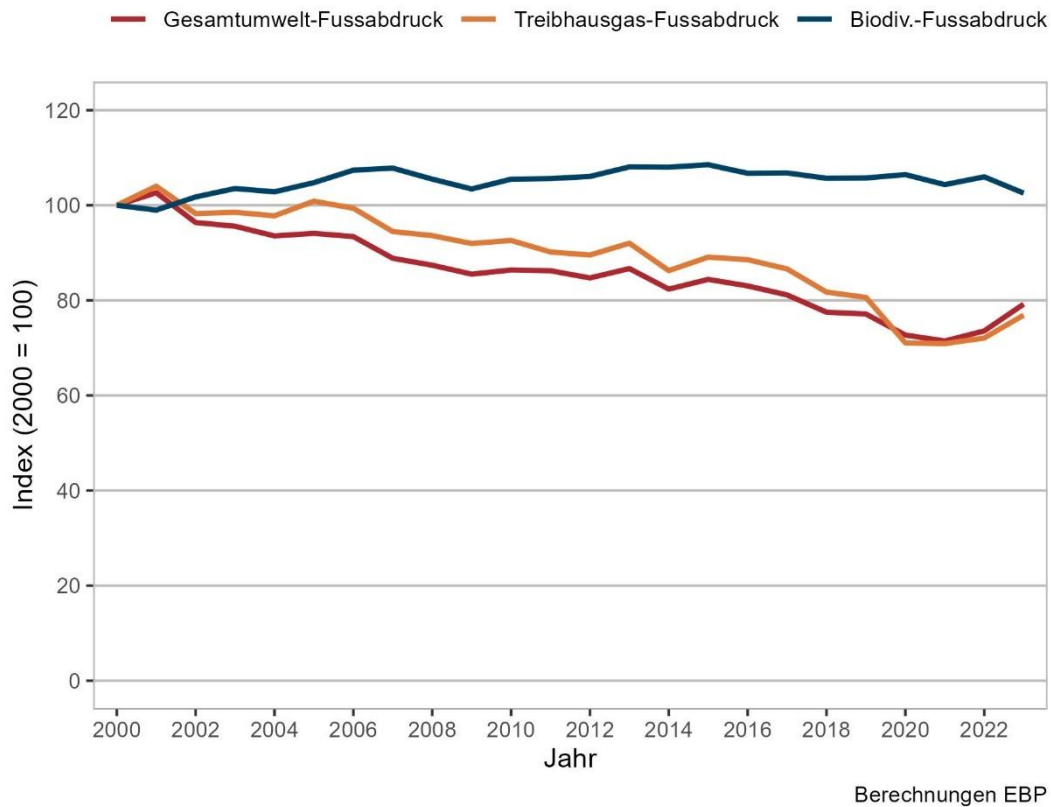


Abbildung 37 Entwicklung des Gesamtumwelt-Fussabdrucks sowie des Treibhausgas- und des Biodiversitäts-Fussabdrucks der Schweiz pro Person zwischen 2000 und 2023

Die Analyse der indexierten Entwicklung der Umwelteffizienz der Indikatoren zeigt, dass die Umwelteffizienz der Gesamtumweltbelastung (UBP) zwischen 2000 und 2023 stark angestiegen ist (+38 %, Abbildung 38). Ebenfalls deutlich angestiegen ist die Treibhausgas-Effizienz (+43 %). Hierbei fällt jedoch der ausgeprägte Anstieg mit anschliessender Abflachung in den Jahren der COVID-19-Pandemie auf. Die Effizienz des Biodiversitäts-Fussabdruckes hat sich seit 2000 kaum verändert.

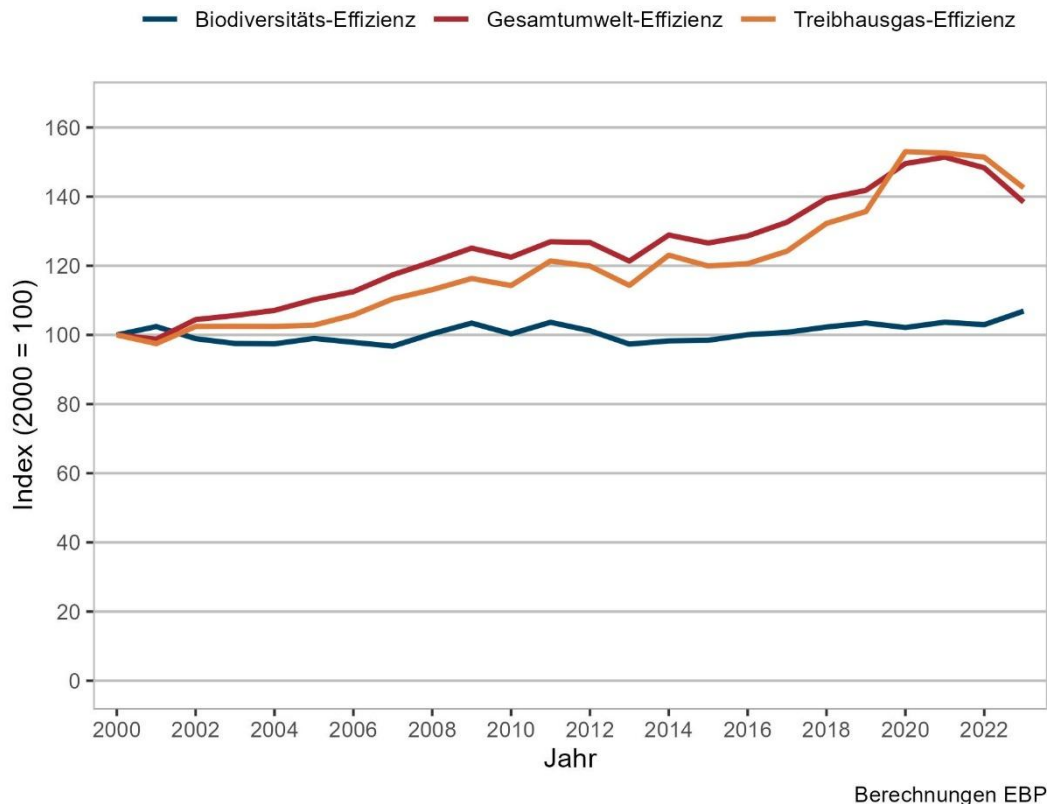


Abbildung 38 Entwicklung der nachfragebezogenen Umwelteffizienz der Headline-Indikatoren zwischen 2000 und 2023

3.8 Plausibilisierung der Ergebnisse

Zur Plausibilisierung der Ergebnisse erfolgt nachfolgend ein Vergleich der Entwicklungen der verschiedenen Fussabdrücke, gefolgt vom Vergleich der Ergebnisse mit der Vorgängerstudie sowie weiteren Umwelt-Fussabdrücken basierend auf anderen Berechnungsmethoden und Datengrundlagen. Wir konzentrieren uns dabei auf den Vergleich unseres berechneten Treibhausgas-Fussabdruckes mit dem vom BFS publizierten Treibhausgas-Fussabdruck der Schweiz, wobei unserer Treibhausgas-Fussabdruck als Sensitivitätsanalyse zu verstehen ist. Zusätzlich vergleichen wir qualitativ unsere Ergebnisse der Gesamtumweltbelastung mit dem Consumption Footprint der EUA für die Schweiz.

3.8.1 Vergleich der Entwicklungen zwischen den verschiedenen Fussabdrücken

Der Vergleich der Gesamtumweltbelastung und des Treibhausgas-Fussabdrucks über die Zeit zeigt einen ähnlichen, gering abnehmenden bis stagnierenden Trend über den Betrachtungszeitraum 2000 – 2023, während sich pro Person eine klare

Abnahme zeigt. Dies ist zu erwarten, da die Treibhausgasemissionen mit einem hohen Gewicht in die Methode der ökologischen Knappheit einfließen.

Die thematischen Fussabdrücke Biodiversität und Wasser zeigen andere Trends. Beide Indikatoren werden stark durch Nahrungsmittel und teils durch Textilien dominiert und weisen in absoluten Zahlen einen über die Zeit zunehmenden Trend für die Gesamtschweiz auf. Die Zunahme lässt sich hauptsächlich durch die Zunahme der Importe von Produkten mit hoher Intensität (insb. Lebensmittel, Baumwolle) erklären. Der Trend pro Person ist je nach Indikator zunehmend (Biodiversität) oder nahe bei null (Wasserknappheit). Der Eutrophierungs-Fussabdruck wird ebenfalls stark durch die Ernährung dominiert, jedoch sind hier etwas andere Lebensmittel dominierend im Vergleich zu Wasserknappheit und Biodiversität. Der Eutrophierungs-Fussabdruck zeigt über die Zeit ähnliche Trends auf wie die Gesamtumweltbelastung und Treibhausgasemissionen (auf ähnlichem Niveau verbleibend für die Gesamtschweiz, pro Person abnehmend).

Obwohl Lebensmittel und Textilien auch für die Gesamtumweltbelastung und Treibhausgasemissionen durchaus relevant sind, sind weitere, insbesondere energiebezogene Faktoren ebenfalls entscheidend und prägen den zeitlichen Verlauf der Gesamtumweltbelastung und der Treibhausgasemissionen.

Die Auswertungen zeigen, dass sich die Effekte durch die COVID-19-Pandemie besonders auf den Treibhausgas-Fussabdruck auswirkten und etwas weniger auf die Gesamtumweltbelastung, während die anderen Fussabdrücke kaum betroffen waren. Dies ist plausibel, da die Pandemie vor allem auf den Verkehr (v.a. Flug, vgl. auch Kapitel 4.1) und Energie Auswirkungen hatte, und diese wirken sich direkter beim Total des Treibhausgas-Fussabdruck und etwas weniger bei der Gesamtumweltbelastung aus. Des Weiteren führte die Pandemie zu einer Verlagerung der Nachfrage von der Gastronomie zu Nahrungsmitteln und wirkte sich somit auf Verschiebungen zwischen den Konsumbereichen, aber weniger auf das Total der Fussabdrücke, aus.

Vor diesem Hintergrund erscheinen die beobachteten Trendverläufe zwischen den Indikatoren plausibel.

3.8.2 Vergleich mit der Vorgängerstudie

Im Folgenden dokumentieren wir die Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen den Ergebnissen der vorliegenden Studie und der Vorgängerstudie von Nathani et al. (2022). In beiden Studien wird grundsätzlich die gleiche Methodik verwendet. Jedoch wurde die vorliegende Studie gegenüber der Vorgängerstudie sowohl in Bezug auf Daten als auch auf Methodik weiterentwickelt (siehe Kapitel 2.1). Dies beeinflusst die Resultate der Fussabdrücke und wirkt sich nicht nur auf die neu hinzugefügten Jahre, sondern auf die gesamte Zeitreihe aus. Diese Anpassung der gesamten Zeitreihe ist notwendig, damit die Werte über den Betrachtungszeitraum hinweg vergleichbar bleiben.

Die Unterschiede zwischen den beiden Studien sind hauptsächlich auf die Aktualisierung und Verbesserung der Hintergrunddaten zur Modellierung der Güterimporte, wie auch in der Disaggregation des Energie- und Transportsektors sowie zusätzlichen Umbuchungen im Bereich der Ernährung zurückzuführen. Die grösstenteils aktualisierten Daten auf BAFU:2025 haben einen Einfluss insbesondere auf die Höhe der Gesamtumweltbelastung und Treibhausgasemissionen und zeigen somit die ausgelösten Umweltbelastungen angemessener auf. Die in dieser Studie neu implementierte Zeitabhängigkeit für die Herstellung der importierten Güter auf der SITC-3 Steller-Ebene hat einen geringeren Einfluss auf die Höhe der Fussabdrücke. Jedoch können wir nun für die Interpretation gewährleisten, dass die Veränderung in den Elektrizitätsmischen für wichtige Produktionsländer weltweit mitberücksichtigt wurde und somit die Energiewende der letzten 15 Jahren zu einem Grossteil in den Daten abgebildet wird. Dies ist insbesondere relevant in Anbetracht des grossen Auslandanteils bei den meisten Fussabdrücken. Auch die anderen Neuerungen (Disaggregationen, zusätzliche Umbuchungen) wirken sich auf die Höhe der Fussabdrücke aus. Der jeweilige Beitrag ist jedoch nur mit grossem Aufwand abzuschätzen. Bei den Treibhausgasemissionen ist zusätzlich zu erwähnen, dass in dieser Studie mit der Methode IPCC (2021) gerechnet wurde, während die Vorgängerstudie die Treibhausgaspotenziale gemäss IPCC (2007) verwendete. Dies dürfte bei den Treibhausgasemissionen einen substantiellen Anteil der Unterschiede zur Vorgängerstudie erklären.

In den folgenden Abbildungen sowie den Abbildungen im Anhang A6 zeigen wir jeweils die Ergebnisse der beiden Studien für die inländischen Umweltbelastungen, die import- und exportbedingten Umweltbelastungen sowie die Umweltfussabdrücke. Wir berücksichtigen die Jahre 2000 bis 2018, da dieser Zeitraum in beiden Studien modelliert wurde. Die Vergleiche werden für die Gesamtumweltbelastung, Treibhausgas-Fussabdruck, Biodiversitäts-Fussabdruck, Wasserknappheits-Fussabdruck, und Eutrophierungs-Fussabdruck vorgenommen.

Gesamtumweltbelastung

Aus dem Vergleich der Ergebnisse beider Studien in Abbildung 52 im Anhang A6 zeigen sich folgende Erkenntnisse:

- die inländische Umweltbelastung ist in der vorliegenden Studie nahezu identisch mit den Werten in der Vorgängerstudie. Dies liegt daran, dass bei den totalen Emissionen nur wenig verändert wurde.
- die importbedingte Umweltbelastung ist in der vorliegenden Studie höher als in der Vorgängerstudie, nimmt aber einen ähnlichen Verlauf. Die weitere Analyse zeigt, dass die Unterschiede v.a. aus den Güterimporten stammen. Diese Unterschiede liegen an der aktualisierten Hintergrunddatenbank BAFU:2025, da wichtige Gütergruppen neu höhere Umweltintensitäten aufweisen (insb. elektrische Apparate, Erdölzeugnisse, Erdgas, Eisen und Stahl, Nichteisenmetalle, Strassenfahrzeuge).

- die exportbedingte Umweltbelastung liegt höher als in der Vorgängerstudie. Grund dafür ist hauptsächlich die höhere Umweltbelastung durch vorausgegangenen Importe wie auch durch die Disaggregation.

Sowohl die Disaggregation der Energie- und Transportsektoren wie auch die Umbuchungen im Bereich der Ernährung beeinflusst die Ergebnisse im Vergleich zur Vorgängerstudie. Insgesamt fällt der Gesamtumwelt-Fussabdruck etwas höher aus als in der Vorgängerstudie. Der Trend über die Zeit ist jedoch ähnlich.

Weitere Fussabdrücke

Abbildung 53 im A6 zeigt, dass beim Treibhausgas-Fussabdruck die höheren Treibhausgasemissionen der importierten Güter durch die neue Ökobilanzhintergrunddatenbank und neue Bewertungsmethode (IPCC 2021 anstatt 2007) eine wichtige Rolle spielen. Relevant sind auch hier insb. Erdölzeugnisse, Strom, Eisen und Stahl, elektrische Apparate, Nichteisenmetalle sowie Strassenfahrzeuge. Auch der Effekt durch die Disaggregation der Energie und Transportsektoren und Umbuchungen im Bereich der Ernährung tragen zu den Unterschieden im Vergleich der Vorgängerstudie bei. Alle diese Faktoren wirken sich auf die importierten und somit auf den gesamten, konsumbedingten Treibhausgasfussabdruck aus.

Bei den anderen Fussabdrücken (Abbildung 54, Abbildung 55 und Abbildung 56 im A6) sind die Ergebnisse in dieser Studie ähnlich wie in der Vorgängerstudie. Dies liegt hauptsächlich daran, dass diese Fussabdrücke durch Gütergruppen dominiert werden, bei denen sich in den Ökobilanzdaten weniger verändert hat im Vergleich zur Vorstudie. Eine Ausnahme bilden beim Wasserknappheits-Fussabdruck die erhöhte Intensität für Möbel und niedrigere Intensität für organische Chemikalien. In vielen weiteren, weniger relevanten Produktgruppen fallen die Wasserintensitäten neu tiefer aus, möglicherweise da die Inventare weniger regionalisiert vorliegen. Die Umbuchungen im Bereich der Ernährung und die Disaggregation der Energie- und Transportsektoren dürften ebenfalls die übrigen Fussabdrücke leicht beeinflussen. Die inländischen Umweltauswirkungen beim Eutrophierungs-Fussabdruck haben sich leicht verändert aufgrund der verbesserten Extrapolationsmethode für die inländischen Emissionen.

Unterschiede nach Endnachfragebereichen

Abbildung 39 und Abbildung 40 vergleichen die Aufteilung des Gesamtumwelt-Fussabdrucks pro Person nach Endnachfragebereichen für das Jahr 2018. Unterschiede sind auf die Weiterentwicklungen der Methodik und der genaueren Zuteilung zurückzuführen, welche eine realistischere Schätzung der durch die Endnachfragebereiche ausgelösten Umweltbelastungen erlaubt.

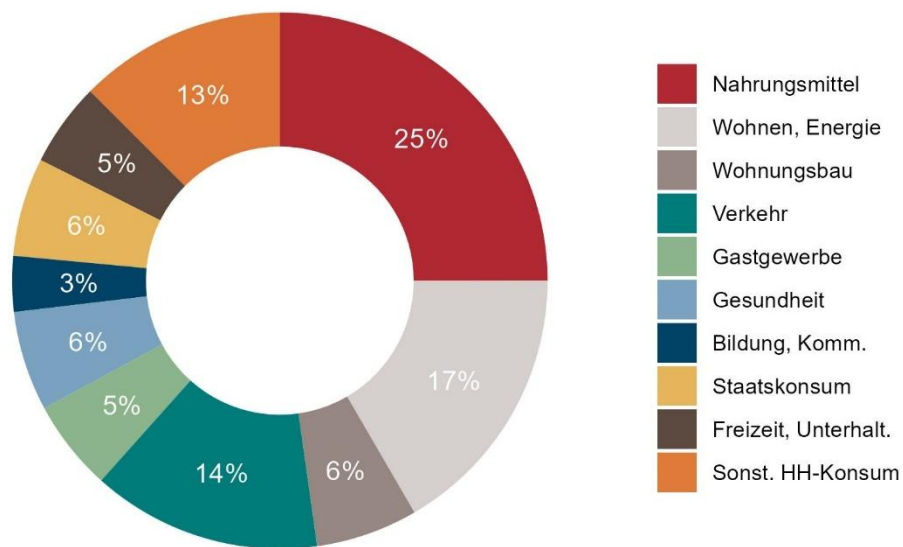
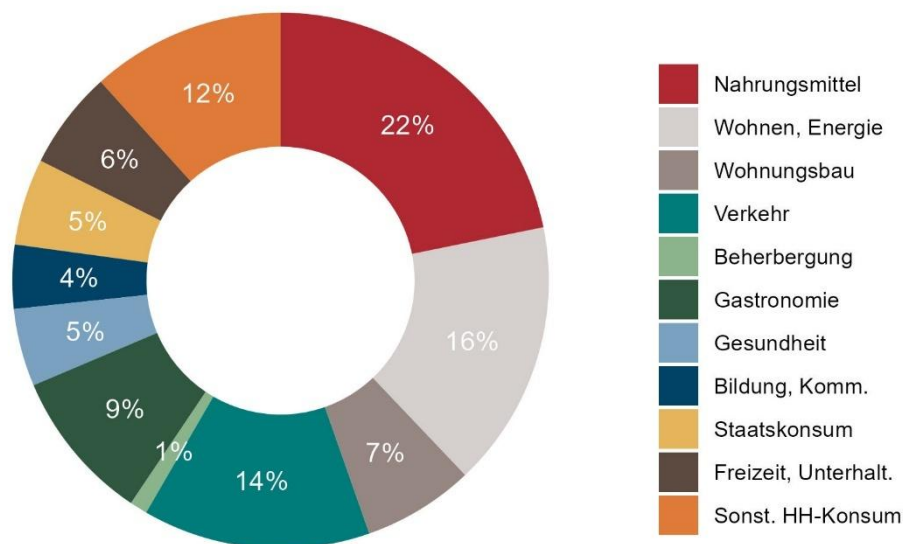


Abbildung 39 Anteile der Endnachfragebereiche am Gesamtumwelt-Fussabdruck Schweiz, 2018 gemäss Vorgängerstudie



Berechnungen EBP

Abbildung 40 Anteile der Endnachfragebereiche am Gesamtumwelt-Fussabdruck Schweiz, 2018 gemäss dieser Studie

Auffällig sind die Veränderungen im Bereich der Ernährung. In der Vorgängerstudie umfasste der Endnachfragebereich Gastgewerbe die Gastronomie und die Beherbergung, nicht aber die sonstige Ausserhaus-Verpflegung. Neu wird der Endnachfragebereich Gastgewerbe in die Endnachfragebereiche Beherbergung und Gastronomie aufgeteilt. Zusätzlich enthält der Bereich Gastronomie neben den Restau-

rants neu auch Betriebs-, Spital- und Schulkantinen. Der Anteil des Endnachfragebereiches Nahrungsmittel fällt neu etwas geringer aus, da die anderen Endnachfragebereiche in der neuen Modellierung eine höhere Belastung verursachen und diejenige des Bereichs Nahrungsmittel quasi gleichgeblieben ist. Der Bereich hat daher nur relativ zu den anderen abgenommen. Mit diesen Verbesserungen kann der Fussabdruck der Ernährung präziser ausgewiesen werden (31%).

3.8.3 Vergleich mit anderen Statistiken und Studien

BFS: Treibhausgas-Fussabdruck

Das BFS berechnet in der Regel jährlich den Treibhausgasfussabdruck der Schweiz. Seit Dezember 2025 basieren die Berechnungen neu auf der umwelt-orientierten, multiregionalen Input-Output-Analyse (MRIO), strukturiert nach Produktgruppen. Die Zeitreihe der Figaro-Datenbank von Eurostat ist unter den verschiedenen MRIO am plausibelsten für die Schweiz, jedoch erst ab 2010 verfügbar. Für die Jahre 2000 bis 2009 ergänzt das BFS darum die Figaro-Zeitreihe mit Daten der OECD und bereinigte wo möglich die methodischen Unterschiede zwischen den beiden Datengrundlagen. Da die Berechnung des BFS und in dieser Studie für den gleichen Zweck verwendet werden und vergleichbare Grössen produzieren, können die Ergebnisse direkt miteinander verglichen und in Form einer Sensitivitätsanalyse diskutiert werden.

Der resultierende Fussabdruck ist beim BFS über die ganze Zeitreihe hinweg höher als in unserer Studie. Während die inländischen Treibhausgasemissionen in beiden Studien nahezu identisch ausfallen, zeigen sich Unterschiede bei den importbedingten Emissionen. Diese Unterschiede sind auf die unterschiedlichen Methodiken zurückzuführen. Das BFS verwendet multiregionale Input-Output-Tabellen, um die Importe in die Schweiz zu modellieren, was einer Top-Down Betrachtung entspricht, während wir die Schweizer IOT mit der Aussenhandelsstatistik und Ökobilanzdaten verknüpfen und somit einen Bottom-Up Ansatz verwenden. Der zeitliche Verlauf ist relativ ähnlich, wenn auch die Reduktion in absoluten Zahlen beim BFS höher ausfällt (-14%) als in dieser Studie (-4%). Auffällig ist zudem der ausgeprägtere Knick infolge der COVID-19-Pandemie und die darauffolgende Erholung in unseren Ergebnissen. Die Anteile nach Konsumbereiche sind nicht direkt vergleichbar, da wir diverse Umbuchungen vorgenommen. Nichtsdestotrotz sind sowohl beim BFS wie auch bei uns die Konsumbereiche Mobilität, Wohnen und Ernährung am ausschlaggebendsten.

Abgesehen von den unterschiedlichen Berechnungsmethoden gibt es weitere methodische Unterschiede. In unserer Studie werden die Investitionsgüter von der Endnachfrage zu den investierenden Branchen umgebucht, während sie in der Methode des BFS als Teil der Endnachfrage verbleiben. Dies führt bei uns zu einem geringeren Treibhausgasfussabdruck, da die Treibhausgasemissionen, die mit der Herstellung von Investitionsgütern verbunden sind, auf die Inlandnachfrage und die Exporte aufgeteilt werden, während sie beim BFS vollständig der Inlandnachfrage zugeordnet werden. Auch die Ökobilanzdaten, die wir für die Berechnung der ausländischen THG-Emissionen verwenden, beinhalten in der Regel die Nutzung von

Investitionsgütern, während diese in der Berechnung des BFS nicht enthalten sind. Dies führt bei uns zu einem höheren THG-Fussabdruck. In unserer Studie wird zudem die flugbedingten, Nicht-CO₂-Emissionen verglichen mit den ausgestossenen CO₂-Emissionen flugbedingten Emissionen einbezogen, während sie beim BFS nicht einbezogen werden. Dies erhöht bei uns den Treibhausgasfussabdruck.

Der Vorteil der BFS-Berechnung ist, dass die Berechnungsmethodik auf jährlich aktualisierte MRIO zurückgreifen kann und somit jährlich mit geringerem Aufwand aktualisiert werden kann. Die Methodik bietet jedoch weniger Möglichkeiten zur detaillierten Aufschlüsselung auf die einzelnen Produktgruppen und somit generell weniger Auswertungsmöglichkeiten. Auch ist bei der Berechnung der importbedingten Emissionen der Aggregationsgrad der Branchen höher als in unserer Studie und es ist schwieriger, die Gründe für die Entwicklung des Treibhausgas-Fussabdrucks zu identifizieren. Für weitergehende Erklärung der Unterschiede zwischen der Methodik des BFS und in dieser Studie müsste eine vertiefte Analyse durchgeführt werden.

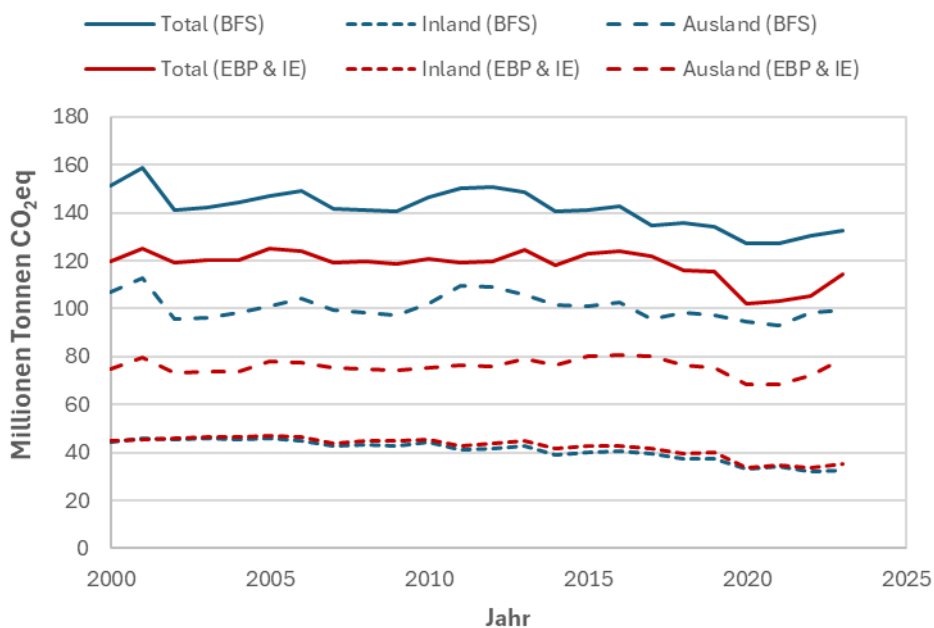


Abbildung 41 Vergleich des Treibhausgas-Fussabdrucks der Schweiz, berechnet durch das BFS (2025) und in dieser Studie.

EU Consumption Footprint

Die Europäische Umweltagentur (EUA) berechnet die Gesamtumweltbelastung aus Konsumperspektive für Länder der Europäischen Union sowie für die Schweiz (Christis et al. 2024). Auf Anfrage haben wir die detaillierteren Ergebnisse für die Schweiz erhalten. Die EUA verwendeten eine umweltorientierte, multiregionale Input-Output-Analyse, indem sie die Eurostat FIGARO 24 Input-Output-Tabellen mit

den Umweltdaten der Exiobase v3.8.2 verknüpften. Zusätzlich wurden diverse Korrekturen und Ergänzungen in den Datengrundlagen vorgenommen. Die verwendete Wirkungsabschätzungsmethode der EUA ist insofern ähnlich wie die UBP-Methode als dass viele Umweltthemen ganzheitlich berücksichtigt und zu einer Kennzahl aggregiert werden. Im Detail liegen jedoch Unterschiede vor, so dass die Werte nicht 1:1 verglichen werden können. Nichtsdestotrotz kann der zeitliche Verlauf und die Relevanz der Konsumbereiche verglichen werden.

Beim zeitlichen Verlauf fällt auf (vgl. Abbildung 42), dass die Schätzung der EUA für die Schweiz ausgeprägte Schwankungen über die Zeit aufzeigt, ohne klaren Trend über die Zeit. Bemerkenswert ist das Maximum im Corona-Jahr 2020. Dies steht im Gegensatz zu den Ergebnissen in unserer Studie, wo der Verlauf über die Zeit abnehmend ist und die Schwankungen deutlich weniger ausgeprägt sind (die Kurve ist glatter).

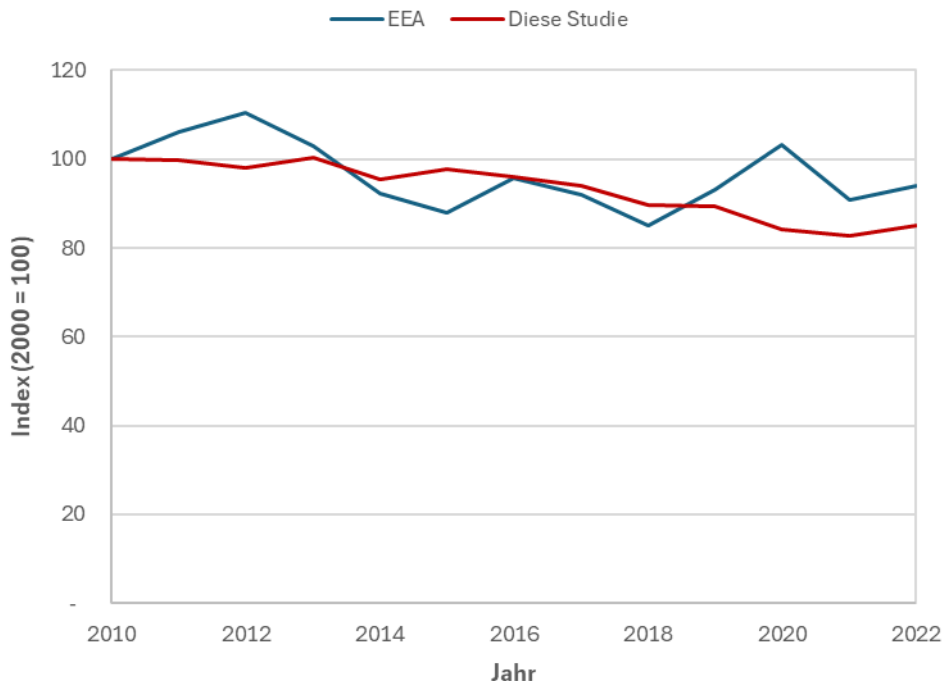


Abbildung 42 Entwicklung der Gesamtumweltbelastung durch den Schweizer Konsum 2010-2022, berechnet nach der Europäischen Umweltagentur (EUA, Christis et al. 2024) im Vergleich zu den Ergebnissen dieser Studie.

Der Fussabdruck gemäss EUA zeigt deutlich ausgeprägtere Schwankungen als der Trend in den zugrundeliegenden (realen) Konsumwerten. Das deutet darauf hin, dass es zwischen den Jahren relevante Verschiebungen zwischen den konsumierten Gütern und den Verflechtungen in den globalen Lieferketten gibt oder dass die beteiligten Branchen variierende Umweltintensitäten aufweisen. Ein wichtiger Treiber hierbei ist der Schweizer Bausektor, wie auch die weltweit nachgefragten Metalle und Mineralien. Der Umgang mit Metallen in der Bilanzierung ist sowohl auf

Inventar- wie auch auf Wirkungsabschätzungsebene anspruchsvoll. Einerseits bestehen Datenlücken, welche es erschweren, die gehandelten Mengen und somit die Inventare zuverlässig abzubilden, andererseits reagieren gewisse Wirkungsabschätzungsmethoden enorm sensitiv auf die nachgefragte Menge an Metallen. Importe und Exporte von Metallen sind in der Schweiz wertmässig in hohem Masse durch Gold und andere Edelmetalle geprägt und unterliegen starken Schwankungen. In der von der EEA verwendeten EE-MRIOT werden alle Metalle zu einer Branche zusammengefasst. Dies könnte zu Aggregationsfehlern bei der Berechnung der Umweltfussabdrücke führen, da sich die Umweltintensitäten der einzelnen Metalle erheblich unterscheiden. In der vorliegenden Studie werden Metalle separat modelliert und Edelmetalle werden weitgehend ausgeklammert. Die unterschiedliche Behandlung der Metalle könnte zu den Unterschieden zwischen den Studien beitragen.

Insgesamt schätzen wir den zeitlichen Verlauf gemäss der Modellierung dieser Studie als realistischer ein, da er einerseits plausibler ist (u.a. unter Betrachtung der Jahre der COVID-19-Pandemie und Schwankungen) und andererseits auf einer viel genaueren Modellierung beruht als die Abbildung der Schweiz innerhalb der durch die EUA genutzten MRIO. Wir gehen davon aus, dass dies unter anderem damit zusammenhängt, dass die MRIO-Modellierung der EUA primär darauf ausgerichtet ist, den Umweltfussabdruck vieler europäischer Länder vergleichbar darzustellen. Dadurch können nur begrenzt länderspezifische Anpassungen vorgenommen werden – was insbesondere für eine kleine und stark international vernetzte Volkswirtschaft wie die Schweiz zentral ist, um robuste Ergebnisse zu erhalten. Hambye et al. (2018) zeigen am Beispiel von Belgien, dass eine Anpassung von EE-MRIO-Tabellen an nationale Daten zu einem um 15% geringeren Treibhausgasfussabdruck führte. Für eine genauere Einschätzung zu den Gründen für die Unterschiede wäre ein eingehender Vergleich der Ergebnisse der beiden Ansätze erforderlich.

Hinsichtlich der Beiträge der Konsumbereiche zur Gesamtumweltbelastung sind die beiden Studien hingegen konsistenter. So machen die Bereiche Wohnen, Ernährung und Mobilität bei beiden rund zwei Drittel der Gesamtumweltbelastung aus.

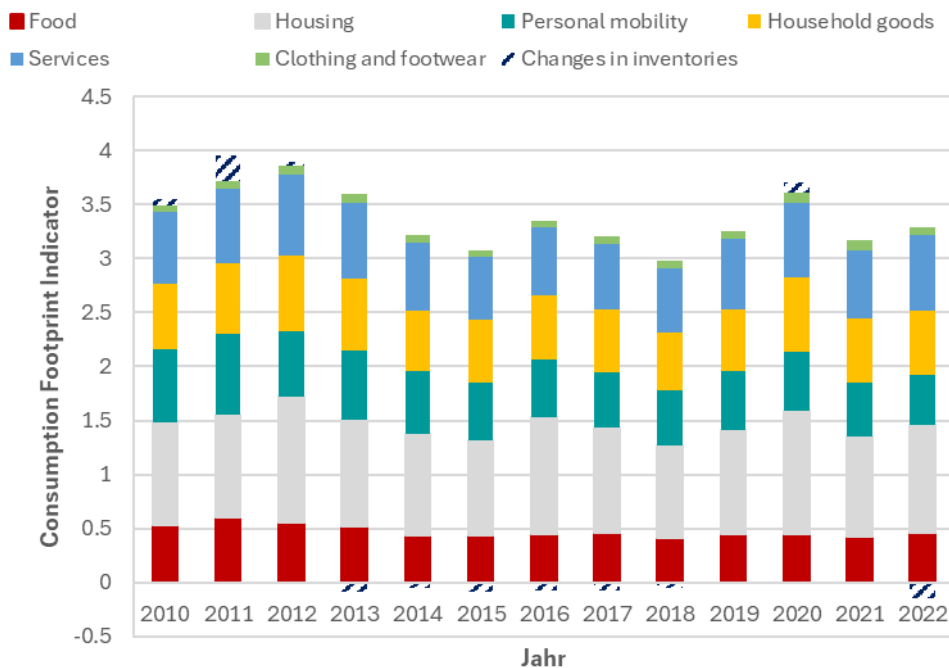


Abbildung 43 Beiträge der Konsumbereiche zum Consumption Footprint pro Person der Schweiz, berechnet durch die EUA (Christis et al. 2024)

4. Fallbeispiele

4.1 Treibhausgasemissionen des Flugverkehrs

Die Treibhausgasemissionen des Flugverkehrs sind sowohl aufgrund ihrer relevanten Klimawirkung als auch wegen der komplexen methodischen Erfassung von besonderer Bedeutung. Entsprechend werden sie in diesem Kapitel gesondert und vertieft analysiert.

Folgende Aktivitäten sind für den Flugverkehr relevant:

- Private Flüge der Schweizer Wohnbevölkerung in der Schweiz und im Ausland. Diese Flüge sind den Endnachfragebereich Verkehr und Freizeit (als Teil der Pauschalreisen) zuzuordnen (vgl. Kapitel 2.1.2).
- Geschäftsreisen mit dem Flugzeug von Mitarbeitenden in inländischen Unternehmen. Diese Geschäftsreisen zählen zu den Vorleistungen der Unternehmen. Bei der Berechnung des Treibhausgas-Fussabdruckes ist ein Exportanteil abziehen, 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.

Es gibt verschiedene Daten und Statistiken zu Flugbewegungen mit jeweils unterschiedlichen Perspektiven. Zurzeit gibt es keine belastbaren Erhebungen, wieviel

und wohin die inländische Wohnbevölkerung und die Mitarbeitenden von inländischen Unternehmen fliegen, weshalb es Annäherungen braucht. Auch für die Güterimporte werden die Flugdistanzen anhand von Statistiken geschätzt. Das Kapitel 6.2.3 zeigt auf, wie die Datenlage hierzu verbessert werden könnte.

Nachfolgend werden zuerst die verfügbaren Daten zum Flugverkehr in der Schweiz aufgezeigt, um Veränderungen über den Zeitraum von 2000 bis 2023 einzuordnen. Anschliessend wird auf die in dieser Studie modellierten Emissionen im Personenflugverkehr eingegangen, gefolgt von den Emissionen des Gütertransports.

4.1.1 Flugverkehr in der Schweiz

Die Schweizerische Zivilluftfahrtstatistik (ZLS; BFS 2024a) erfasst 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. Nicht berücksichtigt sind Passagier- und Frachtflüge, welche durch den Schweizer Konsum ausgelöst werden, aber sowohl der Abflug- wie auch der Zielflughafen im Ausland haben. Dadurch wird ein Teil der Flüge, welcher von Schweizern ausgelöst wird in dieser Statistik nicht erfasst, jedoch sind gleichzeitig bei den Flügen von und zu Schweizer Flughäfen auch ausländische Passagiere enthalten. In der Folge lässt sich auf Basis der Schweizerischen Zivilluftfahrtstatistik nicht eindeutig abschätzen, in welchem Ausmass die ausgewiesenen Werte die tatsächlich durch die Schweizer Bevölkerung verursachten Flugaktivitäten widerspiegeln.

Die folgende Tabelle enthält einige Kennzahlen zum Flugverkehr in der Schweiz bzw. über Schweizer Flughäfen in den Jahren 2000 und 2023. Die Kennzahlen basieren auf den Statistiken zum dominierenden Linien- und Charterverkehr, der General Aviation Verkehr³² wird nicht einbezogen³³. Ebenfalls nicht einbezogen sind Transitpassagiere, welche nach einer Zwischenlandung mit dem gleichen Flugzeug weiterfliegen. Lokal- und Transferpassagiere hingegen sind berücksichtigt.

Zwischen 2000 und 2023 ist die Zahl der Flugbewegungen um 24% gesunken, während die Passagierzahlen und die Verkehrsleistung um 55% resp. 56% zugenommen haben. Die transportierte Frachtmenge sinkt um 32%, wobei zu berücksichtigen ist, dass das Jahr 2023 noch von den Effekten der Pandemie geprägt ist und die Frachtmenge – wie auch die anderen Kennzahlen – seit dem deutlichen Einbruch 2020 wieder zunehmend war.

³² Flüge ausserhalb des Linien- und Charterverkehrs wie z.B. gewerblicher und privater Geschäftsreiseverkehr mit unternehmenseigenen Flugzeugen, Rundflüge, Transportflüge, Sportflüge

³³ Die General Aviation machen rund 68% der Flugbewegungen aus, da es sich jedoch um sehr kleine Luftfahrzeuge handelt entspricht dies nur einem Anteil von 1% der gesamten Flugpassagiere (BFS, 2025b). Trotz dieses geringen Passagieranteils weisen insbesondere private und geschäftliche Flugbewegungen vergleichsweise hohe spezifische CO₂-Emissionen pro Flug und pro beförderte Person auf (Gössling et al., 2024; Faber & Raphaël, 2023).

Tabelle 4 Kennzahlen zum Flugverkehr in der Schweiz in den Jahren 2000 und 2023
Quelle: BFS (2024a)

Kennzahl	2000	2023	Veränderung
Anzahl Flugbewegungen (in 1000)	537.8	409.4	-24%
Anzahl Passagiere (in Mio.)	34.4	53.3	+55%
Verkehrsleistung Passagierflüge (in Mia. Pkm)	66.2	103.3	+56%
Transportierte Frachtmengen (in kt) ¹⁾	532.0	361.3	-32%

¹⁾ Import, Export, Transfer

Abbildung 44 zeigt auf, wie sich die Kennzahlen über die Zeit entwickelt haben. Die Anzahl Flugpassagiere und die damit verbundene Verkehrsleistung nehmen bis 2019 kontinuierliche zu, einzig nach den Terroranschlägen 9/11 (2001) wie auch nach der Wirtschaftskrise (2009) wird ein kleiner Rückgang mit einem Wiederanstieg festgestellt. Einschneidender waren die Effekte der COVID-19 Pandemie, wodurch die Passagierzahlen in den Jahren 2020 und 2021 stark eingebrochen sind. Im Jahr 2023 liegen sie noch leicht unter dem Wert von 2019, zeigen seither jedoch einen deutlich ansteigenden Trend.

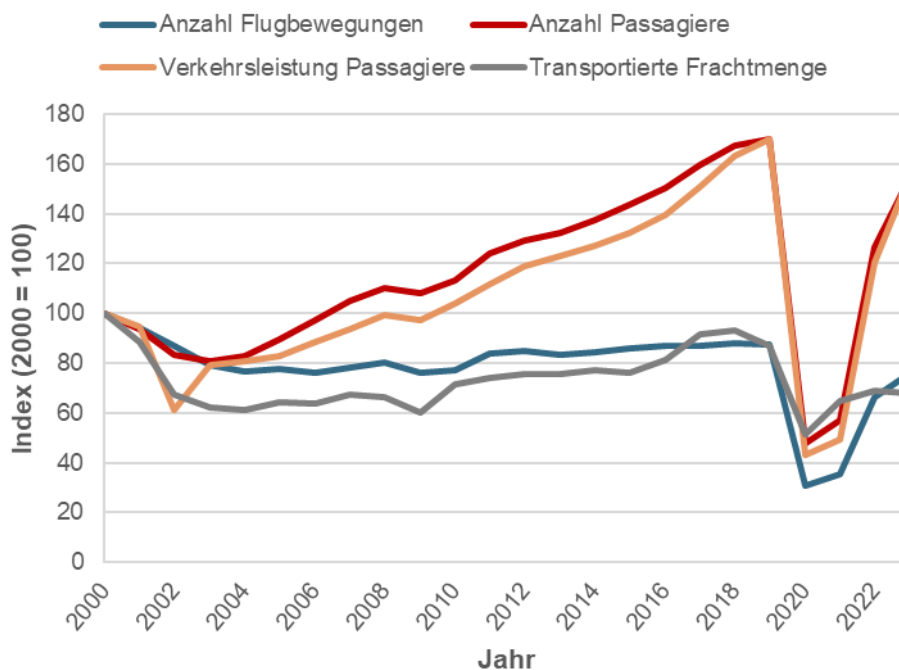


Abbildung 44 Entwicklung von Kennzahlen zum Flugverkehr in der Schweiz, 2000 – 2023
(Quelle: BFS 2024a)

Die Zahl der Flugbewegungen und die transportierte Frachtmenge haben über die Zeit abgenommen und lagen 2023 immer noch unter dem Niveau von 2000. Die

Schere zwischen der Entwicklung der Flugbewegungen und der der Passagierzahl dürfte vor allem auf grössere und besser ausgelastete Flugzeuge zurückzuführen sein. Die weitgehend parallele Entwicklung der Passagierzahl und der Verkehrsleistung zeigt, dass sich die Distanz pro Flug kaum verändert hat.

4.1.2 Treibhausgas-Fussabdruck von Flügen der inländischen Wohnbevölkerung

Abbildung 45 zeigt die Treibhausgasemissionen verbunden mit dem Flugverkehr gemäss der Modellierung in dieser Studie³⁴. Die Flugemissionen enthalten die durch die Bevölkerung gebuchten Flüge, wie auch die in Pauschalreisen enthaltenen Flugreisen. Geschäftsreisen sind in dieser Perspektive hingegen nicht enthalten, sondern werden in den jeweiligen Branchen als Vorleistungen miteinander berechnet und fliessen so in die jeweiligen Fussabdrücke. Die Aufteilung in In- und Ausland bezieht sich auf den Sitz des Flugunternehmens und nicht auf die Flugstrecke selbst. Flüge von Schweizern mit ausländischen Unternehmen zählen dabei als Importe und werden im Fussabdruck berücksichtigt³⁵. Dies löst einen Grossteil der Emissionen im Ausland aus. Geringe zusätzliche Emissionen im Ausland fallen zudem durch Güterimporte der inländischen Fluggesellschaften an.

Das Jahr 2019 markiert das letzte Jahr vor den COVID-Pandemie-bedingten Einbrüchen im Flugverkehr. Gemäss dieser Auswertung wurde durch Passagierflüge im Jahr 2019 rund 12 Mio. t CO₂-eq ausgestossen, was einem Wert von 1.4 tCO₂-eq pro Person entspricht. Somit machen Passagierflüge rund 10% des gesamten Treibhausgas-Fussabdrucks der Schweiz aus.

³⁴ Dabei sind die zusätzlich klimawirksamen Effekte von Flugemissionen gemäss der Beschreibung in Kapitel 2.1.1 eingerechnet.

³⁵ Entsprechend zählen Flüge von ausländischen Personen mit Schweizer Fluggesellschaften als Exporte und sind hier nicht enthalten.

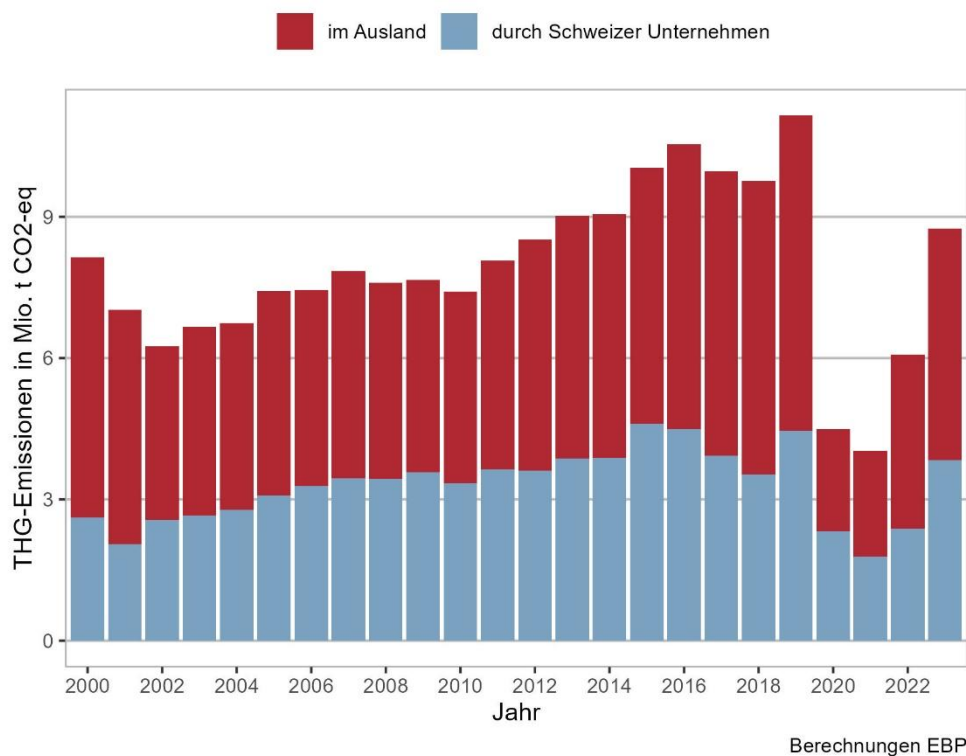


Abbildung 45 Treibhausgasemissionen des Luftverkehrs der inländischen Wohnbevölkerung, 2000-2023.

Zur Plausibilisierung haben wir die Treibhausgasemissionen durch Passagierflüge anhand von Daten des Mikrozensus Verkehrs geschätzt (vgl. Tabelle 5). Dieser wird alle fünf Jahre publiziert; die derzeit aktuellsten Daten liegen für das Jahr 2021 vor. Da diese jedoch stark von der Pandemie geprägt sind, bilden sie die heutige tatsächliche Flugtätigkeit nicht repräsentativ ab. Die Zahlen für 2021 sind zur Vollständigkeit in Tabelle 5 aufgeführt, nachfolgend wird jedoch die Entwicklung anhand des Jahres 2015 angegeben, da die Werte jenes Jahres näher an heutigen Werten sein dürften (siehe dazu auch Auswertungen im vorherigen Kapitel).

Gemäss Mikrozensus sind Inländer im Jahr 2015 durchschnittlich rund 9'000 km geflogen. 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 um 72% gestiegen. Dabei ist die Zunahme in der Alltagsmobilität grösser als bei den Flugreisen mit Übernachtungen, was vermutlich mit mehr Geschäftsreisen erklärt werden kann.

Tabelle 5 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.

Tabelle 5 Kennzahlen zur Jahresmobilität per Flugzeug
Quelle: BFS (2024a; 2024b; 2023), BAZL (2021), Berechnungen EBP

Grösse	Einheit	2010	2015	2021	Veränderung 2015 zu 2010	Veränderung 2021 zu 2015
Jahresmobilität per Flugzeug pro Person	km / a	5'238	8'986	2'394	72%	-73%
- davon Alltagsmobilität	km / a	1'473	3'017	1'101	105%	-64%
- davon Flugreisen	km / a	3'729	5'925	1'288	59%	-78%
Ständige Wohnbevölkerung ab 6 Jahre		7'402'731	7'819'119	8'144'093	6%	5%
Jährliche Verkehrsleistung per Flugzeug	Mio. Pkm	38'774	70'263	19'655	81%	-72%
Spez. CO ₂ -Emissionen	kg CO ₂ / 100 Pkm	9.3	9.9	n.a.*		
Flugbedingte CO ₂ -Emissionen	kt CO ₂	3'625	6'923	n.a.*		
<i>Die Verkehrsleistung im Vergleich</i>						
Verkehrsleistung gemäss ZLS	Mio. Pkm	68'695	87'501	32'748	27%	-63%
Verhältnis MZMV zu ZLS		56%	80%	60%		

* die Werte wurden nicht berechnet, da sie aufgrund des Einflusses der COVID-19-Pandemie nicht repräsentativ sind und zusätzlich Daten angefragt werden müssten

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 zusätzliche Klimawirkung von nicht-CO₂-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). Berücksichtigt man nur die Flugreisen (d.h. ohne Geschäftsreisen), läge die Schätzung bei 1.8 t CO₂-eq pP, zzgl. der Vorkette.

Somit stimmt die Grössenordnung überein, wenn auch die Schätzung gemäss MZMV etwas höher ausfällt als die Berechnung in dieser Studie. Dies liegt vermutlich daran, dass der MZMV nicht nur die Flugdistanzen erfasst, sondern auch Wege mit anderen Verkehrsmitteln, und dass es sich um eine Hochrechnung und nicht um eine Vollerhebung handelt.

4.1.3 Treibhausgas-Fussabdruck der Gütertransporte

Der Anteil der transportbedingten Treibhausgasemissionen wurde für das Jahr 2023 mit der IO-TRAIL-Methode ausgewertet (vgl. Kapitel 2.1.6). Die Ergebnisse werden in Abbildung 46 (transportbedingte Emissionen) und Abbildung 47 (flugbedingte Emissionen) dargestellt und in Anhang A3 tabellarisch aufgelistet.

Über alle Güter hinweg betrugen die transportbedingten Treibhausgasemissionen 5.2 Millionen Tonnen CO₂eq, davon entfielen 0.5 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 10 % der transportbedingten Treibhausgasemissionen aus.

Die Warengruppe Bekleidung verursacht die höchsten flugbedingten Treibhausgasemissionen; 16 % aller flugbedingten Emissionen (80 Kilotonnen CO₂eq) fallen in dieser Warengruppe an. 2023 wurden in dieser Kategorie insgesamt 114 Kilotonnen importiert, 6 Kilotonnen davon per Flug. Danach folgen Güter aus den SITC-Gruppen 77 (elektrische Maschinen, Apparate, Geräte und Einrichtungen), 89 (Diverse verarbeitete Produkte), 87 und 05 (Gemüse und Früchte), und viele weitere (vgl. Abbildung 47).

Über die ganze Transportkette und alle Transportmittel gesehen verursachen Düngemittel und mineralische Rohstoffe die höchsten transportbedingten Treibhausgasemissionen (954 Kilotonnen CO₂eq, d.h. 18% 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 (96% im Jahr 2022), welche vor allem im Baubereich Verwendung findet. Die zweithöchsten Transportemissionen weist die Warengruppe Erdöl, Erdölzeugnisse und verwandte Waren (SITC 33) auf mit 13 % der transportbedingten Treibhausgasemissionen (663 Kilotonnen CO₂eq).

Im Vergleich zur Auswertung für das Jahr 2018 werden die flugbedingten Treibhausgasemissionen für das Jahr 2023 geringer geschätzt. Dies ist in erster Linie auf die in dieser Studie verwendeten, konsistenteren Datenquellen zurückzuführen,

die eine präzisere Abschätzung ermöglichen. Insbesondere entfällt die frühere Umschlüsselung von Tarifnummern auf die SITC-Klassifikation.

Der flugbedingte Anteil der Treibhausgasemissionen an den gesamten Treibhausgasemissionen der Warengruppen ist bei den Warengruppen Reiseartikel (SITC 83) und Schuhe (SITC 85) mit 8% resp. 7% am höchsten. Während die Treibhausgasintensität beider Gütergruppen im Mittelfeld liegt, haben beide eine relativ hohe, geschätzte Flugdistanz aufgrund des hohen Importanteils aus Südostasien. Die Warengruppen mit den nächsthohen Anteilen an Flugemissionen sind Fisch und Meeresfrüchte (SITC 03), tierische Öle und Fette (SITC 41) sowie Leder und Lederprodukte (SITC 61) und Photographische Apparate (SITC 88), mit jeweils 6%. Alle Daten werden detailliert im Anhang A3 aufgelistet.

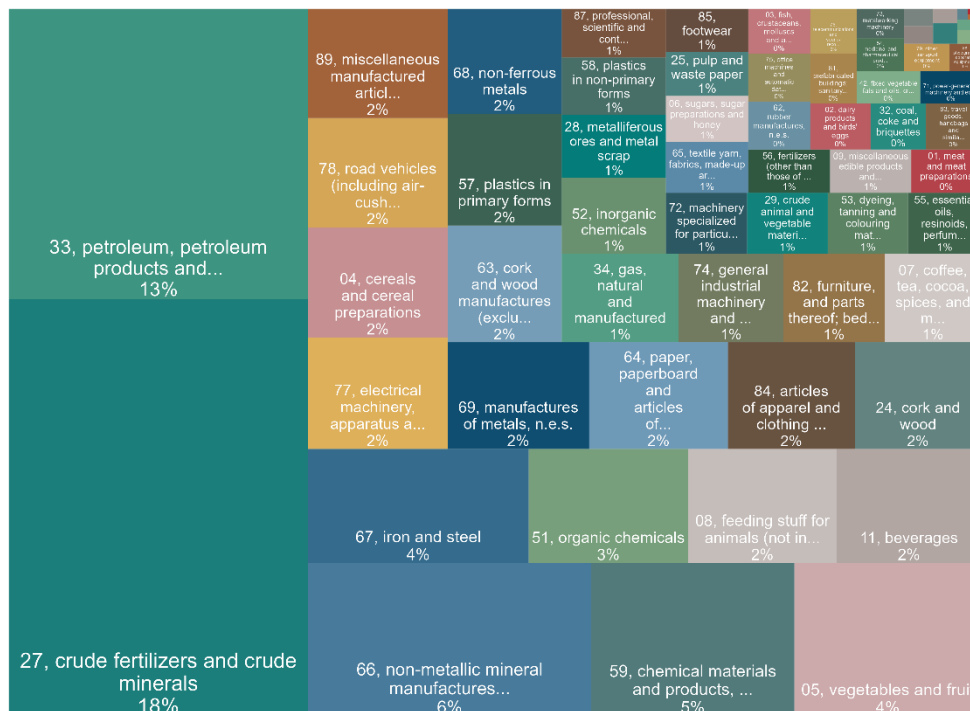


Abbildung 46 Beitrag der einzelnen Warengruppen SITC-warengruppen zu den transportbedingten Treibhausgasemissionen der Güterimporte (total 5.2 Mio. t CO₂eq). Die Nummern zu Beginn jeder Kategorie stehen für die SITC-Nummer (z.B. SITC 27, crude fertilizers...), gefolgt von der Bezeichnung und den durch die SITC-Gruppe verursachten Treibhausgasemissionen in [t CO₂eq].

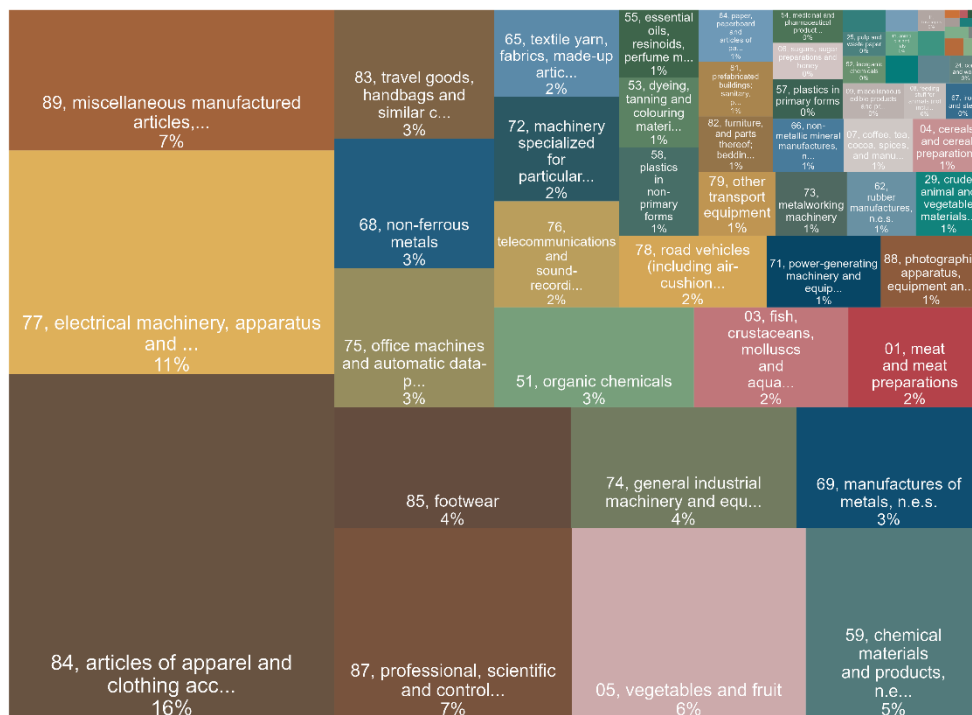


Abbildung 47 Beitrag der einzelnen SITC-Warenguppen zu den flugbedingten Treibhausgasemissionen der Güterimporte (total 0.5 Mio. t CO₂eq). Die Nummern zu Beginn jeder Kategorie stehen für die SITC-Nummer (z.B. SITC 05, vegetables and fruit), gefolgt von der Bezeichnung und den durch die SITC-Gruppe verursachten Treibhausgasemissionen in [t CO₂eq].

4.2 Edelmetalle

In diesem Kapitel werden die Umweltauswirkungen der Nutzung von Edelmetallen in der Schweiz berechnet. Im Fokus stehen insbesondere Gold, Silber, Platin und Palladium. Edelmetalle nehmen eine Sonderstellung ein, da sie sowohl zu monetären Zwecken (z.B. als Wertaufbewahrungsmittel oder Spekulationsobjekt) als auch für die materielle Verarbeitung (etwa in der Uhren- und Schmuckindustrie) genutzt werden. Eine klare Abgrenzung zwischen diesen Anwendungsfeldern ist kaum möglich, da hierzu nur wenige Daten vorliegen.

Der Abbau und die Raffinierung von Gold, Silber und Platingruppenmetallen (insb. Platin und Palladium) verursachen erhebliche spezifische Umweltbelastungen. Zu beachten ist jedoch, dass die Umweltbelastung für sekundäre, also rezyklierte Edelmetalle, deutlich geringer ausfällt. Leider liegen für die Nutzungen nicht genügend Daten vor, ob es sich jeweils um primäres oder sekundäres Edelmetall handelt. Insbesondere die Materialherkunft des Goldes beeinflusst das Ergebnis stark. Wir greifen für die Berechnung auf bestehende Standardwerte zurück und verwenden einen Mix von primärem und sekundärem Gold.

Die Emissionen durch Edelmetall-Importe und -Exporte sind – je nach Verwendungsform – nicht nur hoch, sondern schwanken auch enorm. Frühere Arbeiten

(vgl. Frischknecht et al. 2019) zeigen, dass eine direkte Einbeziehung der Edelmetalle in die Gesamtberechnung der Umweltfussabdrücke zu ausgeprägten Volatilitäten führen würde. Diese würden die zeitliche Entwicklung der übrigen Umweltwirkungen überlagern, sodass die Gesamtdynamik weitgehend durch die Edelmetalle bestimmt wäre. Um Verzerrungen in der Interpretation der Fussabdrücke zu vermeiden, werden sie in den Umweltfussabdrücken weitgehend nicht einbezogen (Ausnahme: Edelmetallerze). Die Umweltauswirkungen der Edelmetallnutzung werden separat berechnet.

Anders als die übrigen Berechnungen erfolgt die Berechnung für die Edelmetalle analog zur Vorgängerstudie nach der TRAIL-Methode – nicht IO-TRAIL. Dabei werden die importierten und exportierten Mengen mit Ökobilanzdaten verknüpft, um die Umweltauswirkungen zu ermitteln. Die in der Schweiz bei der Raffination und Weiterverarbeitung von Edelmetallen verursachten Umweltauswirkungen sind implizit in den Umweltauswirkungen der metall erzeugenden Industrie und der weiterverarbeitenden Branchen enthalten. Sie lassen sich jedoch nicht quantifizieren. Deshalb fließen nur Importe und Exporte in die nachfolgenden Berechnungen ein.

Tabelle 6 zeigt die verschiedenen Formen von Edelmetallen in der Aussenhandelsstatistik. Edelmetallerze werden in die Berechnung des Umweltfussabdrucks einbezogen, da wir davon ausgehen, dass sie zur Weiterverarbeitung eingeführt werden. Die übrigen Edelmetalle werden in diesem Kapitel separat berechnet. Edelmetallschrott und -abfälle werden wie in der Vorgängerstudie als umweltbelastungsfrei behandelt (siehe Fussnote ¹⁵). Die übrigen Gütergruppen werden mit geeigneten Produkten aus der Ecoinvent-Datenbank verknüpft, um Umweltauswirkungen von Importen und Exporten zu berechnen.

Tabelle 6 Edelmetalle und ihre Behandlung in der Studie (Eigene Darstellung)

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		

Abbildung 48 und Abbildung 49 zeigen die grossen Schwankungen in den Import- und Exportmengen von Edelmetallen zwischen 2000 und 2023. Gold und Silber in Rohform sowie Edelmetallabfälle dominieren sowohl die Import- wie auch die Exportmengen. Auffällig ist der sprunghafte Anstieg der Edelmetallabfälle ab 2013 bei den Exporten. Da sie jedoch als belastungsfrei modelliert werden, haben sie keinen weiteren Einfluss auf die Ergebnisse.

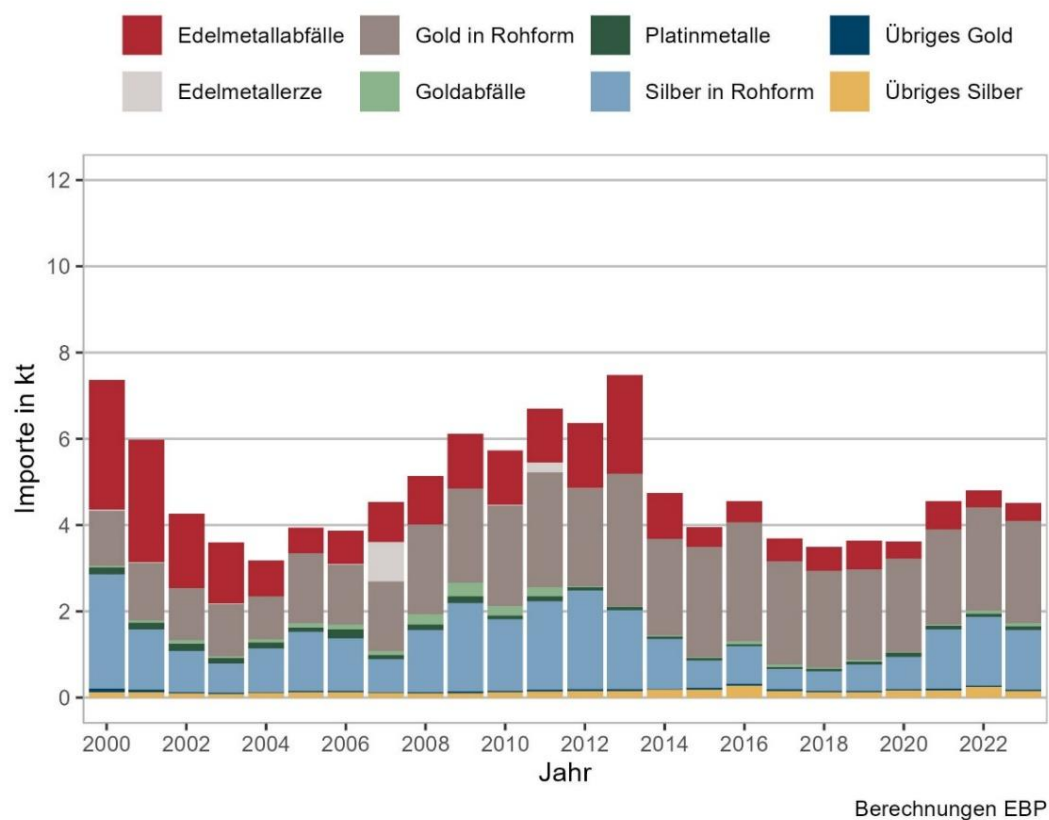


Abbildung 48 Entwicklung der Importmengen von Edelmetallen, 2000 – 2023

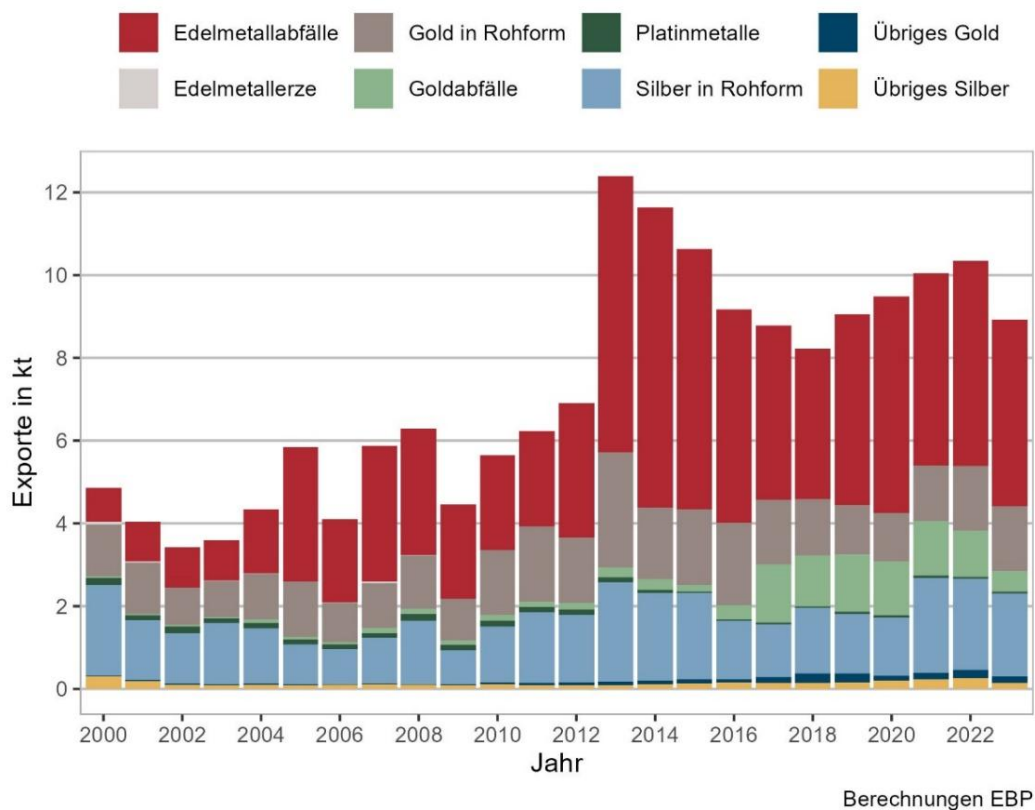


Abbildung 49 Entwicklung der Exportmengen von Edelmetallen, 2000 - 2023

Abbildung 50 zeigt die Gesamtumweltbelastung durch die Edelmetall-Importe und -Exporte. Die Werte erreichen eine ähnliche Grössenordnung wie der Gesamtumwelt-Fussabdruck der Schweiz und unterliegen starken Schwankungen. Die Importe und Exporte zeigen ähnliche Schwankungen über die Zeit und erreichen im Jahr 2013 den Höchststand.

Auffällig ist, dass die Importe stets höher sind als die Exporte und der Nettoimport über die Zeit laufend zunimmt. Der Edelmetallbestand in der Schweiz dürfte somit laufend zunehmen. Die Gesamtumweltbelastung wird durch die Importe und Exporte von Gold dominiert. Der Grossteil der Umweltwirkung von Gold ist dabei auf den Umweltbereich mineralische Ressourcen zurückzuführen, also der Berücksichtigung der Knappheit dieser mineralischen Ressource.

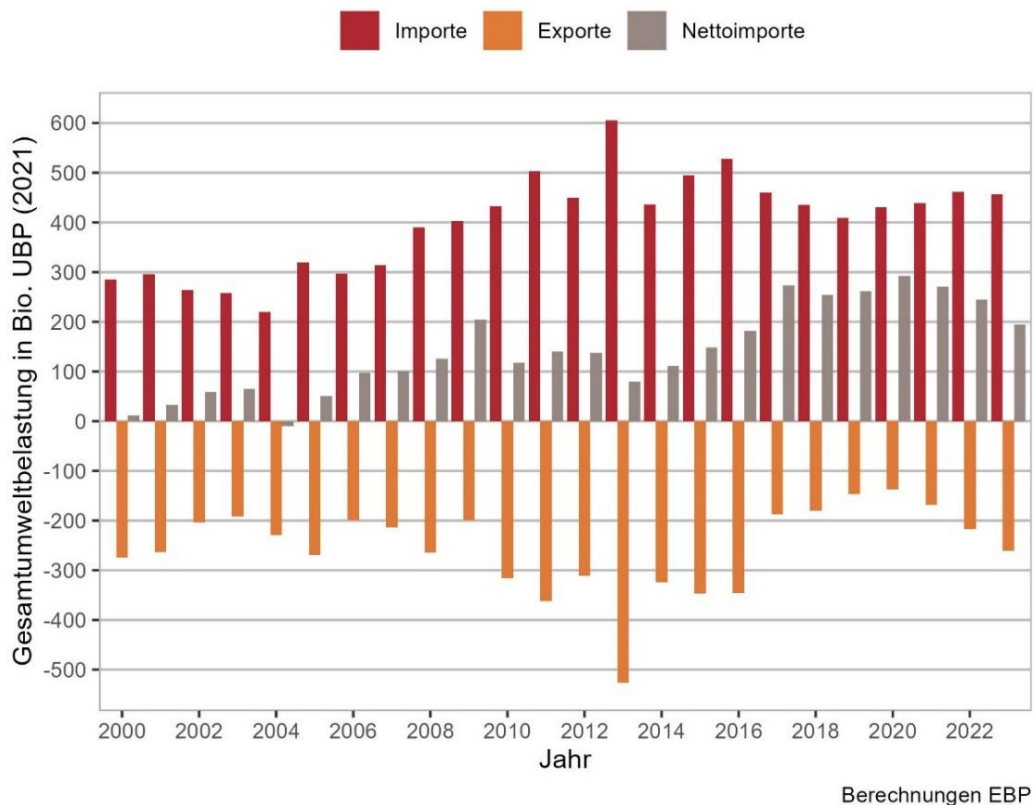


Abbildung 50 Gesamtumweltbelastung durch die Edelmetallimporte und -exporte für die Jahre 2000-2023.

5. Handlungsbedarf und Vergleich mit ökologischen Belastbarkeitsgrenzen

5.1 Übersicht

In diesem Kapitel werden die Umwelt-Fussabdrücke der Schweiz für das Jahr 2023 mit Schwellenwerten verglichen, die entweder aus Studien zu einem planetenverträglichen Mass oder aus in der Schweiz festgelegten politischen Zielsetzungen abgeleitet werden. Die planetenverträglichen Schwellenwerte wurde für alle in dieser Studie berechneten Umweltindikatoren individuell und auf Basis wissenschaftlicher Publikationen abgeschätzt.

Die ökologischen bzw. planetaren Belastbarkeitsgrenzen beschreiben wissenschaftlich definierte Schwellenwerte, innerhalb derer sich menschliche Aktivitäten bewegen müssen, damit die Stabilität der globalen Umwelt- und Erdsysteme langfristig erhalten bleibt. Werden diese Grenzen dauerhaft überschritten, steigt das Risiko, dass sich wichtige ökologische Systeme irreversibel verändern – mit Folgen für Klima, Biodiversität, Wasser, Ernährungssicherheit und menschliches Wohlergehen.

Ein Land überschreitet die planetare Belastbarkeitsgrenze eines Bereiches, wenn seine Bevölkerung die Umwelt so stark belastet, dass sich dieser Bereich nicht mehr erholen würde, wenn alle Menschen die Umwelt gleich stark belasten würden.

Ein planetenverträgliches Mass beschreibt in der Regel eine Belastbarkeitsgrenze für den gesamten Planeten. Bei der Wassernutzung ist jedoch eine regionale Differenzierung erforderlich, da die Auswirkungen stark vom lokalen Kontext abhängen.

Die Zuweisung eines globalen planetenverträglichen Masses auf die Schweiz wurde in mehreren Studien vorgenommen, darunter EEA-FOEN (2020), Dao et al. (2015) und Kulionis et al. (2021) sowie Meier et al. (2023).³⁶ Diese Studien verwenden folgende vier Allokationssätze (keine abschliessende Aufzählung), welche alle in den nachfolgenden Ausführungen mitberücksichtigt werden:

- **Gleichheit:** Das planetenverträgliche Mass wird auf die Weltbevölkerung pro Person verteilt. Dieser Ansatz geht davon aus, dass allen Menschen die gleiche Menge an Umweltauswirkungen zusteht.
- **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 der Fussabdrücke.
- **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 die Fussabdrücke mit den Zielen des Klimaschutzgesetzes (KIG) und der Strategie Nachhaltige Entwicklung 2030 verglichen.

Im Unterschied zur Vorgängerstudie wird in dieser Studie neu auch die Distanz zum ökologisch verträglichen Mass für den Wasser-Fussabdruck gestützt auf Fesenfeld et al. (2023) abgeschätzt.

5.2 Treibhausgas-Fussabdruck

Die globalen Treibhausgasemissionen führen weltweit zur Klimaerwärmung. Aus physikalischer Sicht ist es daher unerheblich, wo die Emissionen ausgestossen werden – entscheidend ist allein die insgesamt freigesetzte Menge beziehungsweise der Umfang der globalen Reduktion. Nur wenn die Reduktion ausreichend gross ist, lässt sich eine starke Erwärmung verhindern.

³⁶ Für einen Überblick zu Arbeiten auf internationaler Ebene siehe zum Beispiel [Carus Andersen & Lind \(2024\)](#)

Im Jahr 2023 lag der Treibhausgas-Fussabdruck der Schweiz gemäss unseren Berechnungen bei 114 Millionen Tonnen CO₂-eq oder 12.8 Tonnen CO₂-eq pro Kopf und Jahr. Die totalen Emissionen sind seit 2000 um 4 % gesunken, pro Kopf um 23 %. Die Werte für das Jahr 2023 gemäss BFS (2025) liegen bei 132 Millionen Tonnen CO₂-eq oder 14.8 Tonnen CO₂-eq pro Kopf und Jahr und sind somit höher als unsere Berechnungen (insb. methodische Unterschiede). Zwischen 2000 und 2023 haben die Emissionen gemäss BFS total um 12% und pro Kopf um 30% abgenommen. Die Zahlen gemäss BFS gelten als offizielle Statistik, während wir hier eine Sensitivitätsrechnung machen. Nachfolgend werden sowohl die Werte des BFS wie unsere hier berechneten Werte genannt, das Fazit bleibt für beide Methoden dasselbe. Kapitel 3.8.3 geht noch genauer auf den Vergleich der beiden Methoden ein.

Handlungsbedarf aus naturwissenschaftlicher und ethischer Sicht

Studien haben gezeigt, wie viele Treibhausgase weltweit noch ausgestossen werden dürfen, um die globale Erwärmung auf höchstens 1.5°C zu begrenzen. An diesem Ziel orientieren sich sowohl die Schweiz als auch die internationale Staatengemeinschaft, da es den wissenschaftlichen Leitplanken des Pariser Abkommens entspricht. Dieses Restbudget kann mit verschiedenen Ansätzen auf die einzelnen Länder verteilt werden (vgl. Kapitel 5.1).

Verschiedene Studien haben das Restbudget für die Schweiz berechnet. Trotz etwas unterschiedlicher Annahmen kommen die Studien auf ähnliche Werte für ein pro-Kopf Budget von rund 0.3 bis 2.4 Tonnen CO₂eq pro Kopf und Jahr für den Zeitraum ab Referenzjahr der jeweiligen Studie bis 2100 (vgl. Tabelle 7, erste Zeile).³⁷

Tabelle 7 Treibhausgasemissionsbudget pro Person und Jahr für den Zeitraum bis 2100

Budget pro Person bis 2100	Kommentar	Studie
1.3 tCO ₂ eq pro Person und Jahr	Range: 0.3 bis 2.4 tCO ₂ eq pro Person und Jahr, abhängig von der Allokationsmethode ³⁸	Kulionis et al. (2021)
0.6 tCO ₂ eq pro Person und Jahr	Basierend auf dem Gleichheitsprinzip und unter Berücksichtigung des Bevölkerungswachstums.	Dao et al. (2016)
0.6 tCO ₂ eq pro Person und Jahr	Gleichheitsprinzip, bisherige Emissionen der Schweiz sind ausgeklammert	Meier et al. (2023)

³⁷ Internationale Studien kommen länderunabhängig zu ähnlichen Grössenordnungen, vgl. z.B. Hot or Cool Institute (2025).

³⁸ *Zahlungsfähigkeit*: 0.3 Tonnen CO₂-eq pro Person und Jahr, *Gleichheit*: 1.1 Tonnen CO₂-eq pro Person und Jahr, *Grandfathering*: 2.4 Tonnen CO₂-eq pro Person und Jahr, *Mittelwert*: 1.3 Tonnen CO₂-eq pro Person und Jahr)

Für die weiteren Überlegungen orientieren wir uns am mittleren Budget von 1.3 tCO₂eq pro Person und Jahr gemäss Kulionis et al. (2021), welcher für den Zeitraum 2016 – 2100 errechnet worden ist. Danach müssen die Emissionen auf 0 sinken. Vergleicht man die heutigen Treibhausgasemissionen mit diesem jährlichen Budget, wird das Budget nach wie vor um das rund 10-fache überschritten.

Ausgehend von den 1.3 Tonnen CO₂eq pro Kopf und Jahr entspricht das einem Budget von 109 Tonnen CO₂eq pro Kopf für die Jahre 2016 – 2100. Zieht man die berechneten Emissionen der Jahre 2016 – 2023 ab, schrumpft das verbleibende Budget auf knapp 5 Tonnen CO₂eq pro Kopf. Rechnerisch könnte man das verbleibende Budget auf die Jahre 2024 – 2049 verteilen und erhielte 0.2 Tonnen CO₂eq pro Kopf.³⁹ Dieses verbleibende Budget dürfte allerdings 2024 wohl bereits aufgebraucht worden sein.

Es gilt nun auszuloten, wie der Treibhausgas-Fussabdruck rasch und wirksam weiter reduziert werden kann⁴⁰, Trends zu antizipieren, welche diese Reduktion behindern oder erleichtern und darauf angemessen zu reagieren. Auf Grundlage dieser Handlungsmöglichkeiten sollten ehrgeizige, zugleich aber realistisch umsetzbare Ziele formuliert werden. Basierend auf dem hohen Handlungsbedarf sollten nun sowohl Massnahmen zur wirksamen Reduktion der Treibhausgasemissionen als auch Aspekte der Klimaanpassung stärker berücksichtigt werden.

Nachfolgend zeigen wir auf, welche Ziele sich die Schweiz auf ihrem Weg zu Netto-Null bereits gesetzt hat.

Wichtige bestehende Ziele

Der Bundesrat hat sich in der Strategie Nachhaltige Entwicklung 2030 das Ziel festgelegt, die inländischen Treibhausgasemissionen bis 2030 um 50% gegenüber 1990 zu senken (Der Bundesrat 2021b). Das Klimaschutzgesetz (KIG)⁴¹ schreibt vor, bis 2040 eine Reduktion von 75 Prozent im Vergleich zu 1990, und bis 2050 Netto-Null Emissionen zu erreichen. Zeitgleich mit der Reduktion der Emissionen braucht es den Aufbau von negativen Emissionen, um Netto-0 zu erreichen. Diese Vorgaben beziehen sich auf die Inlandemissionen (Inlandperspektive).

Die vorliegende und viele andere Studien zeigen, wie wichtig es ist, nicht nur die Produktion und direkten Emissionen zu betrachten, sondern auch die Umweltbelastung entlang der gesamten Lieferkette, die durch die Nachfrage nach Gütern und Dienstleistungen entstehen. Gerade für die Schweiz ist dieser Blick entscheidend: Als kleine, stark globalisierte Volkswirtschaft mit hohem Importanteil fallen grosse Teile der Umweltbelastung im Ausland an – bei der Rohstoffgewinnung, der Produktion und letztlich auch dem Transport. So hat auch der Bund Ziele in der Fussabdruck-Perspektive festgelegt, in welcher dieser Auslandanteil berücksichtigt wird:

³⁹ Wir orientieren uns hier an 2050, da viele Netto-0 Ziele auf 2050 ausgelegt sind.

⁴⁰ Vgl. z.B. [Morfeldt et al. \(2023\)](#), [Hot or Cool Institute \(2025\)](#)

⁴¹ Bundesgesetz über die Ziele im Klimaschutz, die Innovation und die Stärkung der Energiesicherheit, BBl 2022 2403

Tabelle 8 Fussabdruck-Ziele des Bundes mit Bezug zu Treibhausgasen

Fussabdruck-Ziele des Bundes	
Allgemein	— Der Bund und, im Rahmen ihrer Zuständigkeit, die Kantone sorgen für die Schonung der natürlichen Ressourcen. Sie setzen sich insbesondere für die Reduktion der Umweltbelastung während des gesamten Lebenszyklus von Produkten und Bauwerken, die Schliessung von Materialkreisläufen und die Verbesserung der Ressourceneffizienz ein. Dabei wird die im Ausland verursachte Umweltbelastung berücksichtigt (Art. 10h, Abs. 1 USG). — Die Übernutzung von natürlichen Ressourcen in der Schweiz und im Ausland wird vermieden. Die Auswirkungen des Konsums und der Produktion auf die Umwelt werden deutlich gesenkt (Strategie Nachhaltige Entwicklung 2030).
Klima	— Ernährung: Treibhausgas-Emissionen des Konsums sind pro Person gegenüber 2020 um mindestens zwei Drittel gesenkt (Zieljahr 2050, Bundesrats-Bericht «Zukünftige Ausrichtung der Agrarpolitik»). Das Etappenziel bis 2030 ist in der Strategie Nachhaltige Entwicklung 2030 verankert: Der Treibhausgas-Fussabdruck der Endnachfrage nach Nahrungsmitteln pro Person auf Basis der Umweltgesamtrechnung sinkt im Vergleich zu 2020 um ein Viertel. — Zudem kann ebenfalls das Netto-Null-Ziel 2050 für Treibhausgase (Klima- und Innovationsgesetz) zur Senkung des Treibhausgas-Fussabdrucks beitragen.
Material-Verbrauch	Der Material-Fussabdruck pro Person sinkt deutlich und im Einklang mit dem 1,5-Grad-Ziel des Klimaübereinkommens von Paris (Strategie Nachhaltige Entwicklung 2030). ⁴²

Es wird klar, dass neben der starken Emissionsverminderung auch CO₂ aus der Atmosphäre entnommen und dauerhaft gespeichert werden muss (sog. Negative-missionen), um die langfristigen Klimaziele zu erreichen. Heute sind verschiedene Negativemissionstechnologien (NET) bekannt, jedoch entweder in der Praxis noch nicht genügend 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 Aufbau von NET wird ebenfalls Ressourcen brauchen und Emissionen verursachen und somit die Zielerreichung vorübergehend erschweren.

Unternehmen und NGO's sollten weiter ihre Dekarbonisierungsstrategien verfolgen. Für individuelle Zielsetzungen eignen sich Zielpfade, so wie sie durch die Science Based Targets Initiative (SBTi)⁴³ entwickelt worden sind.

⁴² Zum Vergleich: Die EU formuliert im 8. Umweltaktionsprogramm den Bedarf, zur signifikanten Reduktion des Material- und Konsum-Fussabdrucks.

⁴³ <https://sciencebasedtargets.org/>

5.3 Biodiversitäts-Fussabdruck

Handlungsbedarf aus naturwissenschaftlicher und ethischer Sicht

Bei der Biodiversität wird die Belastbarkeitsgrenze anhand des natürlich vorkommenden Artenverlustes festgelegt. Anders als bei Treibhausgasemissionen gibt es kein Gesamtbudget über die Zeit, sondern ein jährliches, planetenverträgliches Mass. Je schneller wir den Druck auf die Biodiversität senken, desto besser.

Die Auswirkungen des Schweizer Konsums auf die Biodiversität wird mit dem Indikator „potenzieller Artenverlust“ von Chaudhary et al. (2015; 2016) gemessen, der den durch Landnutzung verursachten Artenverlust berücksichtigt. Im Jahr 2023 lag der Schweizer Fussabdruck bei 7.1 pico-PDF pro Person. Er hat seit 2000 leicht zugenommen (+3% seit 2000). Der Anteil im Ausland ist grösser als im Inland (vgl. Kapitel 3.3)). Im Inland sank der Biodiversitätsverlust *pro Person* um 24 %, blieb aber insgesamt wegen des Bevölkerungswachstums konstant (20 mikro-PDF).

Wir übernehmen hier den Orientierungswert von 1.9. pico-PDF pro Person aus der Vorgängerstudie, welche sich wiederum auf Kulionis et al. (2021) und Frischknecht et al. (2018) stützt. Daraus ergibt sich ein Reduktionsbedarf von 73 %. Dieser Reduktionsbedarf ist höher als jener, den Lucas et al. (2018) mit einem ähnlichen Indikator für die EU (31 % bis 69 %) abschätzten und innerhalb der Spannbreite, welche diese für die Niederlande abschätzten (31 % bis 91 %).

Die Methoden von Chaudhary et al. (2015, 2016) bilden nur den Druck auf die Biodiversität durch Landnutzung insgesamt ab. Bezieht man andere heute stark wirksame Stressoren für die Biodiversität wie Nährstoffüberschüsse oder Schadstoffe in die Überlegungen ein, so ist der Handlungsbedarf voraussichtlich grösser.

Handlungsbedarf in Anlehnung an politische Ziele

Die Strategie Nachhaltige Entwicklung 2030 legt politische Ziele bezüglich Biodiversität im Inland fest, basierend auf der Strategie Biodiversität Schweiz und dem zugehörigen Aktionsplan, welcher für eine zweite Phase verlängert worden ist. Für den Boden sieht die Bodenstrategie Schweiz (Bundesrat 2020b) vor, den Bodenverbrauch bis 2030 um ein Drittel gegenüber 2020 zu senken und ab 2050 keine Nettoverluste mehr zuzulassen.

Die Strategie versteht Biodiversität aber umfassend: Neben der Landnutzung berücksichtigt sie auch Faktoren wie Stickstoffeinträge, Schwermetallen, Mikroplastik, Medikamenten, Pflanzenschutzmitteln sowie die Konsequenzen des Klimawandels. Die meisten dieser Aspekte werden in der Gesamtumweltbelastung mitberücksichtigt, der Eutrophierungs-Fussabdruck bildet die Stickstoffeinträge ab (siehe nachfolgend).

Zudem verfolgt die Strategie Nachhaltige Entwicklung 2030 das Ziel, aktiv die nachhaltige Nutzung von Böden, Gewässern, Biodiversität und Landschaft zu schützen und zu fördern. Weiter relevant ist das Landschaftskonzept Schweiz (LKS).

Ein grosser Meilenstein war das globale Biodiversitätsrahmen von Kunming-Montreal der Biodiversitätskonvention für die Schweiz. Eine Analyse des SCNAT (Gunter et al. 2023) hat aufgezeigt, dass die Strategie Biodiversität Schweiz, teils ergänzt durch die Nachhaltige Strategie 2030, die Zielbereiche des GBF gut abdecken. Wichtig hierfür ist auch die Umsetzung des Aktionsplans Strategie Biodiversität Phase 2.

Der bisherige Verlauf der Fussabdrücke und der Vergleich mit den planetaren Belastbarkeitsgrenzen zeigen deutlich: Der Handlungsbedarf ist weiterhin gross. Damit gewinnt die konsequente Umsetzung zentraler Politiken – wie der Strategie Nachhaltige Entwicklung, der Strategie Biodiversität Schweiz sowie des Globalen Biodiversitätsrahmens – an Bedeutung. Nur wenn diese Ziele erreicht werden, kann die Umweltbelastung der Schweiz Schritt für Schritt auf ein naturverträgliches Niveau gesenkt werden.

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 2023 rund 122 kt N-eq oder 13.6 kg N-eq pro Person und Jahr. Die ökologische Belastbarkeitsgrenze liegt gemäss Dao et al. (2015) bei 6.5 kg N-eq pro Person und Jahr. Die heutigen Emissionen müssen somit halbiert werden. Der Wert für 2023 enthält noch die Wirkung von Stickoxid, während diese im Wert für die ökologische Belastbarkeitsgrenze nicht enthalten sind. Da Stickoxide 2015 nur 7% der Emissionen ausmachten (Frischknecht et al. 2018), beeinflusst dies das Ergebnis nicht wesentlich. Zieht man diese 7% ab, ergibt sich ein Reduktionsbedarf von 48 %.

Dieser Indikator bezieht sich ausschliesslich auf die Eutrophierung der Ozeane und berücksichtigt nicht die Belastung terrestrischer Systeme oder Schweizer Gewässer (siehe Kapitel 2.1.1).

Das Ausmass des Handlungsbedarfes wird durch weitere Studien mit ähnlichen Indikatoren bestätigt. So berechnete Lucas et al. (2018) den Reduktionsbedarf der Stickstoffemissionen in der EU um 43 bis 161 % und in den Niederlande 40 bis 202 % (abhängig vom Allokationsprinzip). Eine Studie der Europäischen Umweltagentur und des BAFU (EEA-FOEN 2020) schätzt für den europäischen Fussabdruck landwirtschaftlicher Stickstoff-Verluste einen Reduktionsbedarf von 69 %. Der WWF (2021) ermittelte für Grossbritannien einen Bedarf von 89 %.

5.5 Wasserstress-Fussabdruck

Handlungsbedarf aus naturwissenschaftlicher und ethischer Sicht

Der Wasserstress-Fussabdruck betrug im Jahr 2023 rund 36 Mia m³-eq oder 4050 m³-eq pro Person und Jahr. Seit 2000 ist der Fussabdruck leicht schwankend mit Tendenz zu einer leichten Abnahme (pro Person -6% über den betrachteten Zeitraum).

Die planetare Belastbarkeitsgrenze des Wasserverbrauchs ist schwieriger zu quantifizieren als beispielsweise jene zu Treibhausgasen, da es grosse regionale Unterschiede in der Wasserverfügbarkeit gibt. Es wird deshalb auch diskutiert, inwiefern es sich hier um eine globale und singuläre Grenze handelt (vgl. z.B. Gleeson et al. (2020) oder Kulionis, V., Pfister, S. A (2022)). Ausserdem zeigten die ersten Berechnungen der planetaren Grenzen für Süsswasser, dass global gesehen die planetaren Grenzen bezüglich Wasserverbrauchs eingehalten werden (Rockström et al. 2009). Wenn man die Werte auf die Schweiz herunterbricht, berechnen Kulionis et al. (2021) einen sogenannten «undershoot». Eine neuere Studie von Meier et al. (2023) geht für die Schweiz von einer (anteiligen) planetaren Grenzen von 4.4 km³/a aus bei einem Indikator von 12 km³/a (jeweils ohne Berücksichtigung der regionalen Wasserknappheiten).

In den neuesten Berechnungen der planetaren Grenzen gemäss Richardson et al. (2023) wird eine neue, Wasser-bezogene planetare Grenze definiert als «Freshwater change». Dieser Ansatz geht über den reinen Wasserverbrauch hinaus und berücksichtigt systemische Veränderungen von Süsswassersystemen. Diese Perspektive erfasst damit breiter, ob die Funktionsfähigkeit von Süsswassersystemen stabil bleibt – und kommt zum Ergebnis, dass die Grenze global überschritten ist.

Eine Auswertung im Rahmen der Studie des Sustainable Development Solutions Network (SDSN) Switzerland zeigte auf, dass 30% der durch die Schweiz importierten Güter aus Regionen stammen, in welchem der Wasserverbrauch über dem nachhaltigen Limit stehen (Fesenfeld et al. 2023). Dies reflektiert auch die Umstände, dass rund zwei Milliarden Menschen in Gebieten mit hohem Wasserstress leben, obwohl global gesehen keine Wasserknappheit besteht. Bei dieser Auswertung wurde die Wasserstress-Methode AWARE verwendet. Sie ist somit direkt vergleichbar mit den Auswertungen in dieser Studie. Daraus lässt sich ableiten, dass erstens auch regionale Ziele berücksichtigt werden sollten und zweitens so der Wasserstress-Fussabdruck der Schweiz um 30% im Vergleich zum Jahr 2011 reduziert werden sollte, was einem Schwellenwert von rund 3000 m³-eq entspricht. Der Reduktionsbedarf gegenüber 2023 beträgt 27%.

Abschliessend ist festzuhalten, dass der Handlungsbedarf im Süsswasserbereich nur begrenzt aus globalen bzw. stark aggregierten Grössen abgeleitet werden kann. Während die planetaren Grenzen wichtige Orientierungswerte liefern, ent-

scheidet für die ökologische Wirkung vor allem, in welchen Regionen der Wasserverbrauch über nachhaltigen Limits liegt. Für die Schweiz ist deshalb eine Reduktion des Wasserstress-Fussabdrucks insbesondere dort prioritär, wo Importgüter aus Regionen mit hohem Wasserstress stammen; damit wird der im AWARE-basierten Ansatz abgebildete Druck gezielt gesenkt, statt eine pauschale Reduktion unabhängig vom lokalen Kontext anzustreben.

5.6 Fussabdruck der Gesamtumweltbelastung

Der Gesamtumweltbelastungs-Fussabdruck der Schweiz wird mit den Ökofaktoren 2021 der Methode der ökologischen Knappheit quantifiziert und in UBP ausgedrückt. In dieser Methode wird pro Schadstoff beziehungsweise Umweltwirkung ein kritischer Fluss festgelegt, bei welchem die Umweltziele der Schweiz als eingehalten gelten. Da der kritische Fluss für das Inland gilt, kann er nicht direkt mit der Gesamtumweltbelastung durch den Schweizer Konsum verglichen werden.

In den Vorgängerstudien wurde die Belastbarkeitsgrenze bezüglich Gesamtumweltbelastung jeweils angenähert, indem 1) die inländische Gesamtumweltbelastung mit dem kritischen Fluss verglichen und der Reduktionsbedarf in Prozent ermittelt wurde. Dies deckt aber die Gesamtumweltbelastung aufgrund des Schweizer Konsums nicht genügend ab, da mit diesem Ansatz die relative Übernutzung im Inland nicht automatisch gleich hoch ist wie im Ausland. Darum wurde 2) der Fussabdruck aus Konsumperspektive mit dem kritischen Fluss verglichen und wiederum der Reduktionsbedarf ermittelt. Dies ist ambitioniert, da dies annehmen würde, dass man weltweit nur so viel Umweltbelastung und Ressourcenverbräuche akzeptieren würde, wie dass innerhalb der Schweizer Grenze akzeptiert wird. Je nach Umweltbereich müsste geprüft werden, inwiefern dieser Ansatz realistisch und passend ist. Es wurde davon ausgegangen, dass der effektive Reduktionsbedarf dazwischen lag; der Mittelwert der Reduktionsbedarfe nach 1) und 2) wurde berechnet und ausgewiesen.

Die bisherige Herangehensweise hat den Nachteil, dass das Reduktionsziel relativ festgelegt wird. Falls die Gesamtumweltbelastung neu aufgrund von methodischen Neuerungen höher oder tiefer ausfällt (z.B. neue Version Ökobilanz-Hintergrunddatenbank), kann dies die errechnete Grenze verändern. Genau gleich führt der bisherige Ansatz dazu, dass – falls wir die inländischen Ziele annähern – automatisch der Reduktionsbedarf für die Konsumperspektive ebenfalls verändert wird, obwohl keine Aussagen über das Ausland ableitbar sind. Da die Umweltbelastung im Ausland viel höher ausfällt, würden inländische Verbesserungen zu viel Gewicht bei der Berechnung der Belastbarkeitsgrenze erhalten. Dies ist eine Schwäche des bisherigen Ansatzes. Wir leiten hier deshalb die kombinierte Belastbarkeitsgrenze für die Gesamtumweltbelastung neu her. Unser Anspruch dabei ist, dass ein absoluter Orientierungswert für die Gesamtumweltbelastung abgeschätzt wird. Nur so kann eine sinnvolle Konstanz des Orientierungswertes z.B. über verschiedene Versionierungen der Datenbanken gewährleistet werden.

Dazu folgen wir dem Ansatz, einen Orientierungswert pro Umweltbereich zu schätzen. Die Belastbarkeitsgrenze ergibt sich dann aus der Summe der Orientierungswerte aller Bereiche. In Tabelle 1 werden pro Umweltbereich die abgedeckten Emissionen und Ressourcenverbräuche zusammengefasst. Wir haben nun für die acht Umweltbereiche jeweils einen Orientierungswert aufgelistet (vgl. Anhang A7). Wo verfügbar, haben wir die Belastbarkeitsgrenzen gemäss den thematischen Fussabdrücken gewählt und in UBP umgerechnet (Treibhausgasemissionen, Wasserverbrauch, Biodiversität als übergreifenden Proxy für Boden, Eutrophierung als übergreifenden Proxy für Gewässer). Für die übrigen haben wir den inländischen Reduktionsbedarf verwendet, welcher bei der Entwicklung der UBP-Methode hergeleitet worden ist. Diesen relativen Reduktionsbedarf je Bereich haben wir auf die Konsumperspektive angewendet und so ein Orientierungswert für diese Umweltbereiche erhalten. Diese zweite Komponente des Orientierungswerts stützt sich, wie der frühere Ansatz, mangels vorhandener globaler Grössen weiterhin auf Übertragungen vom Inland aufs Ausland.⁴⁴

Mit diesen Überlegungen erhalten wir einen Orientierungswert von rund 8 Mio. UBP pro Person und Jahr.⁴⁵ Der Reduktionsbedarf im Jahr 2023 beträgt somit 73%.

5.7 Fazit zum Handlungsbedarf

Die Umweltfussabdrücke und deren Reduktionsbedarf werden in den Kapiteln 5.1 bis Kapitel 5.6 beschrieben. Während in den Jahren 2000 bis 2023 bei den Treibhausgasemissionen, der Eutrophierung und der Gesamtumweltbelastung mit einer Reduktion von 20 % bis 30 % pro Person gewisse Fortschritte erreicht werden konnten, verblieben der Biodiversitäts- und der Wasserstress-Fussabdruck weitgehend stabil, mit Veränderungen von +3 % beziehungsweise -6 % über den Betrachtungszeitraum.

Der Reduktionsbedarf bei der Gesamt-Umweltbelastung schätzen wir auf rund 73 %. Um auf ein als planetenverträglich definiertes Mass zu kommen, müssen der Biodiversitäts-Fussabdruck um 73 %, der Eutrophierungs-Fussabdruck um 48 % und Wasserstress-Fussabdruck um 27 % reduziert werden.

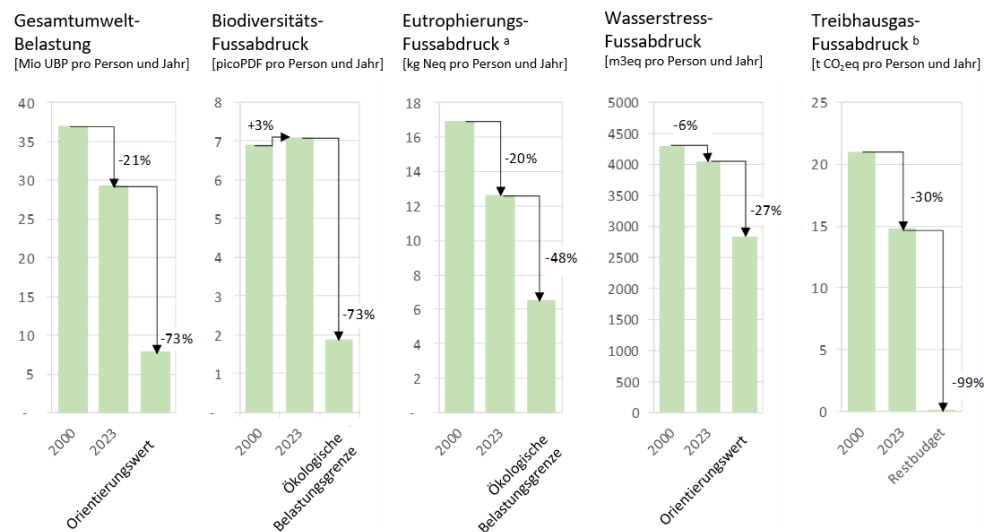
Für den Treibhausgas-Fussabdruck wurde das Ziel abgeleitet, um mit 50% Wahrscheinlichkeit unter 1.5°C Erwärmung zu bleiben. Das daraus abgeleitete Restbudget dürfte bereits 2024 aufgebraucht worden sein (vgl. Ausführungen in Kap. 5.2). Es sollten deshalb neue Ansätze zur Reduktion der Treibhausgase geprüft und bestehende verstärkt werden. Klar ist, dass zukünftig neben der vordringlichen

⁴⁴ Diese Problematik könnte grundsätzlich dadurch entschärft werden, dass i) aus der Planetaren Grenze für Aerosole weltweite Flussgrössen hergeleitet würde und davon ein fairer Anteil für die Schweiz berechnet würde; ii) für die abiotischen Ressourcen die weltweit vorhandenen Mengen als planetare Grenze betrachtet würde und davon der Schweiz ebenfalls ein fairer Anteil berechnet würde. Dies würde allerdings den Rahmen der vorliegenden Studie übersteigen.

⁴⁵ Zum Vergleich: Die Vorgängerstudie ergab einen Orientierungswert von 8.5 Mio. UBP pro Person und Jahr. Ein Reduktionsbedarf von 67 % bei einem Ist-Wert von 25.8 Mio. UBP/Kopf

Emissionsreduktion, auch der Aufbau von Negativ-Emissionstechnologien und auch die Klimaanpassung ein wichtiges Thema sein wird.

Solange diese Reduktionen nicht erreicht sind, werden die Auswirkungen und Kosten der Umweltbelastung in die Zukunft und zu Lasten der globalen Bevölkerung verschoben. In verschiedenen Umweltbereichen sind bereits heute Veränderungen zu beobachten, die sich nur begrenzt oder erst über lange Zeiträume rückgängig machen lassen. Gleichzeitig bestehen Unsicherheiten darüber, in welchem Ausmass eine weitere Überlastung von Ökosystemen möglich ist, bevor es zu Veränderungen kommt, auf die Gesellschaft und Wirtschaft nicht ausreichend vorbereitet sind.



^a Pragmatische Korrektur bei der Berechnung der ökologischen Belastungsgrenze und des zugehörigen Reduktionsbedarf: -7 % aufgrund der im Fussabdruck aber nicht im Schwellenwert enthaltener Stickoxide (vgl. Kapitel 5.4)

^b Treibhausgas-Fussabdruck basiert auf Daten des BFS. Das verbleibende Budget für die Jahre 2024 bis 2100 dürfte 2024 bereits vollständig verbraucht worden sein.

Abbildung 51 Entwicklung der Fussabdrücke und Reduktionsbedarf.

Tabelle 9 Vergleich der Fussabdrücke mit den ökologischen Belastbarkeitsgrenzen sowie im Kontext politischer Zielgrössen

	Gesamt-Umweltbelastung [Mio. UBP pro Person und Jahr]	Biodiversitäts-Fussabdruck [pico-PDF pro Person und Jahr]	Eutrophierungs-Fussabdruck [kg N-eq pro Person und Jahr] ^a	Wasserstress-Fussabdruck [m ³ eq. pro Person und Jahr]	Treibhausgas-Fussabdruck [t CO ₂ eq pro Person und Jahr] ^b
Orientierungswert	Orientierungswert	Ökologische Belastbarkeitsgrenze	Ökologische Belastbarkeitsgrenze	Orientierungswert	Jährliches Restbudget 2024 – 2050 für <1.5°C Ziel
Schwellenwert	8	1.9	6.5	3000	0.2 ^c
Fussabdruck 2000	36.9	6.9	16.9	4300	21 (16.6)
2023	29.2	7.1	13.6	4050	14.8 (12.8)
Veränderung 2000-2023	-21%	+3%	-20%	-6%	-30% (-23%)
Reduktionsbedarf (2023 zu Schwellenwert)	-73%	-73%	-48% ^a	-27%	-99% (-99%) ^c
Fazit	Grosser Handlungsbedarf	Grosser Handlungsbedarf	Grosser Handlungsbedarf	Grosser Handlungsbedarf	Grosser Handlungsbedarf

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

^b Es werden jeweils die Werte basierend auf den Werten des BFS (2025) und dieser Studie (in Klammer) aufgeführt.

^c Mit dem bisherigen Reduktionspfad dürfte das Budget wohl bereits 2024 aufgebraucht worden sein (vgl. Kapitel 5.2)

6. Synthese und Ausblick

6.1 Synthese

In der vorliegenden Studie wurden die Umweltfussabdrücke der Schweiz für den Zeitraum 2000 bis 2023 berechnet. Die Fussabdrücke wurden mit der gleichen Methode wie in der Vorgängerstudie von Nathani et al. (2022) berechnet, in welcher eine umweltorientierte Input-Output-Analyse mit der Ökobilanzierung gekoppelt wurde. Mit dieser Methode können die Treiber zu den Umweltauswirkungen ausgewertet werden. Im Vergleich zur Vorgängerstudie wurde in dieser Studie die Zeitreihe verlängert, ein Grossteil der Ökobilanzdaten auf eine neuere Hintergrunddatenbank aktualisiert, neu die Veränderungen in den Energieträgern für die Stromproduktion in wichtigen Produktionsländern als Input für die Güterproduktion berücksichtigt, eine Disaggregation in den Sektoren Energie und Transport sowie Umbuchungen im Bereich Ernährung vorgenommen. Diese Neuerungen und Weiterentwicklungen führen dazu, dass sich die Ergebnisse auch rückwirkend für die ganze Zeitreihe etwas verändert haben.

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 36.9 Millionen UBP pro Person im Jahr 2000 auf knapp 29.2 Millionen UBP in 2023 und reduziert sich somit um rund 21 %. Die Umweltbelastungen, welche im Ausland verursacht werden, ist dabei im Betrachtungszeitraum kontinuierlich gestiegen, von 64 % auf 77 %.
- Wie bereits in der Vorgängerstudie zeigen sich die Ernährung, das Wohnen und die Mobilität weiterhin als die Haupttreiber der von privaten Haushalten verursachten Umweltbelastung. Über die Zeit hat dabei der Anteil der Ernährung am Fussabdruck zu-, jener des Wohnens abgenommen. Den grössten Einfluss auf die Bewertung der Gesamtumweltbelastung mit der Methode UBP 2021 hat der Umweltbereich Klimawandel, gefolgt von den Bereichen Boden und Bodenqualität, Luftqualität und abiotische Ressourcen.
- Der Biodiversitäts-Fussabdruck steigt zwischen 2000 und 2023 von 6.9 auf 7.1 Piko-PDF^a pro Person. Unter Berücksichtigung der Unsicherheiten sollten diese geringe Zunahme jedoch nur mit Zurückhaltung als solche interpretiert werden. Dafür spricht auch, dass der Fussabdruck seit einigen Jahren um ein konstantes Niveau schwankt. Der Anteil des im Ausland verursachten Artenverlustpotenzials steigt von 58 % auf 69 %.
- Pro Person sinkt der Eutrophierungs-Fussabdruck zwischen 2000 und 2023 von 16.9 auf 13.6 kg N-eq, was einem Rückgang um 20 % entspricht. Auch hier steigt die Bedeutung der Umweltauswirkungen im Ausland, von 53 % im Jahr 2000 auf 67 % im Jahr 2023.
- Der Wasserstress-Fussabdruck pro Person ist zwischen 2000 und 2023 schwankend mit der Tendenz zur Abnahme über die Zeit, konkret von 4300 auf 4050 m³ um rund 6 %. Der inländische Anteil ist dabei praktisch unbedeutend.
- Der Treibhausgas-Fussabdruck⁴⁶ sinkt um 23 % von 16.6 t CO₂-eq im Jahr 2000 auf 12.8 t CO₂-eq im Jahr 2023. Der Anteil der ausländischen Emissionen steigt in diesem Zeitraum von 63 % auf 69 %.

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

Die Umweltauswirkung durch Edelmetalle (Gold, Silber, Platin und Palladium) wurde separat berechnet. Die Edelmetalle dienen in der Schweiz überwiegend als Wertaufbewahrungsmittel, werden jedoch teilweise auch industriell verarbeitet. Die Umweltauswirkungen der Edelmetalle erreichen je nach Jahr Werte, die in der

⁴⁶ 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.

Grössenordnung des gesamten Umweltfussabdrucks der Schweiz liegt. Im betrachteten Zeitraum wurden mehr Edelmetalle importiert als exportiert, so dass vermutlich ein Lageraufbau von Edelmetallen stattgefunden hat.

Zudem wurden die Flugemissionen vertieft. Flüge tragen stark zum Treibhausgas-Fussabdruck der Schweiz bei. Dank der neuen Disaggregation im Transportsektor konnte der Anteil der Passagierflüge direkt aus der Studie abgeleitet werden. Dabei hat sich gezeigt, dass Personenflüge deutlich relevanter sind als die Güterflüge in den Lieferketten der Importe. Personenflüge von Inländern machen in 2015 einen Anteil von rund 10 % des Treibhausgas-Fussabdrucks aus, während Güterflüge lediglich 0.4 % ausmachen. Die Emissionen der Passagierflüge haben über die Zeit deutlich zugenommen, sind aber 2020 aufgrund der COVID-19-Pandemie eingebrochen. Bis 2023 zeigt sich ein grossteiliger Wiederanstieg aber das Niveau vor der Pandemie wurde damals noch nicht erreicht.

Vergleich mit der Vorgängerstudie und anderen Quellen

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie bestätigen im Grundsatz die der Vorgängerstudie. Hinsichtlich des Gesamtumwelt-Fussabdrucks zeigt sich, dass die inländische Umweltbelastung von den Methodenverbesserungen nahezu nicht betroffen ist, da sich die gesamten Emissionen im Vergleich zur Vorgängerstudie kaum verändert haben. Die importbedingte Umweltbelastung fällt hingegen höher aus, was vor allem auf aktualisierte Hintergrunddaten und höhere Umweltintensitäten bestimmter Gütergruppen wie elektrische Apparate, Erdölerzeugnisse oder Metalle zurückzuführen ist. Auch die exportbedingte Umweltbelastung liegt leicht über den Werten der Vorgängerstudie, insbesondere aufgrund der stärkeren Belastung durch vorgelagerte Importe und einer feineren sektoralen Aufschlüsselung. Insgesamt ergibt sich ein etwas höherer Gesamtumwelt-Fussabdruck, während der zeitliche Verlauf ähnlich bis leicht flacher verläuft.

Beim Treibhausgas-Fussabdruck zeigt sich, dass die höheren Emissionen der importierten Güter wesentlich zu höheren Werten im Vergleich zur Vorgängerstudie beitragen, was vor allem auf die Einführung der neuen Methode IPCC 2021 mit generell höherer GWP-Werten zurückzuführen ist. Weiter tragen die neue Ökobilanz-Hintergrunddatenbank und deren höhere Umweltintensitäten bei Gütern wie Erdölerzeugnissen, Strom, Metallen oder Fahrzeugen zu höheren Treibhausgasemissionen bei. Zusätzlich führen die Disaggregation der Energie- und Transportsektoren, Umbuchungen im Ernährungsbereich sowie die zu Abweichungen gegenüber der Vorgängerstudie. Bei den anderen Umwelt-Fussabdrücken fallen die Unterschiede etwas geringer aus, da sie von Gütergruppen geprägt sind, deren Intensitäten sich kaum verändert haben. Eine Ausnahme bildet der Wasserknappheits-Fussabdruck, bei dem sich durch veränderte Intensitäten bei Möbeln, organischen Chemikalien und teilweise weniger regionalisierte Inventare leichte Verschiebungen zeigen; auch die angepassten Methoden bei Ernährung, Energie und Transport wirken sich in geringem Masse aus.

Zudem haben wir die Ergebnisse mit Resultaten aus weiteren Fussabdruck-Indikatoren basierend auf anderen Berechnungsmethoden und Datengrundlagen verglichen (Kapitel 3.8.3):

- Der Treibhausgas-Fussabdruck gemäss BFS fällt höher aus, was auf die höheren importbedingten Treibhausgasemissionen zurückzuführen ist. Dies wiederum ist auf die unterschiedlichen Methodiken zurückzuführen. Während das BFS die Importe anhand der MRIO Top-Down schätzt, verknüpfen wir die IOT mit der Aussenhandelsstatistik und Ökobilanzdaten und haben somit eine Bottom-Up Schätzung. Der zeitliche Trend ist bei beiden Berechnungsmethoden ähnlich, einzig der Effekt der COVID-19-Pandemie ist in unseren Berechnungen etwas ausgeprägter. Die Relevanz der Konsumbereiche kann nicht direkt verglichen werden, da wir diverse Umbuchungen vorgenommen haben. Nichtsdestotrotz ist klar ersichtlich, dass auch beim BFS die Bereiche Mobilität, Wohnen und Ernährung die relevanten Treiber des Fussabdruckes sind.
- Beim Vergleich zur Gesamtumweltbelastung gemäss Schätzungen der EUA zeigt sich, dass dieselben Endnachfragebereiche (Wohnen, Ernährung und Mobilität) als relevant identifiziert wurden. Hinsichtlich des zeitlichen Trends zeigen sich jedoch markante Unterschiede, wobei die Ergebnisse der EUA stärker schwanken und keinen klaren Trend über die Zeit aufweisen. Da die Schweiz in der Modellierung dieser Studie jedoch genauer abgebildet ist als in der MRIO der EUA-Berechnungen, werden sie als plausibler eingeschätzt.

Vergleich mit ökologischen Belastbarkeitsgrenzen

Die untersuchten Umweltfussabdrücke liegen (hochgerechnet auf die Weltbevölkerung) deutlich über den ökologischen Belastbarkeitsgrenzen. Nach unserer Einschätzung sollte die Gesamtumweltbelastung um 73% reduziert werden, um innerhalb dieser Grenzen zu agieren. Beim Biodiversitäts-Fussabdruck liegt der Reduktionsbedarf bei 73 %, bei der marinen Eutrophierung bei 48 %, beim Wasserstress-Fussabdruck bei 27%. Bezüglich Treibhausgasemissionen wurde das der Schweiz verfügbare Budget bis 2100 wohl bereits im Jahr 2024 aufgebraucht. Solange diese Reduktion nicht erreicht ist, werden die Auswirkungen und Kosten der Umweltbelastung in die Zukunft und zu Lasten der globalen Bevölkerung verschoben.

Zur Reduktion der Umweltbelastung entlang des gesamten Produktlebenszyklus können alle Akteure beitragen, die Produkte herstellen, finanzieren, handeln und konsumieren – also Haushalte, Unternehmen und die Verwaltung. Verschiedene Studien (u.a. Creutzig et al. 2020, WBGU 2023, Antó 2024) zeigen, dass nachfragegeseitige Klima- und Umweltmassnahmen häufig mit erheblichen Synergien für die Lebensqualität verbunden sind, etwa im Bereich der Gesundheit. Ansätze wie die Reduktion von Lebensmittelverlusten, Kreislaufwirtschaft im Baubereich oder Verlängerung der Nutzungsdauer von Gütern (z.B. Kleidung oder Elektronik) können zudem Kosten senken und die Versorgungssicherheit zu stärken. Unternehmen können sich mit zukunftstauglichen Produkten und Dienstleistungen mittelfristig Wettbewerbsvorteile sichern (vgl. z.B. PwC (2025)). Ob diese Potenziale realisiert

werden, hängt nicht zuletzt von gesellschaftlichen Entwicklungen, den bestehenden Infrastrukturen sowie geeigneten staatlichen Rahmenbedingungen ab.

In den vergangenen Jahren haben Bundesrat, Parlament und Bevölkerung wichtige Weichen in diese Richtung gestellt, unter anderem mit dem Klima- und Innovationsgesetz (KIG), der Klimastrategie Landwirtschaft und Ernährung sowie mit Gesetzesrevisionen im Rahmen der parlamentarischen Initiative «Schweizer Kreislaufwirtschaft stärken».

Zudem wurden in einzelnen Bereichen konkrete Massnahmen und Strategien etabliert, etwa durch die aktualisierten Ernährungsempfehlungen, den Ausbau der Elektromobilität und der Veloinfrastruktur sowie durch Förderinstrumente im Gebäudebereich. Insgesamt zeigt sich, dass die institutionellen und rechtlichen Grundlagen zur Reduktion umweltrelevanter Fussabdrücke gestärkt wurden; zugleich bleibt entscheidend, diese Instrumente konsequent umzusetzen, weiterzuentwickeln und auf ihre tatsächliche Wirkung entlang des Konsums auszurichten. Angesichts der weiterhin hohen Umweltbelastung besteht entsprechend weiterer Handlungsbedarf.

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.

Nichtsdestotrotz hat die Methodik nun eine Tiefe erreicht, welche zahlreiche, wichtige und spannende Auswertungen ermöglicht. Wir empfehlen deshalb, die bestehenden Daten zu nutzen und mehr Auswertungen und Fallbeispiele zu analysieren, um den bestehenden Fundus an Auswertungsmöglichkeiten besser zu nutzen. Denn genau das ist ein wichtiger Vorteil der IO-TRAIL Methode.

Wie in vielen Bereichen bestehen auch hier Weiterentwicklungsmöglichkeiten in Bezug auf Datenbasis und Methodik. Nachfolgend zeigen wir auf, welche Verbesserungen geprüft werden könnten.

6.2.1 Verbesserung der Datengrundlagen

Input-Output-Tabellen: Die Input-Output-Tabellen wurden im Vergleich zur Vorgängerstudie Nathani et al. (2022) im Energie- und Verkehrssektor teilweise disaggregiert. Vor allem die separate Abbildung des Flugverkehrs hat sich gelohnt, denn nur so konnten wichtige Veränderungen im Bereich der Flugemissionen erkannt und verbessert dargestellt werden. Ohne diese Verfeinerungen im Bereich des Fluges wäre die Methodik wohl an die Grenzen gekommen, die dynamischen Entwicklungen in den letzten Jahren korrekt abzubilden. Wir empfehlen, für zukünftige Weiterentwicklungen die Input-Output-Tabellen im Energie- und Verkehrssektor weiter

zu disaggregieren. So könnte die Mineralölverarbeitung von der chemischen Industrie getrennt werden, der Landverkehr von der Schifffahrt und im Landverkehr könnte man zwischen Personen- und Gütertransport unterscheiden. Zudem empfehlen wir, die Landwirtschaft und Nahrungsmittelindustrie weiter zu disaggregieren und hier insbesondere zwischen tierischen und pflanzlichen Nahrungsmitteln zu unterscheiden. Dies ermöglicht, die damit verbunden Emissionen und Ressourcenverbräuche genauer zu analysieren und die Veränderungen besser zu verfolgen. Gerade da jene Emissionen relevant und unvermeidbar sind, ist ihre genauere Abbildung wertvoll. Da solche Disaggregationen jedoch immer für die gesamte Zeitreihe umgesetzt werden müssen, sind sie mit einem relativ hohen Aufwand verbunden.

Inländische Emissionen und Ressourcenverbräuche: Die Zeitreihe der inländischen Emissionen und Ressourcenverbräuche könnte weiter verbessert werden. Für viele Bereiche liegen gute und belastbare Statistiken vor, andere werden noch pragmatisch abgeschätzt. Gerade in Bereichen, welche weniger oft erhoben werden (Gewässerbelastung, Bodenbelastung, Ressourcennutzung), könnte durch bessere Daten an Qualität gewonnen werden.

Ökobilanzierung der Güterimporte: Mit der Aktualisierung der Hintergrunddatenbank wurde die Datenqualität stark verbessert. Im Bereich der landwirtschaftlichen und forstwirtschaftlichen Produkte liegen wichtige Datensätze weitgehend regionalisiert vor. Nichtsdestotrotz könnten hier weitere Verbesserungen und Verfeinerungen vorgenommen werden, um die Genauigkeit in diesem relevanten Bereich weiter zu erhöhen.

Die **Ökobilanz-Wirkungsabschätzungsmethoden** entwickeln sich laufend weiter. Es könnte geprüft werden, im Bereich der Biodiversität oder ökotoxikologischen Effekte weitere Indikatoren genauer auszuwerten. Jedoch ist hier zu berücksichtigen, ob und inwiefern die dazugehörigen Inventare ebenfalls erweitert werden müssten. Aufgrund der enormen Datenmengen ist der Aufwand für eine solche Erweiterungen gut zu prüfen.

Biodiversitäts-Fussabdruck: Aus den Empfehlungen von Schlosser und Cabernard (2024) folgend empfehlen wir, in Zukunft zu prüfen, ob Biochemikalien und Bioplastik explizit in die Modellierung aufgenommen werden sollen. Dies lohnt sich insbesondere, sollte deren Einsatz in der Schweizer Wirtschaft deutlich zunehmen. Sobald mehr Transparenz im Holzhandel herrscht, könnten auch die Lieferketten in der Modellierung überprüft und ggf. verbessert werden. Das europäische Forschungsprojekt Bamboo könnte hierzu wichtige Grundlagen liefern.

Inventardaten zu Flügen der Wohnbevölkerung: In der vorliegenden Arbeit werden die flugbedingten Umweltbelastungen abgeschätzt und die Ergebnisse zeigen, dass sie einen relevanten Teil der Umweltfussabdrücke ausmachen. Die Abbildung der Luftverkehrsbranche in der IOT ist jedoch mit diversen Unsicherheiten verbunden (z.B. zum Anteil des Flugverkehrs in Pauschalreisen). Deshalb wäre es wichtig, die Ergebnisse mittels anderer Datenquellen zu plausibilisieren, z.B. durch die Verknüpfung der von der inländischen Bevölkerung geflogenen Kilometer mit Ökobilanzdaten. Bisher gibt es jedoch keine belastbaren Daten dazu, welche Entfernung

die Einwohner der Schweiz mit dem Flugzeug zurücklegen. Die Angaben des Mikrozensus Verkehr zu den Flugreisen enthalten auch die mit anderen Verkehrsmitteln zurückgelegte Entfernung. Im Rahmen der Mikrozensus-Erhebung könnten die Fragen diesbezüglich konkretisiert werden, damit genauere Hochrechnung verfügbar werden. Im gleichen Zuge könnte versucht werden, die Geschäftsreisen genauer zu erheben.

6.2.2 Vergleich mit Ergebnissen der multiregionalen Input-Output-Analyse der EUA

In Kapitel 3.8.3 wurden die Ergebnisse der Gesamtumweltbelastung dieser Studie mit den Resultaten der Europäischen Umweltagentur (EUA) verglichen, welche auf einer multiregionalen Input-Output-Analyse basieren. Hinsichtlich der wichtigsten Treiber haben dabei beide Berechnungen dieselben relevanten Endnachfragebereiche (Wohnen, Ernährung und Mobilität) identifiziert. Hinsichtlich des zeitlichen Trends zeigen sich jedoch Unterschiede, wobei die Ergebnisse der EUA stärker schwanken und keinen klaren Trend über die Zeit aufweisen. Wie im Kapitel dargelegt, schätzen wir die Ergebnisse unserer Studie als plausibler ein, da sich die Trends besser mit der realen Entwicklung in Einklang bringen lassen und da die Schweiz deutlich genauer modelliert wurde, als es bei der von der EEA verwendeten MRIO der Fall ist. Bei der MRIO-Modellierung der EEA liegt der Schwerpunkt darauf, den Umweltfussabdruck einer Vielzahl europäischer Länder vergleichbar zu berechnen. Dadurch können nur begrenzt landesspezifische Anpassungen vorgenommen werden – was insbesondere für eine kleine, sehr offene Volkswirtschaft wie die Schweiz entscheidend ist, um robuste Ergebnisse zu erhalten. Die genauen Gründe für die Abweichungen könnten in einem künftigen Projekt genauer analysiert werden.

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. In der vorliegenden Studie werden Edelmetalle bei der Berechnung der Umweltfussabdrücke weitgehend ausgeklammert und separat mit der TRAIL-Methode berechnet. Nur die in der Schweiz stofflich verarbeiteten Edelmetalle werden in die Berechnung einbezogen. Die Berechnung mit IO-Modellen ist jedoch nicht genau genug, um die Umweltauswirkungen von Edelmetallen korrekt zu berechnen, was vermutlich zu einer Unterschätzung führt. Zusätzliche Arbeiten sind erforderlich, um einen Ansatz zu entwickeln, mit dem die Umweltauswirkungen von stofflich genutzten Edelmetallen besser abgeschätzt werden können.

7. Literaturverzeichnis

Antó J. (2024). Human health and the health of Planet Earth go together. Journal of Internal Medicine

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

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

BAFU (2018): Deposition von Luftschadstoffen in der Schweiz. Moosanalysen 1990 – 2015. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Zustand Nr. 1818:134 S.

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 (2025): Lebenszyklusinventar-Datenbank der Schweizer Bundesverwaltung, BAUFU:2025. Publiziert Dezember 2025: <https://nexus.openlca.org/database/BAFU>

BAFU (2021b, 2025). Auf Deponien der Schweiz abgelagerte Abfälle 2016 bis 2023 in Tonnen. Von A. Laube (2021) bzw. D. Bumann (2025) zugestellt.

BAFU (2021c): Emissionsinformationssystem der Schweiz EMIS. Download unter <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/luft/zustand/emissionsinformationssystem-der-schweiz-emis.html>.

BAFU, EAWAG und WSL. (2020, 2024). Nationale Daueruntersuchung Fließgewässer (NADUF). Abgerufen auf <https://opendata.eawag.ch/group/naduf-national-long-term-surveillance-of-swiss-rivers>.

BAFU (2025). Treibhausgasinventar der Schweiz. Abrufbar unter <https://www.bafu.admin.ch/de/treibhausgasinventar>

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.

BFE (2021, 2024). Schweizerische Gesamtenergiestatistik 2020 (bzw. 2023) – Datentabellen. Abgerufen auf <https://www.bfe.admin.ch/bfe/de/home/versorgung/statistik-und-geodaten/energiestatistiken/gesamtenergiestatistik.html>.

BFE (2024). Energetische Erneuerungsraten im Gebäudebereich in der Periode von 2010 bis 2020. Synthesebericht zu Gebäudehülle und Heizungsanlagen für Wohngebäude und Nicht-Wohngebäude.

BFS (2024a). Schweizerische Zivilluftfahrtstatistik 2023.

BFS (2024b). STATPOP. Ständige und nichtständige Wohnbevölkerung nach institutionellen Gliederungen, Staatsangehörigkeit (Kategorie), Geschlecht und Alter, 2010-2023. Abgerufen auf https://www.bfs.admin.ch/asset/de/px-x-0102010000_101

BFS (2023). Mobilitätsverhalten der Bevölkerung. Ergebnisse des Mikrozensus Mobilität und Verkehr 2021.

BFS (2020, 2025). Landwirtschaftliche Nutzfläche. Ohne Sömmerungsweiden. Abgerufen auf <https://www.bfs.admin.ch/asset/de/je-d-07.02.02.02.01>.

BFS (2025a). Bevölkerungsdaten im Zeitvergleich, 1950-2024. Abgerufen auf <https://www.bfs.admin.ch/asset/de/36142050>

BFS (2025b). Zivilluftfahrt im Jahr 2024: Linien- und Charterverkehr sowie General Aviation. Abrufbar unter <https://www.bfs.admin.ch/news/de/2025-0273>

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

BLW (2025). Verkaufsmengen der Pflanzenschutzmittel nach Hauptgruppen 2024_revidiert. Download: <https://www.blw.admin.ch/de/verkaufsmengen-der-pflanzenschutzmittel-wirkstoffe>

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., & 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., & 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.

Christis M., Fonteyn P., Sangers D., Nuss P., Nicolau M., Günther J. (2024). Drivers of consumption and sustainable consumption levels. ETC CE Report 2024/10. <https://www.eionet.europa.eu/etcs/etc-ce/products/etc-ce-report-2024-10-drivers-of-consumption-and-sustainable-consumption-levels>

Carus Andersen, L., & Lind, A. (2024). From global to national boundaries. https://concito.dk/files/media/document/Brief%20Planetary%20Boundaries%20Global%20to%20national%20boundaries_2.pdf

Creutzig, F., Niamir, L., Bai, X., Cullen, J., Díaz-José, J., Figueroa, M., Grubler, A., Lamb, W., Leip, A., Masanet, E., Mata, É., Mattauch, L., Minx, J., Mirasgedis, S., Mulugetta, Y., Nugroho, S., Pathak, M., Perkins, P., Roy, J., & Ürge-Vorsatz, D. (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 (2025). Radioaktive Abgaben Kernanlagen CH 2016 – 2018.

Faber, J., & Raphaël, C. (2023). CO₂ emissions of private aviation in Europe. CE Delft. Report commissioned by Greenpeace.

Fesenfeld, L., Mann, S., Meier, M., Nemecek, T., Scharrer, B., Bornemann, B., ... & Zähringer, J. (2023). Wege in die Ernährungszukunft der Schweiz-Leitfaden zu den grössten Hebeln und politischen Pfaden für ein nachhaltiges Ernährungssystem.

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., & 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., & 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 / Rüschiikon.

Frischknecht, R., Nathani, C., Stolz, P., Wyss, F., & Itten, R. (2015). Extension of a disaggregated input-output table with environmental data for the year 2008. Commissioned by the Federal Office for the Environment (FOEN).

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. Bundesamt für Umwelt, Bern.

Gleeson, T., Wang-Erlandsson, L., Zipper, S. C., Porkka, M., Jaramillo, F., Gerten, D., Fetzer, I., Cornell, S. E., Piemontese, L., Gordon, L. J., Rockström, J., Oki, T., Sivapalan, M., Wada, Y., Brauman, K. A., Flörke, M., Bierkens, M. F. P., Lehner, B., Keys, P., Kummu, M., Wagener, T., Dadson, S., Troy, T. J., Steffen, W., Falkenmark, M., & Famiglietti, J. S. (2020). The Water Planetary Boundary: Interrogation and Revision. *One Earth*, 2(3), 223–234. ISSN 2590-3322.

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.

Gössling, S., Humpe, A., & Fichert, F. (2024). Private aviation is making a growing contribution to climate change. *Communications Earth & Environment*, 5, Article 52. <https://doi.org/10.1038/s43247-024-01235-5>

Guntern, J., Hug, Peter D., Spehn, E., Wiedmer, E. (2023). Bedeutung des Globalen Biodiversitätsrahmen von Kunming-Montreal der Biodiversitätskonvention für die Schweiz. Forum Biodiversität Schweiz, SCNAT, Bern.

Ritchie H., (2025). "CO₂ and Greenhouse Gas Emissions" Published online at OurWorldinData.org. Retrieved from: '<https://ourworldindata.org/profile/co2/switzerland>' [Online Resource]

Hambÿe, C., Hertveldt, B., Michel, B. (2018). Does consistency with detailed national data matter for calculating carbon footprints with global multi-regional input-output tables? A comparative analysis for Belgium based on a structural decomposition. *Journal of Economic Structures*, 7:11.

Heldstab, J., Leippert, F., Biedermann, R., & 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., & Hoffman, M. (2005). Einträge von Kupfer, Zink und Blei in Gewässer und Böden –

Analyse der Emissionspfade und möglicher Emissionsminderungsmassnahmen. Umweltbundesamt, Dessau.

Hot or Cool Institute. (2025). A Climate for Sufficiency: 1.5-Degree Lifestyles Report (2025 Update) https://hotorcool.org/wp-content/uploads/2025/10/PART-II_new.pdf

IPCC (2021) Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2391 pp. doi:10.1017/9781009157896.

Jungbluth N., Steiner R., Frischknecht R., (2007). Graue TreibhausgasEmissionen der Schweiz 1990–2004. Erweiterte und aktualisierte Bilanz. Umwelt-Wissen Nr. UW–0711. Bundesamt für Umwelt, Bern.

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.

Jungbluth, N., Steiner Ro., Frischknecht R. (2007): Graue Treibhausgas-Emissionen der Schweiz 1990–2004. Erweiterte und aktualisierte Bilanz. Umwelt-Wissen Nr. UW–0711. Bundesamt für Umwelt, Bern.

KBOB, eco-bau, & 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.

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

Kitzmann, N.H., Caesar, L., Sakschewski, B. and Rockström, J., Sakschewski, B.*, Caesar, L.*, Andersen, L. S., Bechthold, M., Bergfeld, Beusen, A., L., Billing, M., Bodirsky, B. L., Botsyun, S., Dennis, D. P., Donges, J. F., Dou, X., Eriksson, A., Fetzer, I., Gerten, D., Häyhä, T., Hebden, S., Heckmann, T., Heilemann, A., Huiskamp, W., Jahnke, A., Kaiser, Kitzmann, N.H., J., Krönke, J., Kühnel, D., Laureanti, N. C., Li, C., Liu, Z., Loriani, S., Ludescher, J., Mathesius, S., Norström, A., Otto, F., Paolucci, A., Pokhotelov, D., Rafiezadeh Shahi, K., Raju, E., Rostami, M., Schaphoff, S., Schmidt, C., Steinert, N. J., Stenzel, F., Virkki, V., Wendt Potthoff, K., Wunderling, N., Rockström, J (2025): Planetary Health Check 2025 Potsdam Institute for Climate Impact Research (PIK), Potsdam, Germany.

Kulionis, V., Froemelt, A., & 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).

Kulionis, V., & Pfister, S. A. (2022). A planetary boundary-based method to assess freshwater use at the global and local scales

Morfeldt, J., Larsson, J., Andersson, D. *et al* (2023). Emission pathways and mitigation options for achieving consumption-based climate targets in Sweden. *Commun Earth Environ* 4, 342. <https://doi.org/10.1038/s43247-023-01012-z>

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

Meier, B., Moser, C. Schärer, D., & Delb, V. (2023). Transformation zu einem sozialgerechten Leben innerhalb der planetaren Grenzen. Econcept im Auftrag von Greenpeace https://www.greenpeace.ch/static/planet4-switzerland-statement/2023/04/a09bf05b-planetare_grenzen_2023.pdf

Macknick, J., Newmark, R., Heath, G., & 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.

Minter, M., Jensen, C., Chrintz, T. (2023). Denmark's Global Consumption-based Emissions. Summary. https://concito.dk/files/media/document/Denmark%27s%20global%20consumption-based%20emissions_0.pdf?utm_source=chatgpt.com

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 Sococo AG, treeze Ltd, Flury & Giuliani GmbH, Rüschlikon / Uster / Zürich.

Nathani, C., O'Connor, I., Frischknecht, R., Schwehr, T., Zumwald, J., & Peyronne, J. (2022). Umwelt-Fussabdrücke der Schweiz: Entwicklung zwischen 2000 und 2018. Bundesamtes für Umwelt (BAFU), Zürich.

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

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

Nathani, C., Zandonella, R., van Nieuwkoop, R., Brandes, J., Schwehr, T., Killer, M., Sutter, D. (2019b). 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) https://scnat.ch/de/uuid/i/81d6af2e-432d-5dff-b961-b50e788704e8-Die_Auswirkungen_der_Flugverkehrsemissionen_auf_das_Klima_

ODYSSEE-MURE (2025). Energy Efficiency Trends and Policies. Switzerland Energy Profile, March 2025. Abgerufen auf: [Switzerland energy efficiency & Trends policies | Switzerland profile | ODYSSEE-MURE](#)

Pfister, S., & Kulionis, V. (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 \(unep.org\)](#).

Pwc (2025): PwC's Second Annual State of Decarbonization Report. <https://www.pwc.com/us/en/services/esg/library/assets/pwc-sustainability-decarbonization-report.pdf>

Reimann, S., Vollmer, M. K., Brunner, D., Steinbacher, M., Hill, M., Henne, S., & 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, S. A., Henne, S., & Emmenegger, L. (2018). Kontinuierliche Messung von Nicht-CO₂-Treibhausgasen auf dem Jungfrauoch (HALCLIM-2015-18), Schlussbericht. EMPA, Dübendorf.

Reimann, S., Vollmer, M. K., Henne, S., Brunner, D., Steinbacher, M., Schlauri, P., Hill, M., & Emmenegger, L. (2023). Kontinuierliche Messung der Nicht-CO₂-Treibhausgase auf dem Jungfrauoch und in Beromünster (CLIMGAS-CH), 2. Zwischenbericht. EMPA, Dübendorf.

Richardson, K., Steffen, W., Lucht, W., Bendtsen, J., Cornell, S., Donges, J. F., Drüke, M., Fetzer, I., Bala, G., von Bloh, W., Feulner, G., Fiedler, S., Gerten, D., Gleeson, T., Hofmann, M., Huiskamp, W., Kummu, M., Mohan, C., ... Rockström, J. (2023). Earth beyond six of nine planetary boundaries. *Science Advances*, 9(37), eadh2458. <https://doi.org/10.1126/sciadv.adh2458>

Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, Å., Chapin, F. S., Lambin, E., Lenton, T. M., Scheffer, M., Folke, C., Schellnhuber, H. J., Nykvist, B., de Wit, C. A., Hughes, T., van der Leeuw, S., Rodhe, H., Sörlin, S., Snyder, P. K., Costanza, R., Svedin, U., ... Foley, J. (2009). A safe operating space for humanity. *Nature*, 461, 472–475. <https://doi.org/10.1038/461472a>

PRTR (2021, 2025). Schadstoffregister SwissPRTR Datenabfrage. Abgerufen auf <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/chemikalien/schadstoffregister-swissprtr.html>.

Ruiz, S., Ng, C., Scheringer, M., & 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.

Schlosser V., & Cabernard, L. (2024). Biodiversitäts-Fussabdruck der Schweiz: Methodenvergleich. Arbeitsgrundlage zu Händen des BAFU. Technische Universität München. Nicht publiziert, zum internen Gebrauch.

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

Smith, C., Z.R.J. Nicholls, K. Armour, W. Collins, P. Forster, M. Meinshausen, M.D. Palmer, and M. Watanabe, 2021: The Earth's Energy Budget, Climate Feedbacks, and Climate Sensitivity Supplementary Material. In Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Available from <https://www.ipcc.ch>

Spiess, E., & Liebisch, F. (2024). Nährstoffbilanz der schweizerischen Landwirtschaft für die Jahre 1975 bis 2022. Agroscope Reckenholz, Zürich.

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

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.

Velders, G. J., Daniel, J. S., Montzka, S. A., Vimont, I., Rigby, M., Krummel, P. B., ... & Young, D. (2022). Projections of hydrofluorocarbon (HFC) emissions and the resulting global warming based on recent trends in observed abundances and current policies. Atmospheric Chemistry and Physics Discussions, 2022, 1-29.

Veronesi, F., Moran, D., Stadler, K., Kanemoto, K., & Wood, R. (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, 2023). Kosten und Leistungen der Abwasserentsorgung. Fachorganisation Kommunale Infrastruktur (KI) & Verband Schweizerischer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute.

WBGU – Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (2023): Gesund leben auf einer gesunden Erde. Zusammenfassung. Berlin: WBGU

Wittwer, A., & 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). https://www.wwf.org.uk/sites/default/files/2021-06/Thriving_within_our_planetary_means_full_report.pdf.

Zah, R., Böni, H., Gauch, M., Hischier, R., Lehmann, M., & Wäger, P. (2007). Ökobilanz von Energieprodukten. Ökologische Bewertung von Biotreibstoffen. Empa, im Auftrag des BFE und BLW.

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, 2021c), 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 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 Gesamtenergiestatistik basiert.

Tabelle 10 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 gebietsansässige Wirtschaftseinheiten (z.B. gebietsansässige Touristen, Speditionen oder Fluggesellschaften) im Ausland sowie der damit verbundenen Emissionen,
- Abzug des Treibstoffkaufs durch nicht gebietsansässige Wirtschaftseinheiten 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.

Tabelle 10 Vergleich zwischen den vier Bilanzierungsprinzipien am Beispiel der energiebedingten Luftemissionen (Quelle: Frischknecht et al. 2017)

	IP	TP	AP	VP
Gebietsansässige Wirtschaftseinheiten				
Absatz und Verbrauch von Energieträgern 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				
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				
<i>Erläuterung: IP: Inlandsprinzip, TP: Territorialprinzip, AP: Absatzprinzip, VP: Verbrauchsprinzip</i>				

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	Methode und Datenquelle für Zuordnung
<i>(Grundsätzliches Vorgehen analog Frischknecht et al. (2018)) (Grundsätzliches Vorgehen analog Frischknecht et al. (2015))</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)	Bis 2009: Reimann et al. (2017, 2018) 2010–2022*: Reimann et al. (2023) 2023: Mittelwert der 3-Jahresmittelwerte 2020–2022 *rückwirkende Änderung	Bei Einsatz als Lösemittel oder Kältemittel: eindeutige Zuordnung zur chemischen Industrie Bei Einsatz als Schäumungsmittel in Gebäuden: Anteil abgeschätzt analog Frischknecht et al. (2015). Aufteilung der Gebäude auf Industrie- und Dienstleistungssektoren anhand Schneider 2009 und Gebäudebestandesentwicklung 1990–2017
Ausgewählte Luftschadstoffemissionen (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. Dieseleruss	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 (2024, 2023, 2022)	ENSI (2024, 2023, 2022)
Wasserschadstoffe (AOX, COD, N, P, Chloroform)	AOX: PRTR (bis 2019: Quelle von 2021, ab 2020: Quelle von 2025) + AUE (2017) + Hochrechnung auf die Schweiz gemäss Frischknecht & Büsser Knöpfel (2013). COD: VSA (bis 2018: Quelle von 2011, ab 2019: Quelle von 2023) + Messdaten NADUF (bis 2018: BAFU et al. 2020, ab	AOX: Verteilung auf Branchen gemäss PRTR (2021, 2025) COD: Frischknecht et al. (2018b)

Umweltindikator	Methode und Datenquelle für Total	Methode und Datenquelle für Zuordnung
	<i>(Grundsätzliches Vorgehen analog Frischknecht et al. (2018))</i>	<i>(Grundsätzliches Vorgehen analog Frischknecht et al. (2015))</i>
	2019: BAFU et al. 2024) (Station Weil) + Hochrechnung auf die Schweiz gemäss Frischknecht & Büsser Knöpfel (2013). N: Basierend auf Hutching et al. (2023) wurden die anthropogenen, diffusen Einträge (ohne Deposition, um Doppelzählungen zu vermeiden) und Punktquellen berechnet. Angaben in Hutching et al. (2023) ermöglichen sowohl die Abschätzung der Zeitreihe wie auch die Aufteilung der Einträge in Oberflächengewässer und Grundwasser. P: Basierend auf Hutching et al. (2023) wurden die anthropogenen, diffusen Einträge und die Punktquellen berechnet. Unter Annahme konstant bleibender Hintergrundlast konnte die Zeitreihe anhand der Angaben in Hutching et al. (2023) abgeschätzt werden. Chloroform: Messdaten NADUF (BAFU et al. 2020, 2024) (Station Weil) + Hochrechnung auf die Schweiz gemäss Frischknecht & Büsser Knöpfel (2013).	N: Direkt abgeleitet aus Hutching et al. (2023), ergänzt um Informationen zu Punktquellen in PRTR (2021, 2025) P: Direkt abgeleitet aus Hutching et al. (2023), ergänzt um Informationen zu Punktquellen in PRTR (2021, 2025) 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.
Nitrat ins Grundwasser	Basierend auf Hutching et al. (2023) wurden die anthropogenen, diffusen Einträge (ohne Deposition, um Doppelzählungen zu vermeiden) berechnet. Angaben in Hutching et al. (2023) ermöglichen eine grobe Abschätzung des Anteils, welcher in das Grundwasser gelangt sowie die Abschätzung der Zeitreihe.	Nitrat: Eindeutig Landwirtschaft (NOGA 01)
Schwermetalle ins Wasser (As, Cd, Cu, Cr, Hg, Ni, Pb, Zn)	Messdaten NADUF (BAFU et al. 2020, 2024) (Station Weil) + Hochrechnung auf die Schweiz gemäss Frischknecht & Büsser Knöpfel (2013).	As: Verteilung auf Branchen gemäss PRTR (2025) Cd: Punktemissionen gemäss PRTR, diffuse Emissionen: Entsorgung (NOGA 36-39) Cu: Punktemissionen gemäss PRTR; diffuse Emissionen gemäss von Arx (2006) Cr, Hg, Ni: Verteilung auf Branchen gemäss PRTR (2021) Pb: Punktemissionen gemäss PRTR; diffuse Emissionen gemäss Hillenbrand et al. (2005) Zn: Punktemissionen gemäss PRTR; diffuse Emissionen gemäss Hillenbrand et al. (2005) + Bevölkerungsentwicklung gemäss BFS (2025a)

Umweltindikator	Methode und Datenquelle für Total	Methode und Datenquelle für Zuordnung
	(Grundsätzliches Vorgehen analog Frischknecht et al. (2018))	(Grundsätzliches Vorgehen analog Frischknecht et al. (2015))
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 (2025a)	Private Haushalte
PAK ins Wasser	Messdaten NADUF (BAFU et al. 2020, 2024) (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, 2024): 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, 2025) + Keller et al. (2005).	Landwirtschaft (NOGA 01)
Schwermetalle in den Boden (Cu)	Landwirtschaftliche Nutzfläche gemäss BFS (2020, 2025) + Keller et al. (2005) + von Arx (2006) + BAFU (2018)	von Arx (2006) Landwirtschaftliche Nutzfläche gemäss BFS (2020, 2025) + Keller et al. (2005) + Thöni et al. (2018)
Pestizide in den Boden	Bis 2018: Agrarbericht (2020) + Charakterisierungsfaktoren gemäss Frischknecht et al. (2018b) Ab 2019: BLW (2025) + 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	Methode und Datenquelle für Zuordnung
	(Grundsätzliches Vorgehen analog Frischknecht et al. (2018))	(Grundsätzliches Vorgehen analog Frischknecht et al. (2015))
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	Wasserverbrauch der Branchengruppen 2006 gemäss Freiburghaus (2009), im Zeitverlauf mangels neuer Informationen konstant gehalten; Aufteilung auf Branchen proportional zur Beschäftigung Wasserverbrauch der Haushalte durch Multiplikation der Bevölkerungszahl mit spez. Wasserverbrauch gemäss Freiburghaus (2015) Wasserverbrauch der Kernkraftwerke Gösgen und Leibstadt durch Multiplikation des spez. Wasserverbrauchs gemäss Macknick et al. (2012) mit der Stromerzeugung der Kraftwerke Wasserverbrauch der Wasserversorgung entspricht der Summe aus Eigenverbrauch und Verlusten gemäss Wasserversorgungsstatistik der SVGW (2019) Wasserverbrauch der öffentlichen Verwaltung entspricht dem für öffentliche Zwecke und Brunnen gemäss SVGW (2019) Anteile für konsumtiven Verbrauch: Landwirtschaft 70 %, Pistenbeschneigung: 40 %, sonst: 10 %
Landnutzung	BFS, Arealstatistik 1992 – 1997, 2004 – 2009, 2013 – 2018 nach 72 Grundkategorien Fehlende Daten für Kantone 2013 – 2018 aus 2004 – 2009 übernommen	Zuordnung der Grundkategorien zu Branchen, Branchengruppen und Haushalte; Werte für Branchengruppen wurden proportional zur Beschäftigung auf Branchen aufgeteilt
Nichtradioaktive Abfälle (C-Emissionen aus Deponien)	2016–2019: BAFU (2021b) + KBOB et al. (2016) 2019–2023: BAFU (2025) + KBOB et al. (2016)	eindeutig: Entsorgung (NOGA 36 – 39)
Radioaktive Abfälle (schwach- mittelaktiv, hochaktiv)	NAGRA (2016) + Kernenergie (2021) + Gesamtenergiestatistik Tabelle T24 (BFE 2021, 2024).	eindeutig: Energieversorgung (NOGA 35)
Lärm (Flüge, Bahn, Strasse: Lkw, Strasse: Pkw)		Flüge: eindeutig: Luftfahrt (NOGA 51) Bahn: eindeutig: Landverkehr (NOGA 49)

Umweltindikator	Methode und Datenquelle für Total	Methode und Datenquelle für Zuordnung
	<i>(Grundsätzliches Vorgehen analog Frischknecht et al. (2018))</i>	<i>(Grundsätzliches Vorgehen analog Frischknecht et al. (2015))</i>
		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 transportbe- dingter THG-Emissio- nen [%]	Anteil flugbedingter THG-Emissionen [%]	Importmenge [kt]
SITC-00, live animals other than animals of di- vision 03	4.86	3%	0%	4
SITC-01, meat and meat preparations	11.74	2%	1%	93
SITC-02, dairy products and birds' eggs	3.64	3%	0%	179
SITC-03, fish, crustaceans, molluscs and aquatic invertebrates, and preparations thereof	2.74	11%	6%	72
SITC-04, cereals and cereal preparations	0.95	11%	0%	1125
SITC-05, vegetables and fruit	0.79	18%	3%	1543
SITC-06, sugars, sugar preparations and honey	0.64	21%	1%	218
SITC-07, coffee, tea, cocoa, spices, and man- ufactures thereof	9.83	2%	0%	366
SITC-08, feeding stuff for animals (not includ- ing unmilled cereals)	0.52	20%	0%	1255
SITC-09, miscellaneous edible products and preparations	3.75	3%	0%	207
SITC-11, beverages	0.51	21%	0%	1172
SITC-12, tobacco and tobacco manufactures	1.44	10%	0%	19
SITC-21, hides, skins and furskins, raw	6.37	2%	0%	0
SITC-22, oil-seeds and oleaginous fruits	0.84	15%	0%	32
SITC-23, crude rubber (including synthetic and reclaimed)	4.66	3%	0%	30
SITC-24, cork and wood	0.1	75%	0%	1339
SITC-25, pulp and waste paper	0.61	19%	1%	238
SITC-26, textile fibres (other than combed wool) and their wastes	4.7	3%	1%	23
SITC-27, crude fertilizers and crude minerals	0.13	90%	0%	8425
SITC-28, metalliferous ores and metal scrap	0.7	15%	0%	482

SITC-29, crude animal and vegetable materials, n.e.s.	0.69	19%	2%	285
SITC-32, coal, coke and briquettes	0.63	17%	0%	180
SITC-33, petroleum, petroleum products and related materials	1.22	6%	0%	9042
SITC-34, gas, natural and manufactured	0.82	4%	0%	2182
SITC-41, animal oils and fats	0.95	19%	6%	11
SITC-42, fixed vegetable fats and oils, crude, refined or fractionated	3	4%	0%	120
SITC-43, animal or vegetable fats and oils, processed	2.61	5%	0%	22
SITC-51, organic chemicals	2.85	4%	0%	1190
SITC-52, inorganic chemicals	3.42	3%	0%	628
SITC-53, dyeing, tanning and colouring materials	2.36	5%	1%	288
SITC-54, medicinal and pharmaceutical products	10.37	1%	0%	79
SITC-55, essential oils, resinoids, perfume materials, and cleansing preparations	2.36	6%	1%	256
SITC-56, fertilizers (other than those of group 272)	4.44	2%	0%	279
SITC-57, plastics in primary forms	4	3%	0%	868
SITC-58, plastics in non-primary forms	3.86	3%	0%	338
SITC-59, chemical materials and products, n.e.s.	2.19	6%	1%	1875
SITC-61, leather, leather manufactures, n.e.s., and dressed furskins	6.72	8%	6%	2
SITC-62, rubber manufactures, n.e.s.	3.35	5%	1%	148
SITC-63, cork and wood manufactures (excluding furniture)	1.06	11%	0%	843
SITC-64, paper, paperboard and articles of paper pulp, of paper or of paperboard	1.33	9%	0%	998
SITC-65, textile yarn, fabrics, made-up articles, n.e.s., and related products	14.76	1%	0%	168
SITC-66, non-metallic mineral manufactures, n.e.s.	1.02	12%	0%	2790
SITC-67, iron and steel	3.54	3%	0%	2018
SITC-68, non-ferrous metals	8.12	2%	0%	675
SITC-69, manufactures of metals, n.e.s.	6.16	2%	0%	750
SITC-71, power-generating machinery and equipment	4.33	5%	2%	66

SITC-72, machinery specialized for particular industries	4.24	4%	1%	207
SITC-73, metalworking machinery	5.06	4%	1%	53
SITC-74, general industrial machinery and equipment, n.e.s., and machine parts, n.e.s.	3.33	5%	2%	390
SITC-75, office machines and automatic data-processing machines	19.19	4%	3%	31
SITC-76, telecommunications and sound-recording and reproducing apparatus and equipment	92.96	1%	0%	33
SITC-77, electrical machinery, apparatus and appliances	38.93	1%	0%	425
SITC-78, road vehicles (including air-cushion vehicles)	6.57	2%	0%	850
SITC-79, other transport equipment	5.64	3%	1%	58
SITC-81, prefabricated buildings; sanitary, plumbing, heating and lighting fittings	9.28	2%	0%	112
SITC-82, furniture, and parts thereof; bedding, mattresses, mattress supports, cushions	7.47	1%	0%	1357
SITC-83, travel goods, handbags and similar containers	8.85	10%	8%	22
SITC-84, articles of apparel and clothing accessories	28.33	3%	2%	114
SITC-85, footwear	8.67	9%	7%	34
SITC-87, professional, scientific and controlling instruments and apparatus, n.e.s.	16.77	5%	4%	44
SITC-88, photographic apparatus, equipment and supplies and optical goods; watches and clocks	10.76	8%	6%	8
SITC-89, miscellaneous manufactured articles, n.e.s.	3.77	5%	1%	592
SITC-93, specific trade incidents	3.66	6%	2%	3

A4 Klassifikationen

Endnachfragebereiche

Die Ergebnisse werden nach Endnachfragebereich aufgegliedert. Diese Betrachtung zeigt auf, durch welche Art von Konsum Haushalte resp. der Staat den jeweiligen Fussabdruck verursachen. Nachfolgende Tabelle zeigt die verschiedenen Endnachfragebereiche auf sowie die verwendete Aggregation der Einzelbereiche und die Bezeichnungen in den Grafiken.

Tabelle 11 Endnachfragebereiche

Endnachfragebereich	Bezeichnung in Grafik (alle Fussabdrücke)	Bezeichnung in detaillierter Grafik (nur Gesamtumwelt-Fussabdruck)	Hinweise
Konsum privater Haushalte			
Nahrungsmittel und alkoholfreie Getränke	Ernährung	Nahrungsmittel	
Alkoholische Getränke, Tabakwaren und Drogen	Ernährung	Nahrungsmittel	
Bekleidung und Schuhe	Bekleidung	Bekleidung	inkl. Chemische Reinigung, Waschen, Reparaturen und Miete von Bekleidung
Wohnung, Wasser, Strom, Gas u.a. Brennstoffe	Wohnen	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	Möbel, HH-Geräte	Möbel, HH-Geräte	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	Gesundheit	Gesundheitsdienstleistungen, Medizinische Erzeugnisse, Geräte und Ausrüstungen
Verkehr	Private Mobilität	Verkehr	Kauf von Fahrzeugen, Güter und Dienstleistungen für den Betrieb von privaten Fahrzeugen, Verkehrsdienstleistungen, exkl. Pauschalreisen
Nachrichtenübermittlung	Bildung, Kommunikation	Bildung, Komm.	Post- und Kurierdienstleistungen, Telefon- und Telefaxgeräte, einschl. Reparatur, Telefon- und Telefaxdienstleistungen
Freizeit, Unterhaltung und Kultur	Freizeit, Unterhaltung	Freizeit, Unterhaltung	Audiovisuelle, fotografische und Informationsverarbeitungsgeräte und Zubehör, Andere grössere langlebige Gebrauchsgüter für Freizeit und Kultur, Andere Geräte u. Artikel f. Freizeit Zwecke, Gartenerzeugnisse u. Verbrauchsgüter f. Gartenpflege,

			Haustiere, Freizeit- und Kulturdienstleistungen, Zeitungen, Bücher und Schreibwaren, Pauschalreisen
Bildungswesen	Bildung, Kommunikation	Bildung, Komm.	Dienstleistungen von Bildungseinrichtungen
Gastronomie und Ausser-Haus-Konsum von Nahrungsmitteln	Ernährung	Gastronomie	Verpflegungsdienstleistungen (inkl. Ausser-Haus-Konsum)
Beherbergung	Sonst. HH-Konsum	Beherbergung	Beherbergungsdienstleistungen
Andere Waren und Dienstleistungen	Sonst. HH-Konsum	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	Staatskonsum	
Ausrüstungsinvestitionen	-	-	
Bauinvestitionen	Wohnungsbau	Wohnungsbau	inkl. Wohnungsbauinvestitionen
Vorratsveränderung	-	-	
Nettozugang von Wertsachen	-	-	
Exporte	-	-	

Produktgruppen

Für den Gesamtumwelt-Fussabdruck wird zusätzlich die Betrachtung nach Produktgruppen analysiert. Diese zeigt auf, durch den Konsum welcher Produkte die Haushalte resp. der Staat den Fussabdruck verursacht. Nachfolgende Tabelle zeigt auf, wie die Produktgruppen aggregiert und in der Grafik bezeichnet wurde.

Tabelle 12 Produktgruppen und ihre Aggregation in Abbildungen

CPA	Produktgruppe	Aggregation
01	Erzeugnisse der Landwirtschaft	Nahrungsmittel
02	Erzeugnisse der Forstwirtschaft	Konsumgüter
03	Erzeugnisse der Fischerei	Nahrungsmittel
05 - 09	Bergbauerzeugnisse	Konsumgüter
10 - 12	Nahrungs- und Genussmittel	Nahrungsmittel
13 - 15	Textilien, Bekleidung, Schuhe	Textilien
16	Holz, Holzerzeugnisse	Konsumgüter
17	Papier, Papierwaren	Konsumgüter
18	Druckerzeugnisse	Konsumgüter
19 - 20	Mineralölerzeugnisse, 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	Erzeugnisse des Maschinenbaus	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_2	Gas	Energie (Gas)
35_r	Elektrizität, Fernwärme	Energie (sonstige)
36 - 39	Wasser, Abfall, Abwasser	Wasser, Entsorgung
41 - 43	Bauleistungen	Bauleistungen
45 - 47	Handelsleistungen	Handel

CPA	Produktgruppe	Aggregation
49 - 50	Verkehrsdienstleistungen (ohne Luftverkehr)	Verkehrs-DL
51	Luftverkehrsdienstleistungen	Luftverkehr
52	Lagerei, Dienstleistungen für den Verkehr	Verkehrs-DL
53	Post-, Kurier- und Expressdienste	Verkehrs-DL
55	Erzeugnisse/Dienstleistungen der Beherbergung	Beherbergung
56	Erzeugnisse/Dienstleistungen der Gastronomie	Gastronomie
58b60	Erzeugnisse/Dienstleistungen des Verlagswesens, der audiovisuellen Medien und des Rundfunks	Übrige DL
61	Dienstleistungen der Telekommunikation	Übrige DL
62b63	Informationstechnologische und Informationsdienstleistungen	Übrige DL
64	Finanzdienstleistungen	Übrige DL
65	Dienstleistungen der Versicherungen	Übrige DL
68	Dienstleistungen des Grundstücks- und Wohnungswesens	Übrige DL
69b71	Freiberufliche und technische Dienstleistungen	Übrige DL
72	Dienstleistungen von Forschung und Entwicklung	Übrige DL
73b75	Dienstleistungen von sonstigen freiberuflichen, wissenschaftlichen und technischen Tätigkeiten	Übrige DL
77b82	Sonstige wirtschaftliche Dienstleistungen	Übrige DL
84	Dienstleistungen der öffentlichen Verwaltung	Verwaltung, Bildung
85	Dienstleistungen im Bereich Erziehung und Unterricht	Verwaltung, Bildung
86	Dienstleistungen des Gesundheitswesens	Gesundheit, Soziales
87b88	Dienstleistungen von Heimen und Sozialwesen	Gesundheit, Soziales
90b93	Dienstleistungen von Kunst, Unterhaltung und Erholung	Übrige DL
94b96	Sonstige Dienstleistungen	Übrige DL

A5 Auswirkungen der Umbuchungen auf die Endnachfrage

Tabelle 13: Auswirkung der Umbuchungen auf die Endnachfrage zu Herstellungspreisen am Beispiel der IOT 2017. Die sich durch die Umbuchung verändernden Werte sind fett gedruckt. (Quelle: BFS 2023, Berechnungen EBP)

Endnachfragebereich	Wert vor Umbuchung (in Mio. CHF)	Wert nach Umbuchung (in Mio. CHF)	Erläuterung
Nahrungsmittel, Getränke	39'335	39'335	
Bekleidung und Schuhe	9'441	9'441	
Wohnen, Energie	86'382	86'382	
Möbel, Haushaltsgeräte etc.	11'821	11'821	
Gesundheitspflege	60'565	63'120	Addition der Ausgaben der Private Organisationen ohne Erwerbszweck (POoE) und des Staates für Gesundheitsleistungen
Verkehr	28'814	28'814	
Nachrichtenübermittlung	8'025	8'025	
Freizeit und Kultur	24'639	28'467	Addition der Ausgaben des Staates und der POoE für Kunst-, Unterhaltungs- und Erholungsdienstleistungen
Unterricht	3'006	36'113	Addition der Bildungsausgaben des Staates
Gastgewerbe	27'343	36'959	
Beherbergung		10'718	
Gastronomie und Ausser-Haus-Konsum		26'240	Addition der Ausgaben von Branchen für Ausser-Haus-Konsum (z.B. in Kantinen)
Sonstige Produkte	38'328	64'867	Addition der Ausgaben von POoE und Staat für Heime und Sozialwesen sowie der Ausgaben der POoE für sonstige Dienstleistungen

Endnachfragebereich	Wert vor Umbuchung (in Mio. CHF)	Wert nach Umbuchung (in Mio. CHF)	Erläuterung
TOTAL KONSUM HAUSHALTE	337'700	413'345	
Konsum POoE	14'882	0	Subtraktion durch Zuweisung zu Konsum privater Haushalte
Staatskonsum	79'285	38'174	Subtraktion durch Zuweisung zu Konsum privater Haushalte
Ausrüstungsinvestitionen	119'586	0	Subtraktion durch die Integration in die Lieferketten der Branchen
Bauinvestitionen	66'088	34'905	Subtraktion der Investitionen in Nichtwohn-bauten durch die Integration in die Lieferketten der Branchen
Vorratsveränderung	0	0	in IOT-Zeitreihe des BFS bereits auf Null gesetzt
Nettozugang Wertsachen	1'439	1'439	in IOT-Zeitreihe des BFS bereits exkl. Edelmetalle
Exporte	393'734	393'734	
TOTAL ENDNACHFRAGE	1'012'713	881'598	Total vor Umbuchung unterscheidet sich von offizieller IOT wegen unterschiedlicher Behandlung der Vorratsveränderung und des Nettozugangs von Wertsachen

A6 Abbildungen: Vergleich zur Vorgängerstudie

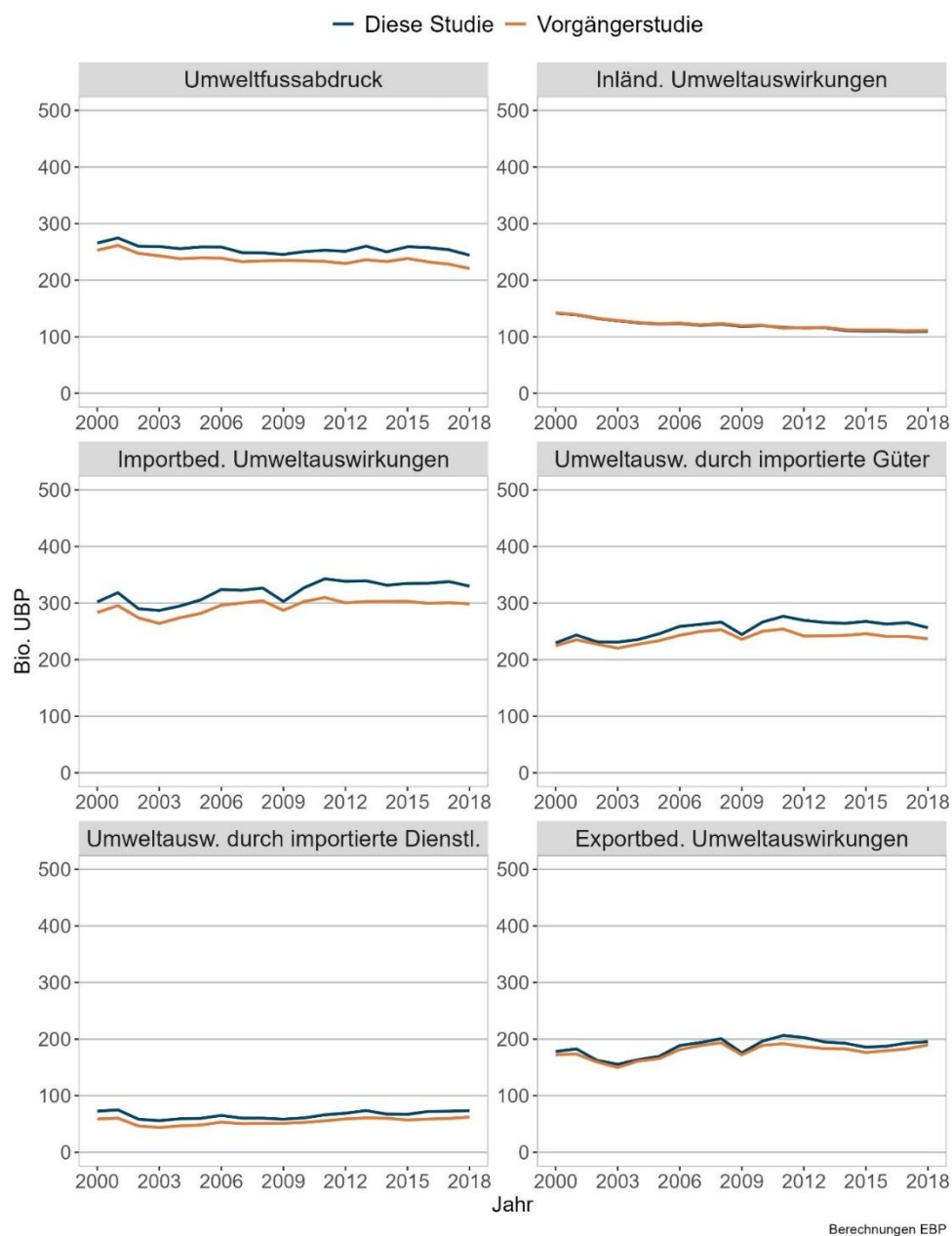


Abbildung 52 Ergebnisvergleich zur Entwicklung der Gesamtumwelt-Fussabdrucks gemäss Bewertung mit UB 2021 zwischen der vorliegenden Studie und der Vorgängerstudie, 2000 bis 2018

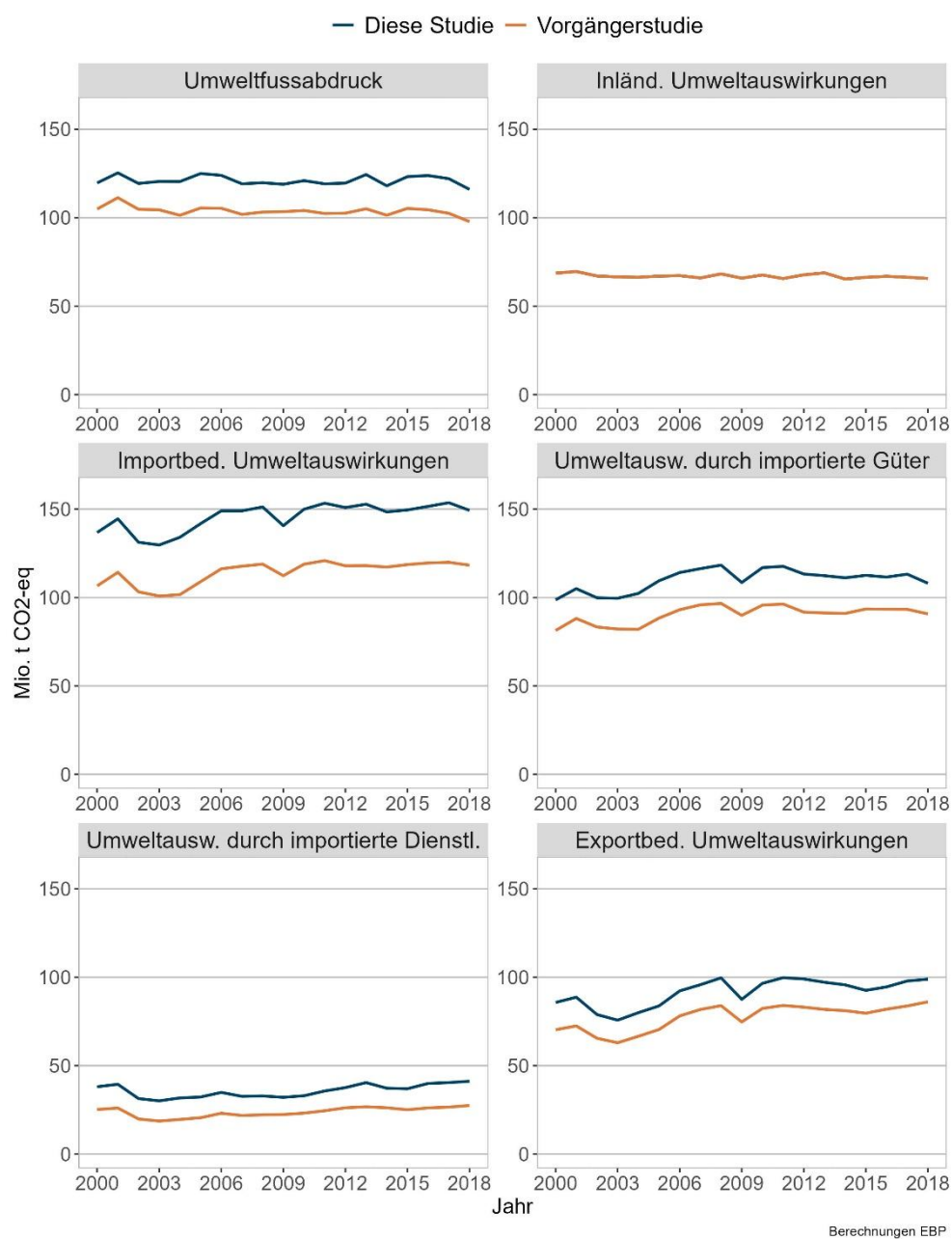


Abbildung 53 Ergebnisvergleich zur Entwicklung des Treibhausgas-Fussabdrucks zwischen der vorliegenden Studie und der Vorgängerstudie, 2000 bis 2018

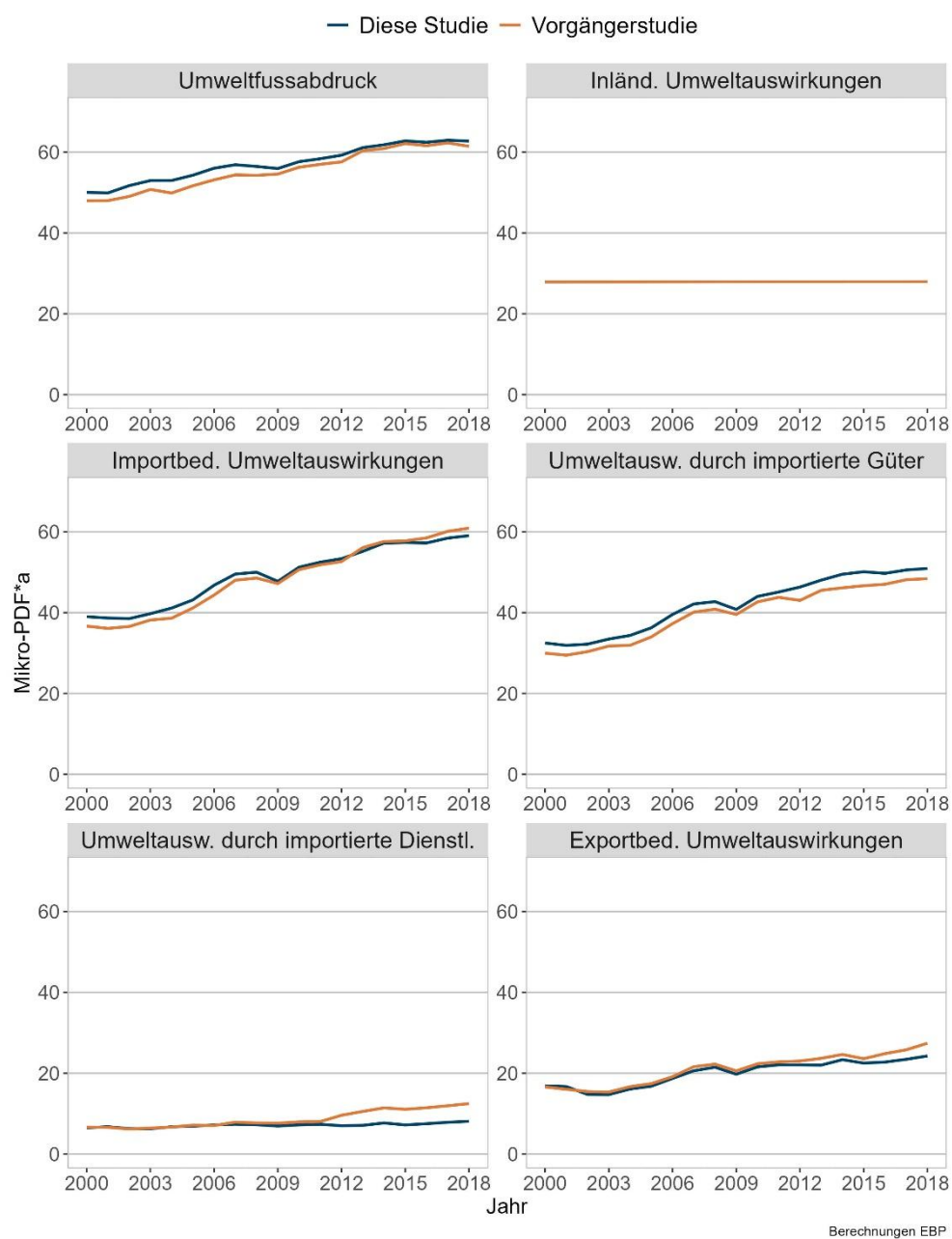


Abbildung 54 Ergebnisvergleich zur Entwicklung des Biodiversitäts-Fussabdrucks zwischen der vorliegenden Studie und der Vorgängerstudie, 2000 bis 2018

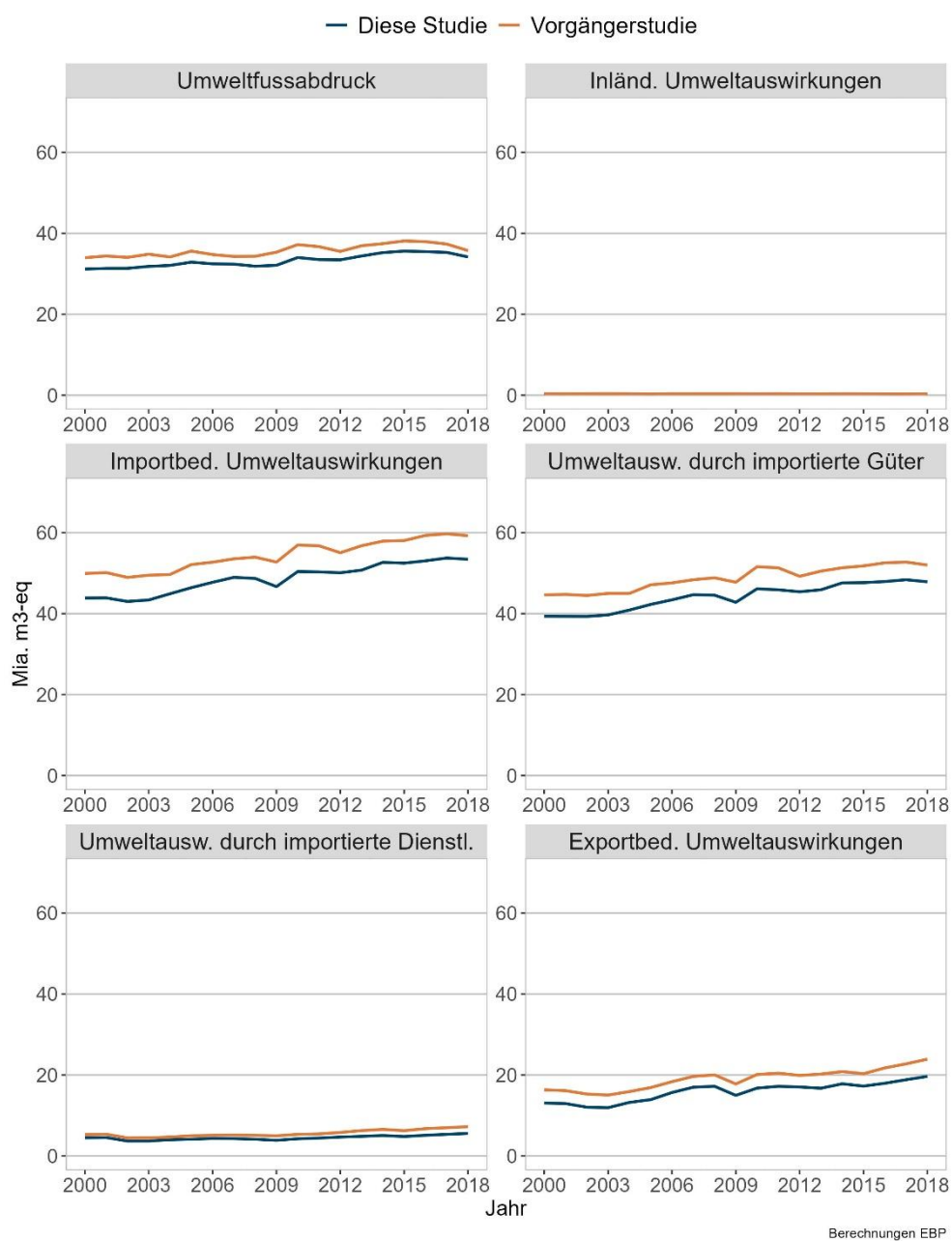


Abbildung 55 Ergebnisvergleich zur Entwicklung des Wasserstress-Fussabdrucks zwischen der vorliegenden Studie und der Vorgängerstudie, 2000 bis 2018



Abbildung 56 Ergebnisvergleich zur Entwicklung des Eutrophierungs-Fussabdrucks zwischen der vorliegenden Studie und der Vorgängerstudie, 2000 bis 2018

A7 Annahmen zur Herleitung des Orientierungswert für die ökologische Belastungsgrenze für die Gesamtumweltbelastung

Umweltbereich	Orientierungswert [Mio. UBP pro Person und Jahr]	Kommentar
Abiotische Ressourcen	1.8	Aus dem inländischen Reduktionsbedarf abgeleitet
Boden	0.6	Von der ökologischen Belastbarkeitsgrenze für Biodiversität hergeleitet
Bodenqualität	1.9	Aus dem inländischen Reduktionsbedarf abgeleitet
Klimawandel	0.0	Aus dem Restbudget für Treibhausgasemissionen abgeleitet
Luftqualität	2.3	Aus dem inländischen Reduktionsbedarf abgeleitet
Ozonschichtabbau	0.1	Aus dem inländischen Reduktionsbedarf abgeleitet
Wasser	0.1	Aus dem Orientierungswert für Wasserstress abgeleitet
Total (gerundet)	8	