



RESET
2020



NACHHALTIGER KONSUM

Die Ursachen steigender Materialfußabdrücke - Detailanalyse ausgewählter Produktgruppen

Inputpapier für die Implementierung von RESET2020

IMPRESSUM

Medieninhaber und Herausgeber:

Forschungsgruppe „Nachhaltige Ressourcennutzung“
Institute for Ecological Economics
Wirtschaftsuniversität Wien (WU)

Autoren:

Hanspeter Wieland, Stefan Giljum, Martin Bruckner

Grafikdesign:

Forschungsgruppe „Nachhaltige Ressourcennutzung“
Institute for Ecological Economics
Wirtschaftsuniversität Wien (WU)



Auftraggeber:

BUNDESMINISTERIUM
FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT,
UMWELT UND WASSERWIRTSCHAFT

Abt. I/3 – Umweltförderpolitik, Nachhaltigkeit, Biodiversität

Abt.V/7 – Betrieblicher Umweltschutz & Technologie
Stubenring 1, 1010 Wien

www.bmlfuw.gv.at

Alle Rechte vorbehalten.

Wien, Dezember 2016

Inhalt

Zusammenfassung	4
1. Einleitung	5
Ziele und Struktur dieses RESET Berichts	5
2. Der analytische IPAT-Ansatz.....	6
3. Methode und Daten.....	8
3.1. Methodik	8
(Multiregionale) Input-Output-Analyse	8
Strukturelle Lieferkettenanalyse	8
EXIOBASE.....	10
Daten von Statistik Austria	10
4. Ergebnisse	11
4.1. Materialfußabdruck der Haushalte: ein Rückblick	11
4.2. Detailanalyse ausgewählter Produktgruppen	12
Fleisch.....	13
Milchprodukte.....	16
Elektrizität	18
Treibstoffe	19
Fahrzeuge.....	21
Elektronikprodukte (Telekommunikation, TV, Radio, PC).....	23
5. Produktgruppen in der Zusammenschau	25
6. Schlussfolgerungen	27
Literatur	29

Zusammenfassung

Aufbauend auf der RESET Studie zu „Nachhaltigem Konsum“ liefert dieser Bericht eine **vertiefte Analyse der Entwicklungen der Materialfußabdrücke in sechs ausgewählten Produktgruppen**: Fleisch, Milchprodukte, Elektrizität, Treibstoffe, Fahrzeuge, sowie Elektronikprodukte. Ziel dieses Berichts ist es, herauszuarbeiten, welche Triebkräfte hinter den veränderten bzw. erhöhten Materialfußabdrücken auf der Ebene einzelner Produktgruppen stehen, etwa eine Intensivierung des Rohstoffeinsatzes entlang der Produktionsketten oder eine gestiegene Endnachfrage.

Als Analyserahmen wird dabei ein Modell herangezogen, welches es ermöglicht, die **verschiedenen Haupttriebkräfte hinter einem veränderten Materialfußabdruck** zu untersuchen (das sogenannte IPAT Modell). Die Analysen wurden mit der Methode der multi-regionalen Input-Output Analyse auf Basis der internationalen Datenbank ‚EXIOBASE‘ sowie auf Basis diverser Daten von Statistik Austria durchgeführt.

Die Ergebnisse der Analyse zeigen, dass die **Materialfußabdrücke von fünf der sechs untersuchten Produktgruppe einen steigenden Trend aufweisen**. Einzige Ausnahme bildet der Bereich des Fleischkonsums, da sich im betrachteten Zeitraum eine signifikante Veränderung der Zusammensetzung dieser Produktgruppe zeigte (eine Abnahme des Konsums von Rindfleisch bei gleichzeitiger Zunahme des Konsums von Hühnerfleisch). Die Materialfußabdrücke der Kategorien Milchprodukte, Elektrizität sowie der Elektronikprodukte zeigen im betrachteten Zeitraum alle einen deutlichen Anstieg. Jedoch ist dieser unterschiedlich begründet. Bei den Milchprodukten ist – ähnlich wie beim Fleisch – eine Verschiebung der Konsumgewohnheiten innerhalb dieser Gruppe festzustellen, insbesondere ein starkes Wachstum des Konsums im Bereich des – sehr ressourcenintensiveren – Konsums von Käse. Bei der Produktgruppe Elektrizität ist sowohl eine Erhöhung des direkten Stromverbrauchs in den Haushalten, als auch Verschiebungen in den Vorleistungsketten für den insgesamt stark ansteigenden Materialfußabdruck verantwortlich. Im Bereich der Elektronikprodukte hingegen blieben pro-Kopf Konsum bzw. Ausgaben relativ konstant, wie auch die Zusammensetzung der Vorleistungsstruktur. Hinter den stark steigenden Materialfußabdrücken dieser Produktgruppe steckt insbesondere ein Bevölkerungsfaktor, d.h. die Tatsache, dass Haushalte im Jahr 2011 einen stark erhöhten Ausstattungsgrad in diesen Produktgruppen aufwiesen als noch im Jahr 1995.

Die **Identifizierung von Handlungsmöglichkeiten und Ansatzpunkten** für Maßnahmen zur Reduktion des Materialfußabdrucks durch die EndkonsumentInnen sollte daher die spezifischen Ergebnisse einbeziehen und die unterschiedlichen Veränderungspotentiale nützen. Liegt der Anstieg des Materialfußabdrucks insbesondere in Veränderungen der Lieferstrukturen und der indirekten Rohstoffeinsätze entlang der Wertschöpfungsketten, so ist eine Reduktion des Materialfußabdrucks durch private Haushalte vor allem über eine Verringerung der konsumierten Menge zu erreichen. Beispiele hierfür wären etwa die Produktgruppen ‚Elektrizität‘ sowie ‚Treibstoffe‘. Die hohe Materialintensität einzelner Produkte innerhalb einer Gruppe, wie etwa das oben beschriebene Thema des Käsekonsums, könnten etwa in Informationskampagnen adressiert werden, um KonsumentInnen detaillierte Information über die globalen Konsequenzen hinsichtlich des Rohstoffeinsatzes zu liefern. In anderen Produktgruppen, wie etwa jener der Elektronikprodukte, wird es in Zukunft insbesondere um die Frage gehen, wie die Langlebigkeit und Reparaturmöglichkeit dieser Produkte verbessert werden könnte.

1. Einleitung

Die von der Forschungsgruppe „Nachhaltige Ressourcennutzung“ der WU Wien erstellte RESET Studie „Nachhaltiger Konsum“ (Giljum et al., 2016) lieferte eine Analyse des Materialfußabdrucks des privaten Konsums in Österreich im Zeitraum von 1995 bis 2011. Zur Durchführung der Analyse wurde die Methode der multi-regionalen Input-Output Analyse angewendet, welche ökonomische Daten zur Verflechtung der heimischen Wirtschaftssektoren sowie des internationalen Handels mit Daten zur weltweiten Entnahme von Rohstoffen verknüpft. Mit Hilfe dieser Methode kann der Rohstoffeinsatz (gemessen in Tonnen) über die monetären Wirtschaftsverflechtungen im In- und Ausland (gemessen in Euros) der Endnachfrage der verschiedenen Produktgruppen durch die privaten Haushalte in Österreich zugerechnet werden.

Die Studie brachte das Ergebnis, dass der Materialfußabdruck des privaten Konsums in Österreich im betrachteten Zeitraum deutlich anstieg. Lag dieser im Jahr 1995 noch bei etwa 11 Tonnen pro-Kopf, so erhöhte sich dieser Wert bis zum Jahr 2011 auf etwa 19 Tonnen pro-Kopf. Wachsende Materialfußabdrücke wurden dabei in allen relevanten Konsumbereichen identifiziert, so etwa in den Bereichen Ernährung, Wohnen und Haushaltsausstattung, Transport, Kommunikation und Freizeit.

Im RESET Bericht zu nachhaltigem Konsum wurde bereits kurz erläutert, dass dieser Anstieg durch mehrere Faktoren bedingt sein kann: (a) durch einen verstärkten Einsatz von Vor- und Zwischenprodukten entlang der Produktionsketten im In- und Ausland; (b) durch einen mengenmäßig erhöhten Endkonsum der Privatpersonen; oder (c) durch unterschiedliche Preisentwicklungen in den verschiedenen Konsumbereichen. Eine Detailanalyse einzelner Produktgruppen konnte jedoch aufgrund der beschränkten Mittel in der ersten Konsumstudie nicht durchgeführt werden. Für die weitere Nutzung der Ergebnisse in politischen Initiativen ist diese Information jedoch von zentraler Bedeutung.

Die vorliegende Detailanalyse baut auf den ersten Bericht auf und bietet eine tiefergehende Betrachtung der Entwicklungen in ausgewählten Produktgruppen. Anhang ausgewählter Produktgruppen in verschiedenen Konsumbereichen wird gezeigt, welche Triebkräfte hinter den erhöhten Materialfußabdrücken auf der Ebene einzelner Produktgruppen stehen.

Die Ergebnisse liefern wichtige Informationen hinsichtlich prioritärer Handlungsmöglichkeiten für eine Reduktion des Materialfußabdrucks der untersuchten Produktgruppen. Dies ist für die Gestaltung politischer Maßnahmen und Initiativen seitens des BMLFUW von großer Bedeutung. Insbesondere werden die detaillierten Untersuchungen der Rohstoffanforderungen entlang der Produktionsketten aufzeigen, in welchen Abschnitten der Produktion die größten Beiträge zum Materialfußabdruck einer Produktgruppe anfallen und ob diese im In- oder Ausland liegen. Dies liefert wichtige Anhaltspunkte für unternehmerische Potentiale zur Erhöhung der Rohstoffproduktivität entlang der gesamten Wertschöpfungskette.

Ziele und Struktur dieses RESET Berichts

Die folgenden Fragen werden in dieser Detailanalyse behandelt:

- a) Welche Faktoren bedingten die Veränderung bzw. den beobachteten Anstieg der Materialfußabdrücke in einzelnen Produktgruppen (Intensivierung der Produktion versus gestiegene Endnachfrage)?

- b) Welchen Einfluss hatten dabei die Globalisierung von Wertschöpfungsketten und die Auslagerung von Produktionsschritten in Länder wie China?
- c) Wie haben sich die Konsumausgaben österreichischer Haushalte in diesen Produktkategorien über den Analysezeitraum entwickelt?
- d) Wie haben sich der mengenmäßige Konsum und die Ausstattung österreichischer Haushalte mit verschiedenen Produkten entwickelt?
- e) Welche Empfehlungen hinsichtlich der wichtigsten Handlungsfelder für eine Reduktion des Materialfußabdrucks können für die verschiedenen Produktgruppen abgeleitet werden?

Dieser Bericht ist wie folgt strukturiert. In Kapitel 2 wird die allgemeine analytische Herangehensweise, das sogenannte IPAT-Modell, erörtert. Darauf folgt eine genaue Beschreibung der verwendeten Datensätze und Modelle (Kapitel 3). Der Anfang des Ergebniskapitels (Kapitel 4) rekapituliert noch einmal die wichtigsten Trends des gesamten Materialfußabdrucks der österreichischen Haushalte und stellt im Weiteren die Ergebnisse der Detailanalysen von ausgewählten Produktgruppen dar. Kapitel 5 fasst die Detailanalysen zusammen, um dann in Kapitel 6 Empfehlungen für Ansatzpunkte zur Reduktion des Materialfußabdrucks abzuleiten.

2. Der analytische IPAT-Ansatz

Der für diese Untersuchung angewandte Analyserahmen bedient sich der sogenannten IPAT-Identität ($I = P * A * T$). Dabei handelt es sich um ein in der wissenschaftlichen Analyse weit verbreitetes Erklärungsmodell (siehe zum Beispiel Chertow, 2001; Schandl and West, 2010), welches Veränderungen in einer abhängigen Variable I (Impact), in unserem Fall der Materialfußabdruck, auf Veränderungen in einer bestimmten Anzahl von unabhängigen Variablen zurückführt (P, A, T). In diesem Zusammenhang bezeichnet man die unabhängigen Variablen auch als Faktoren, Treiber oder Triebkräfte, welche einen Effekt auf die von ihnen abhängige Variable (I) ausüben.

Die drei Haupttriebkräfte hinter einem veränderten Materialfußabdruck sind demzufolge Bevölkerungswachstum (P für *population*), Veränderungen beim direkten Konsum pro-Kopf (A für *affluence*) sowie bei der Produktionsintensität der direkt konsumierten Güter (T für *technology*). Das Produkt der Veränderungen in den drei unabhängigen Variablen muss letztendlich in der Veränderung der abhängigen Variable resultieren. Die folgende Grafik illustriert diesen Zusammenhang.

Abbildung 1: Die Triebkräfte hinter Veränderungen des Materialfußabdrucks nach dem IPAT-Modell

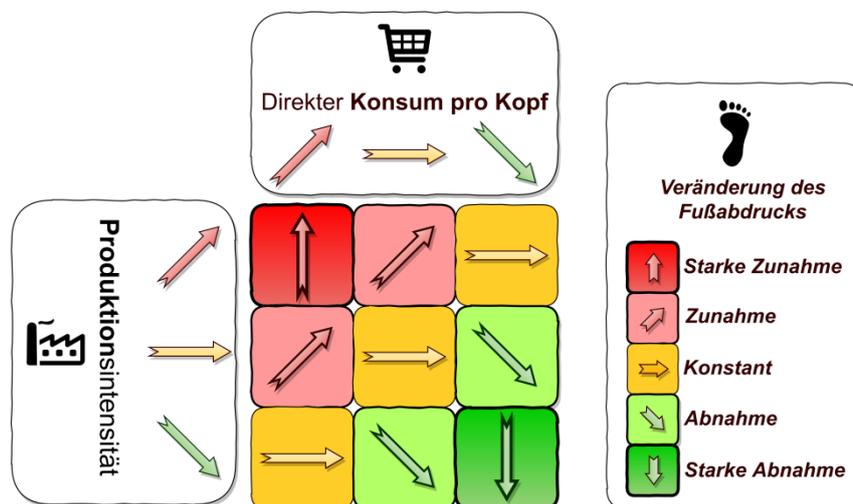


Abbildung 1 zeigt die Triebkräfte (unabhängigen Variablen) hinter den Veränderungen des Materialfußabdrucks: Bevölkerung (P), der direkte Konsum pro-Kopf (A) und die

Produktionsintensität bzw. die Summe der eingesetzten Vorleistungen oder Ressourcen je bereitgestelltem Endkonsumgut (T). Vorweg kann an dieser Stelle bereits darauf hingewiesen werden, dass das Bevölkerungswachstum in Österreich mit ca. +5% über den Zeitraum von 1995 bis 2011 einen sehr kleinen Effekt auf den wachsenden Materialfußabdruck hatte. Daher sind auch die zeitlichen Verläufe des absoluten und des pro-Kopf Materialfußabdrucks sehr ähnlich. Die Ausnahme von dieser allgemeinen Tendenz bilden dabei Elektronikprodukte wie Handys, welche am Beginn des Zeitraums im Jahr 1995 von einem weit kleineren Anteil der Bevölkerung genutzt wurden als am Ende des Zeitraums (2011).

Für die meisten Produktgruppen müssen jedoch die Haupttriebkräfte demnach die Veränderungen beim direkten pro-Kopf Konsum (A) und bei der Produktionsintensität (T) der Haushaltsgüter sein. Die folgende Abbildung stellt schematisch diese beiden Triebkräfte gegenüber und veranschaulicht, wie sich die Effekte in Summe auf den Materialfußabdruck auswirken können.

Abbildung 2: Schematische Darstellung des Zusammenwirkens zwischen unabhängigen Variablen und der Veränderung des Materialfußabdrucks



Generell gibt es nur drei Möglichkeiten, wie sich die beiden unabhängigen Variablen über den betrachteten Zeitraum veränderten. Die Produktionsintensität und der direkte Konsum pro-Kopf können relativ betrachtet entweder steigen (rote Pfeile nach oben), sinken (grüne Pfeile nach unten) oder konstant bleiben (gelbe, waagerechte Pfeile). Wenn die zwei Haupteffekte parallel in dieselbe Richtung wirken, wenn zum Beispiel beide zu- oder abnehmen, können sich diese Effekte multiplizieren und zu einer starken Zunahme (roter senkrechter Pfeil nach oben) oder zu einer starken Abnahme führen (grüner senkrechter Pfeil nach unten). Theoretisch ist es auch möglich, dass sich die Zunahme der einen Variablen durch die Abnahme der anderen Variable aufhebt und es so zu keiner Veränderung beim Materialfußabdruck kommt. Neben diesen beiden Kombinationen, also gegenseitiges Verstärken und gegenseitiges Kompensieren der Triebkräfte, existieren noch weitere Varianten, bei denen eine Variable über die Zeit konstant bleibt (gelber Pfeil) und die Veränderung der anderen Variable (Zu- oder Abnahme) hauptverantwortlich für die moderate Zu- oder Abnahme des Materialfußabdrucks ist.

Die schematische Einteilung der relativen Veränderungen in fünf Kategorien nach einem Farbsystem („starke Abnahme“, „Abnahme“, „Konstant“, „Zunahme“, „starke Zunahme“) bildet die Basis für die Bewertung der Triebkräfte im Hauptteil dieses Berichts. Dies

geschieht vor dem Hintergrund, dass jeder Indikator oder Messwert immer mit einer gewissen Unsicherheit behaftet ist. Um dieser Tatsache Rechnung zu tragen bzw. um von den Indikatoren abgeleitete Schlussfolgerungen möglichst robust zu gestalten, werden die Veränderungen der Produktionsintensität, des direkten pro-Kopf Konsums und des Materialfußabdruckes immer an Hand dieser fünfteiligen Skala bewertet. Bewegt sich zum Beispiel die relative Veränderung des direkten Konsums pro-Kopf im Bereich zwischen +10% und -10% so wird dies mit „konstant“ bewertet. Relative Veränderungen zwischen +10 bis +30% bzw. -10% bis -30% fallen demnach in die Kategorien „Zunahme“ bzw. „Abnahme“. Jede relative Veränderung, die über +30% bzw. unter -30% reicht, wird demnach den Kategorien „starke Zunahme“ bzw. „starke Abnahme“ zugeordnet.

3. Methode und Daten

Die folgenden Methoden und Datensätze kamen bei der vorliegenden Arbeit zum Einsatz.

3.1. Methodik

(Multiregionale) Input-Output-Analyse

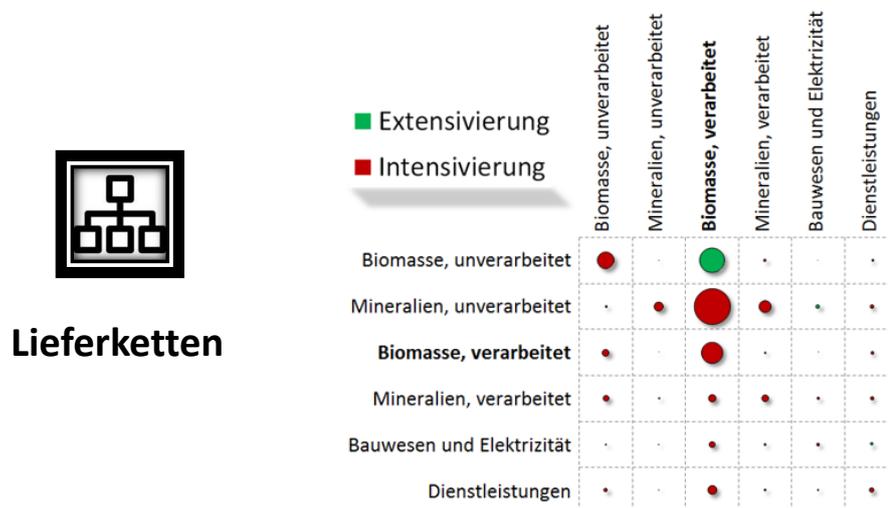
Input-Output (IO) Modelle beschreiben das komplexe Netzwerk des Austausches von Gütern und Dienstleistungen zwischen Wirtschaftssektoren und Endverbrauchern innerhalb einer Ökonomie. Die Basis einer jeden IO-Analyse sind die sogenannten Input-Output-Tabellen. Dabei handelt es sich um Matrizen, welche die Transaktionen bzw. die Lieferungen zwischen Wirtschaftssektoren in monetären Einheiten darstellen. Die IO-Tabellen geben Auskunft darüber, wie viel welcher Vorleistungen (Güter und Dienstleistungen) ein jeder Sektor für seine Produktion benötigt. Je Wirtschaftszweig lässt sich dadurch nicht nur der direkte Bedarf an Vorleistungen ermitteln, sondern auch der indirekte Bedarf, also die Vorleistungen der Vorleistungen, usw. Durch eine Transformation der IO-Tabellen erhält man dann die sogenannten Multiplikatoren. Diese geben an, wie viele Vorleistungen in Summe notwendig sind, um eine bestimmte Menge eines Produkts für den Endkonsum herzustellen. Erweitert man diese Multiplikatoren um Informationen zur Materialintensität der einzelnen Wirtschaftssektoren, so lässt sich der Materialfußabdruck des Endverbrauchs ermitteln. Die vorliegende Analyse basiert auf einem multiregionalen Input-Output Modell (MRIO). MRIO's verknüpfen nationale IO-Tabellen mittels bilateraler Handelsdaten, wodurch es möglich ist, für eine größere Anzahl von Ländern und Sektoren eine ganze Reihe von konsumbasierten Umweltindikatoren sehr detailliert und konsistent und über die gesamte globale Wertschöpfungskette zu berechnen.

Strukturelle Lieferkettenanalyse

Bei der strukturellen Lieferkettenanalyse (auf Englisch *structural production layer decomposition*), handelt es sich um eine Analysemethode, welche es ermöglicht, die Auswirkungen von einzelnen, sich über die Zeit veränderten sektoralen Lieferbeziehungen auf den aggregierten Materialfußabdruck zu quantifizieren. Ausgangspunkt für die Quantifizierung der Effekte von einzelnen Lieferbeziehungen ist die folgende Frage: „Wie hätte sich der Fußabdruck im betrachteten Zeitraum verändert, wenn sich nur diese konkrete Lieferbeziehung verändert hätte und die restlichen sektoralen Verflechtungen konstant geblieben wären?“. Ausgehend von der einfachen Frage „was wäre wenn...“ können Karten, sogenannte Heatmaps berechnet und dargestellt werden, welche die Effekte von Veränderungen in den Lieferkettenverflechtungen in aggregierter Form zeigen.

Diese Heatmaps spiegeln die geläufige Dreiteilung der volkswirtschaftlichen Produktionsaktivitäten in primären (unverarbeitete Rohstoffe), sekundären (industrielle bzw. höhere Verarbeitung von Rohstoffen) und tertiären Sektor (Dienstleistungen) wider. An Hand der folgenden Abbildung, welche die Lieferbeziehungen hinter dem Fleischsektor Österreichs zeigt, soll illustriert werden, wie diese Heatmaps zu interpretieren sind.

Abbildung 3: Heatmap einer strukturellen Lieferkettenanalyse, Beispiel Fleischsektor



Alle Sektoren, welche direkt oder indirekt den Fleischsektor beliefern, werden in sechs Hauptgruppen aggregiert:

- Unverarbeitete Biomasse* beinhaltet alle landwirtschaftlichen (inklusive Aufzucht von Nutztieren und die Produktion von Rohmilch) und forstwirtschaftlichen Produktionsaktivitäten;
- Zu den *unverarbeiteten Mineralien* zählen alle Sektoren, welche abiotische Rohstoffe wie Erze, Sand, Rohöl oder Erdgas aus der Natur extrahieren. Bei den sekundären Sektoren wird auch zwischen dem primären Grundstoff unterschieden, welcher im Verarbeitungsprozess verwendet wird;
- Zu den Sektoren, welche *verarbeitete Biomasse* produzieren, zählen vor allem die höher verarbeiteten Lebensmittelsektoren (Fleisch- und Milchprodukte);
- zu den Sektoren, welche hauptsächlich *abiotische bzw. mineralische Grundstoffe verarbeiten*, zählen folglich u.a. die Petrochemie oder die Bereitstellung von Baustoffen und halbverarbeiteten Metallprodukten wie zum Beispiel Stahl. Beim Sekundärsektor wird differenziert zwischen
- Bauwesen und Elektrizitätsbereitstellung* sowie
- allen restlichen *Dienstleistungen*.

Jede wirtschaftliche Aktivität in einem Land kann in diesem Schema verortet werden.

Die Heatmap in Abbildung 3 visualisiert alle 36 möglichen Lieferverflechtungen für die genannten aggregierten Sektoren. In den Zeilen findet sich dabei der liefernde Sektor und in der Spalte der belieferte Sektor. Der große rote Kreis in der zweiten Zeile der dritten Spalte bedeutet nun, dass sich diese konkrete Lieferbeziehung (unverarbeitet Mineralien werden an Biomasse-verarbeitende Sektoren geliefert) im Zeitraum zwischen 1995 und 2011 intensiviert bzw. gesteigert hat. Mit anderen Worten, die Produktionsintensität bei der Herstellung von einer Einheit Fleisch hat sich zwischen 1995 und 2011 vor allem deshalb verändert, weil die Sektoren welche Biomasse verarbeiten, ihre Nachfrage nach unverarbeiteten Mineralien gesteigert haben. Die Flächen der Kreise stehen für die Größe

des Effekts, den die Veränderung dieser konkreten Lieferbeziehung auf den aggregierten Materialfußabdruck ausübt (je größer desto stärker). Die Farbe der Kreise zeigt an, ob sich diese Lieferbeziehung intensiviert (rot) oder extensiviert (grün) und somit zu einer Zunahme des Materialfußabdrucks oder zu einer Abnahme geführt hat. An Hand dieser Darstellung ist es möglich, sehr komplexe und sich teilweise aufhebende Effekte von verschiedenen Lieferverflechtungen aggregiert und übersichtlich darzustellen.

3.2. Datensätze

EXIOBASE

Für die Analysen dieses Berichts wird die MRIO Datenbank „EXIOBASE“ verwendet. EXIOBASE wurde in mehreren Projekten des europäischen Forschungsrahmenprogramms über die letzten 10 Jahre entwickelt und stellt heute die detaillierteste Datengrundlage dar, um die Umwelt-Performance europäischer Länder in ihrem globalen Kontext zu analysieren (Tukker et al., 2014; Wood et al., 2015). EXIOBASE beinhaltet explizit alle EU-28 Länder plus die 16 wichtigsten Handelsnationen der EU. Zusammen machen diese Länder etwa 90% des globalen BIP aus. Alle restlichen Länder der Welt werden in 5 Gruppen („Rest von Asien“, „Rest von Afrika“, etc.) zusammengefasst. In diesem Bericht kommt die Version EXIOBASE 3.1 zum Einsatz, welche die Zeitreihe von 1995 bis 2011 abdeckt.

Daten von Statistik Austria

Versorgungsbilanzen

Dieser Datensatz beschreibt das Aufkommen und die Verwendung von Nahrungsmitteln in Österreich (Statistik Austria, 2015). Versorgungsbilanzen werden von der Statistik Austria an Hand einer europaweit einheitlichen Methodik erstellt. Sie beinhalten nicht nur Informationen über den Landwirtschaftssektor, sondern auch über die nachgelagerten Nahrungsmittelsektoren. Dadurch ist es möglich, nicht nur die Produktion und den Einsatz von Grunderzeugnissen (z.B. Weizen) nachzuverfolgen, sondern auch die wichtigsten Verarbeitungsprodukte (z.B. Mehl). Die aktuellste Version der Versorgungsbilanz unterscheidet zwischen 117 Produkten. Die vorliegende Studie bezieht aus dieser Quelle die Daten zum Pro-Kopf Inlandskonsum von tierischen und pflanzlichen Lebensmitteln.

Energiegesamtrechnung

Analog zur Versorgungsbilanz für tierische und pflanzliche Produkte, beschreibt die Energiegesamtrechnung das Aufkommen und die Verwendung von Energieträgern durch Wirtschaftszweige und Haushalte in Österreich (Statistik Austria, 2009). In der aktuellsten Version beinhaltet der Datensatz Informationen über 42 verschiedenen Energieträger in physischen (Tonnen) und energetischen (Joule) Einheiten. Die Energiegesamtrechnung stellt die Hauptquelle für die in der vorliegenden Studie analysierten Energieverbräuche (Elektrizität und Treibstoffe) der Haushalte dar.

Private Konsumausgaben in konstanten Preisen

Die Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung der Statistik Austria beinhaltet unter anderem Zeitreihen über die Konsumausgaben der privaten Haushalte in konstanten Preisen (Referenzjahr 2010) (Statistik Austria, 2016). Im Gegensatz zur Bewertung in laufenden Preisen, bietet die Darstellung des Konsums in konstanten Preisen die Möglichkeit, reale (bzw. indirekt auch physische) Entwicklungen über die Zeit näherungsweise darzustellen. Konstante Preise spiegeln inflationsbereinigt Veränderungen des Mengenniveaus bzw. des Volumens wider. In Bezug auf ein einzelnes Produkt bedeuten gleiche (Konsum-)Volumen

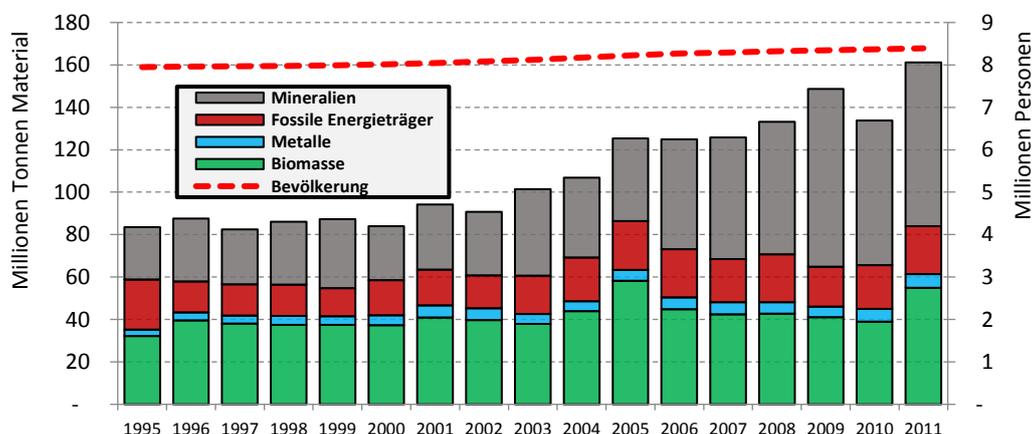
(z.B. im Jahr 1995 und 2011) „identisches“ Volumen bzw. Menge. Im Falle einer komplexen Auswahl an Waren hingegen, die ein Aggregat bilden, wie zum Beispiel die Gesamtheit aller von den Haushalten in einem Jahr erworbenen Fahrzeuge, bedeutet ein „gleiches“ Volumen zwischen zwei Jahren nicht einen „identischen“ Korb von Waren (Fahrzeugen) sondern einen konstanten bzw. gleichgebliebenen Nutzen. Die Zusammenstellung des aggregierten Warenkorbes (wie Fahrzeuge) kann sich zwischen den Zeitpunkten verändert haben, wobei aber beide Aggregate noch immer die gleiche Zufriedenstellung bieten. Mit anderen Worten, Qualität und physische Eigenschaften der Produkte oder des Warenkorbes mögen sich zwischen den Zeitpunkten verändert haben (Typ, Größe oder Gewicht der Fahrzeuge), ihr aggregierter Nutzen kann aber trotzdem gleich geblieben sein. Die vorliegende Studie zieht die Informationen über die Konsumausgaben in konstanten Preisen dort heran, wo physische Einheiten nicht vorhanden sind, wie zum Beispiel in den Bereichen audiovisueller Geräte oder Fahrzeuge.

4. Ergebnisse

4.1. Materialfußabdruck der Haushalte: ein Rückblick

Im Hauptteil des Ergebnisteils werden die Resultate der Detailanalyse je Produktgruppe präsentiert. Doch zuvor soll noch einmal kurz der gesamte Materialfußabdruck der österreichischen Haushalte rekapituliert werden, um allgemeine Eigenschaften des zeitlichen Verlaufs in Erinnerung zu rufen. Abbildung 4 zeigt die Entwicklung des Materialfußabdrucks ab 1995 bis 2011 disaggregiert nach Materialkategorien. Darüber hinaus ist in der Grafik auch die Bevölkerungsentwicklung in Österreich eingezeichnet.

Abbildung 4: Materialfußabdruck der Haushalte (linke Achse) aufgeteilt nach Materialkategorien und Bevölkerung (rechte Achse) in Österreich zwischen 1995-2011



Der absolute Materialfußabdruck der österreichischen Haushalte hat sich zwischen 1995 und 2011 in etwa verdoppelt, von ca. 80 Millionen Tonnen auf über 160 Millionen Tonnen. Biomasse ist von 32 Millionen Tonnen im Jahr 1995 auf ca. 54 Millionen Tonnen im Jahr 2011 gestiegen. Fossile Energieträger zeigten einen in etwa konstanten Verlauf bzw. sind leicht gesunken (ca. 22.5 Millionen Tonnen im Jahr 2011). Die absolute Menge der Metalle hat sich im analysierten Zeitraum von ca. 3 Millionen Tonnen auf über 6 Millionen Tonnen mehr als verdoppelt. Der größte relative und absolute Anstieg über die Zeit wurde jedoch bei den mineralischen Rohstoffen, und hier in erster Linie bei den Baustoffen, verzeichnet. Mineralien verdreifachten ihren Materialfußabdruck der österreichischen Haushalte zwischen 1995 und 2011, von ca. 25 Millionen auf über 77 Millionen Tonnen. Im ersten

RESET-Bericht „Nachhaltiger Konsum“ wurde gezeigt, dass der größte Teil dieser Baustoffe vor allem aus China stammt, wo seit geraumer Zeit intensiv neue Infrastruktur, u.a. auch für die Exportwirtschaft, aufgebaut wird. Die Baustoffe der chinesischen Infrastruktur werden auch in der Detailanalyse der diversen Produktgruppen (siehe folgendes Kapitel) immer wieder ein wichtiges Thema sein.

Die österreichische Bevölkerung ist zwischen 1995 und 2011 um ca. 5% gewachsen (ca. 400.000 Personen). Da sich der absolute Materialfußabdruck im gleichen Zeitraum fast verdoppelt hat, ist auch der pro-Kopf Materialfußabdruck entsprechend stark angewachsen (von 11 t/Kopf auf über 19 t/Kopf im Jahr 2011). Daraus kann gefolgert werden, dass das Bevölkerungswachstum als Treiber nur einen sehr geringen Effekt auf wachsende Fußabdrücke hatte. Daher wird in der nun folgenden Detailanalyse ausschließlich auf den pro-Kopf Fußabdruck fokussiert und die beiden verbleibenden Triebkräfte (Produktions- und Konsummuster) zu diesem in Beziehung gesetzt.

4.2. Detailanalyse ausgewählter Produktgruppen

Im Folgenden werden für ausgewählte Produkte die Veränderungen der Materialfußabdrücke zwischen 1995 und 2011 analysiert und beschrieben. Diese Veränderungen des Materialfußabdrucks können auf zwei voneinander unabhängige Triebkräfte zurückgeführt werden. So lässt sich der eine Treiber dem Konsummuster der Haushalte (direkter Konsum pro-Kopf) und der andere dem Produktionsmuster der Herstellungsprozesse (Einsatz von Vorleistungen und Ressourcen je Endprodukt) zuordnen. Um die Bedeutung der beiden Triebkräfte für die Dynamik des Materialfußabdrucks der jeweiligen Produktgruppe abzuschätzen, wird bei jeder Gruppe zuerst die Veränderung im direkten Konsum pro-Kopf dargestellt und diskutiert. In Fällen, in denen weitergehende Daten verfügbar sind, werden neben den prozentuellen Veränderungen zwischen 1995 und 2011 auch Veränderungen in der Zusammensetzung des direkten pro-Kopf Konsums analysiert (z.B.: Energiemix der Haushalte). Im Anschluss darauf folgt eine detaillierte Analyse des pro-Kopf Materialfußabdrucks, welche es uns erlaubt, Rückschlüsse auf die Veränderungen im Produktionsmuster abzuleiten. Die Veränderungen der Produktionsmuster werden an Hand folgender drei Dimensionen untersucht: Materialzusammensetzung, Lieferkettenverflechtungen und Herkunft der Ressourcen (siehe Abbildung 5).

Abbildung 5: Die drei Dimensionen der Detailanalyse des Materialfußabdrucks und seiner Produktionsmuster


Materialien

Die Materialzusammensetzung informiert darüber, wie sich die Anteile der Rohstoffe (Biomasse, Metalle, Mineralien oder fossile Energieträger) am Materialfußabdruck über die Zeit verändert haben und ob z.B. eine Zu- oder Abnahme beim pro-Kopf Fußabdruck auf den Einsatz von spezifischen Ressourcen zurückzuführen ist.


Lieferketten

Die Veränderungen in den Lieferverflechtungen hinter dem Materialfußabdruck geben Auskunft darüber, welche sektoralen Verflechtungen (bzw. welche Lieferungen zwischen welchen Sektoren) sich am stärksten auf die Zu- oder Abnahme beim Fußabdruck ausgewirkt haben. Die Unterschiede zwischen den Lieferverflechtungen des Jahres 1995 und 2011 werden an Hand einer Heatmap visualisiert. Grüne Kreise signalisieren eine Extensivierung (bzw. Abnahme) und rote Kreise eine Intensivierung (Zunahme) einer spezifischen Lieferbeziehung. Der Durchmesser der Kreise korrespondiert mit der Größe des Effekts, den diese Lieferbeziehung auf den aggregierten pro-Kopf Materialfußabdruck ausübt.


Herkunft

Für jede Produktgruppe werden die Herkunftsregionen der im Produktionsprozess verwendeten Materialien im Jahr 1995 und 2011 gegenübergestellt. Diese Betrachtung ermöglicht es festzustellen, ob bzw. in welchem Maße sich die Materialextraktion ins Ausland verschoben hat.

Fleisch

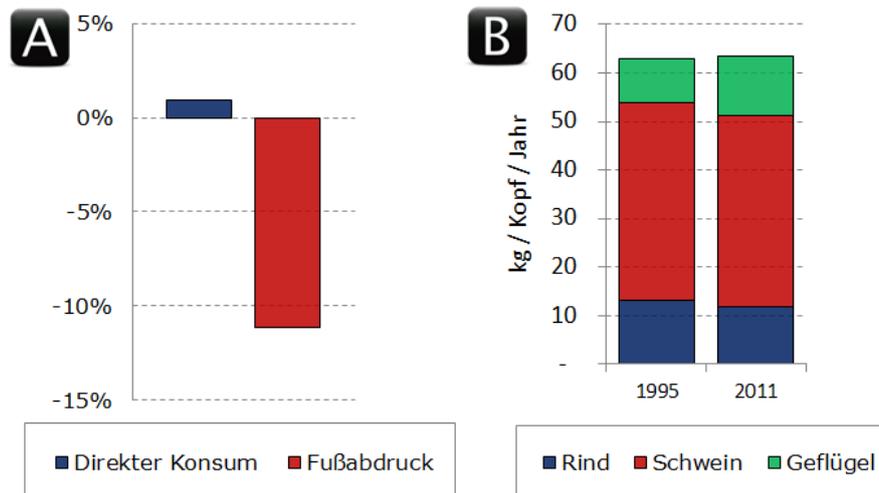
Der pro-Kopf Materialfußabdruck der Fleischprodukte wies zwischen 1995 und 2011 einen leicht rückläufigen Trend auf (ca. -10%). Die Analyse zeigt, dass sich der direkte Fleischverzehr pro-Kopf kaum verändert hat (ca. +1%). In Österreich zeichnet sich seit einigen Jahren ein Trend weg von Rind- und Schweinefleisch und hin zu mehr Geflügelfleisch ab. Weiters wächst der Markt für Bio-Fleisch langsam aber stetig. Diese beiden Faktoren (Geflügel und Bio-Fleisch) scheinen sich positiv im Sinne einer gesunkenen Produktionsintensität niederzuschlagen. Gleichzeitig verlagern sich die mit dem Fleischkonsum verbundenen Vorleistungen durch intensivierten Außenhandel immer stärker in Länder wie zum Beispiel China, wo in den letzten Jahren massiv neue Infrastruktur errichtet wurde und weiter errichtet wird. Dadurch ist der Anteil der Baustoffe im Fußabdruck der Fleischprodukte relativ stark gewachsen.



Die erste Abbildung 6A vergleicht die relative Veränderung des direkten pro-Kopf Fleischkonsums mit der relativen Veränderung des pro-Kopf Materialfußabdrucks von Fleischprodukten. Abbildung 6B stellt dann die Zusammensetzung des direkten pro-Kopf Fleischverzehrs im Jahr 1995 mit der Zusammensetzung im Jahr 2011 gegenüber.

Abbildung 6A: Prozentuelle Veränderung des direkten pro-Kopf Konsums und des pro-Kopf Materialfußabdrucks der Fleischprodukte zwischen 1995 und 2011

Abbildung 6B: Zusammensetzung des direkten pro-Kopf Fleischkonsums nach Fleischarten im Jahr 1995 und 2011

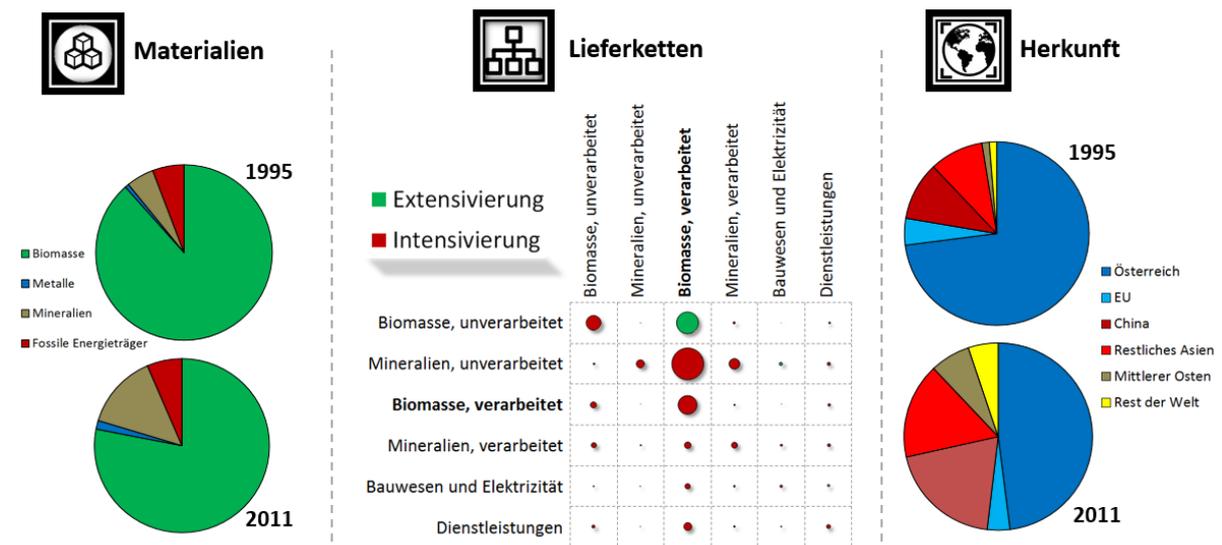


Der direkte pro-Kopf Konsum von Fleisch in Österreich betrug im Jahr 1995 ca. 63 kg und im Jahr 2011 ca. 64 kg. Relativ betrachtet, hat sich der direkte Fleischkonsum in Österreich also kaum (ca. +1%) verändert. Im Gegensatz dazu hat sich der pro-Kopf Materialfußabdruck der Fleischprodukte von 791 kg pro-Kopf im Jahr 1995 auf ca. 703 kg pro-Kopf im Jahr 2011 um ca. -11% verringert hat.

Die Analyse der Zusammensetzung des direkten Fleischkonsums nach Fleischarten (Abbildung 6B) zeigt, dass es im Laufe der Zeit zu einer Verschiebung hin zu mehr Geflügel (von 9 auf ca. 12 kg pro-Kopf) und weniger Rind kam. Diese Veränderungen in der Zusammensetzung des Fleischkonsums liefern auch eine Teilerklärung für den gesunkenen Materialfußabdruck der Fleischprodukte. Um ein Kilogramm Geflügelfleisch herzustellen benötigt der Züchter etwa 1.5 kg an Futtermittel. Dieses Verhältnis wird in der Literatur als Futtermittelverwertung bzw. *feed conversion ratio* (FCR) bezeichnet. Dieses Maß gibt an, wie viele kg Futtermittel (Input) für einen kg Fleischzuwachs (Output) im Schnitt benötigt werden. Dieser Wert liegt bei Geflügel deutlich niedriger als bei Rindern (durchschnittlich 6 kg pro kg Fleisch) oder Schweinen (3 kg je kg Fleisch)(Fry, 2011).

Die nächste Abbildung 7 zeigt die Ergebnisse der Detailanalyse des Materialfußabdrucks der Fleischprodukte anhand der drei Analysedimensionen Materialzusammensetzung, Lieferkettenverflechtungen sowie Herkunft der Ressourcen.

Abbildung 7: Veränderungen des Materialfußabdrucks der Fleischprodukte



Die Materialzusammensetzung (Abbildung 7 links) des Fußabdrucks von Fleisch hat sich zwischen 1995 und 2011 leicht zu Gunsten der (nicht-metallischen) Mineralien verändert. Die relative Zunahme der Mineralien ist vor allem auf die Verschiebung bei der Herkunft der Rohstoffe zurückzuführen (Abbildung 7 rechts). Hatten im Jahr 1995 ca. 10% der gesamten Rohstoffe des Materialfußabdrucks seinen Ursprung in China, stieg dieser Anteil auf über 20%. Auf Grund des massiven Ausbaus der Produktionskapazitäten sowie der Infrastruktur in China, tragen Importe aus China auch immer einen entsprechend hohen indirekten Import von Baustoffen mit sich. Das Bauwesen in China wird auch bei den folgenden Detailanalysen der meisten anderen Produktgruppen eine wichtige Rolle spielen. Ganz allgemein kann die Wachstumsdynamik dieses Sektors auch an wirtschaftlichen Kennzahlen abgelesen werden: Die Bruttoproduktion (gemessen in USD) des Bausektors in China hat sich zwischen 1995 und 2011 in etwa um den Faktor 10 gesteigert (Huang and Bai, 2011).

Die Dynamik des chinesischen Bauwesens lässt sich auch an den Veränderungen bei den Lieferverflechtungen ablesen (Abbildung 7 mittlere Grafik). Zwar ist es zu einer Extensivierung bzw. Verringerung bei den Lieferungen von Rohfleisch an die verarbeitenden Fleischsektoren gekommen (grüner Kreis in der ersten Zeile der dritten Spalte), gleichzeitig sind aber die Vorleistungen in Form von unverarbeiteten Mineralien (vor allem Baustoffe) überproportional stark gestiegen (in der Matrix der Lieferketten der rote Kreis in der zweiten Zeile der dritten Spalte).

Milchprodukte

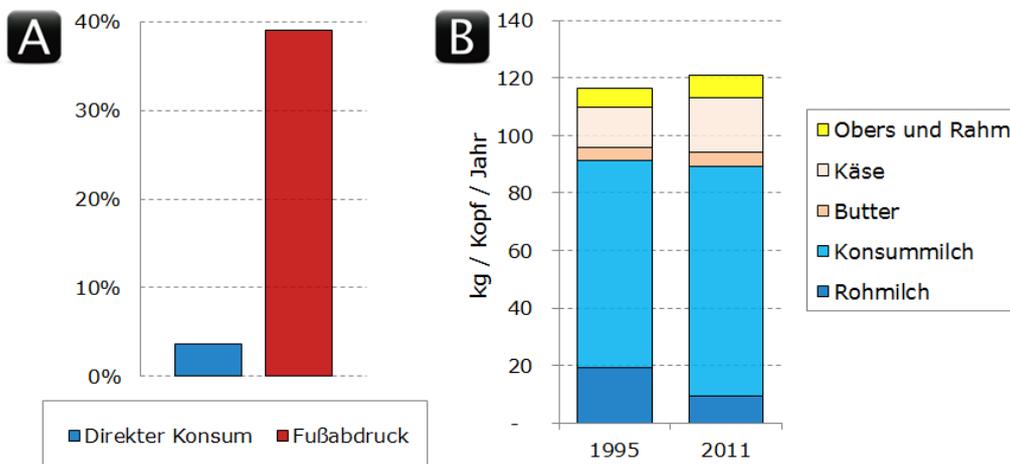
Der pro-Kopf Materialfußabdruck der Milchprodukte stieg zwischen 1995 und 2011 stark an (ca. +40%). Die Analyse zeigt jedoch, dass sich der direkte pro-Kopf Konsum von Milchprodukten kaum verändert hat (nur ca. +4%). Obwohl sich an der Menge der direkt konsumierten Milchprodukte in Summe also wenig verändert hat, kam es bei der Zusammensetzung der Milchprodukte zu relativ starken Verschiebungen. Der direkte Konsum von Rohmilch hat sich von ca. 19 kg pro-Kopf im Jahr 1995 auf ca. 10 kg pro-Kopf im Jahr 2011 halbiert. Den größten relativen Anstieg gab es bei Käseprodukten mit ca. 30% (von 14 kg pro-Kopf im Jahr 1995 auf ca. 19 kg pro-Kopf im Jahr 2011).



Die erste Abbildung 8A vergleicht die relative Veränderung des direkten pro-Kopf Konsums von Milchprodukten mit der relativen Veränderung des pro-Kopf Materialfußabdrucks dieser Produktgruppe. Abbildung 8B vergleicht dann die Zusammensetzung des direkten pro-Kopf Konsums im Jahr 1995 mit der Zusammensetzung im Jahr 2011.

Abbildung 8A: Prozentuelle Veränderung des direkten pro-Kopf Konsums und des pro-Kopf Materialfußabdrucks der Milchprodukte zwischen 1995 und 2011

Abbildung 8B: Zusammensetzung des direkten pro-Kopf Konsums nach Milchprodukten im Jahr 1995 und 2011

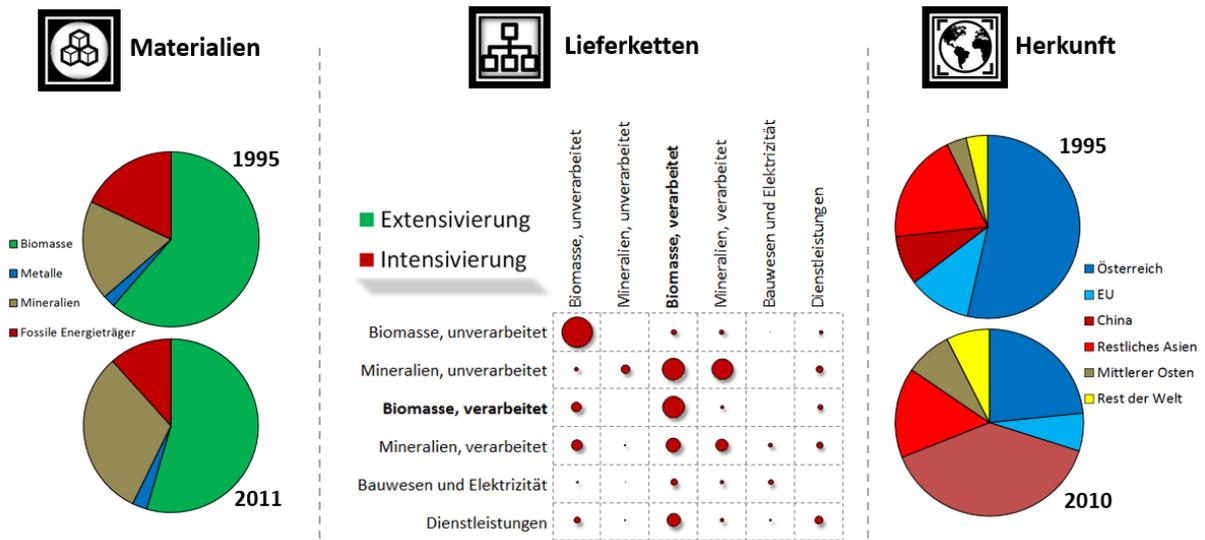


Der direkte pro-Kopf Konsum von Milchprodukten ist im Analysezeitraum nur ganz schwach von ca. 117 kg im Jahr 1995 auf 121 kg im Jahr 2011 gestiegen (ca. +4%). Der pro-Kopf Materialfußabdruck ist in der gleichen Zeitspanne jedoch deutlich, von 172 kg auf 239 kg angewachsen (ca. +39%). Dem starken Anstieg beim Fußabdruck steht also ein mehr oder weniger konstanter direkter Konsum gegenüber. Abbildung 8B zeigt den direkten Konsum von Milchprodukten im Jahr 1995 und 2011 im Detail. Wie aus der Abbildung ersichtlich ist, hat sich der pro-Kopf Konsum von Milch leicht verringert (von 92 kg auf 90 kg). Der direkte Konsum von höher verarbeiteten Milchprodukten, und hier vor allem von

Käseprodukten, ist hingegen deutlich gestiegen (von 14 kg auf ca. 19 kg pro-Kopf). Um einen Kilogramm Käse herzustellen wird im Schnitt ca. 7-8 kg Rohmilch benötigt. Dementsprechend ist zum Beispiel auch die Treibhausgasbilanz von Käse im Vergleich zur Milch etwa um den Faktor 8 größer, wie Ergebnisse aus Lebenszyklusanalysen zeigen (Fritsche and Eberle, 2007). Die gestiegene direkte Nachfrage der EndkonsumentInnen nach Käseprodukten führt damit indirekt zu einem gestiegenen Materialfußabdruck bei den Milchprodukten.

Die nächste Abbildung 9 zeigt die Ergebnisse der Detailanalyse des Materialfußabdrucks von Milchprodukten, wobei wieder die drei Analysedimensionen unterschieden werden.

Abbildung 9: Detailanalyse der Veränderungen des Materialfußabdrucks der Milchprodukte



Relativ betrachtet haben nicht-metallische Mineralien auch in dieser Gruppe stark an Bedeutung gewonnen. Ihr Anteil ist von 1995 bis 2011 auf knapp über 30% gestiegen (linke Grafik in Abbildung 9). Wie schon beim Fleisch weiter oben diskutiert, ist auch bei den Milchprodukten der Anteil der Rohstoffe, welche aus China stammen, stark gestiegen (von 9% im Jahr 1995 auf 39% im Jahr 2011). Bei der Analyse der Lieferketten zeigt sich, dass die Intensivierung der Lieferungen zwischen den landwirtschaftlichen Sektoren (roter Kreis in der ersten Zeile der ersten Spalte in der Matrix der Lieferketten), hier vor allem Getreide und Futter als Input für die Rohmilchproduktion, einen starken Effekt auf die gestiegene Produktionsintensität hatte.

Elektrizität

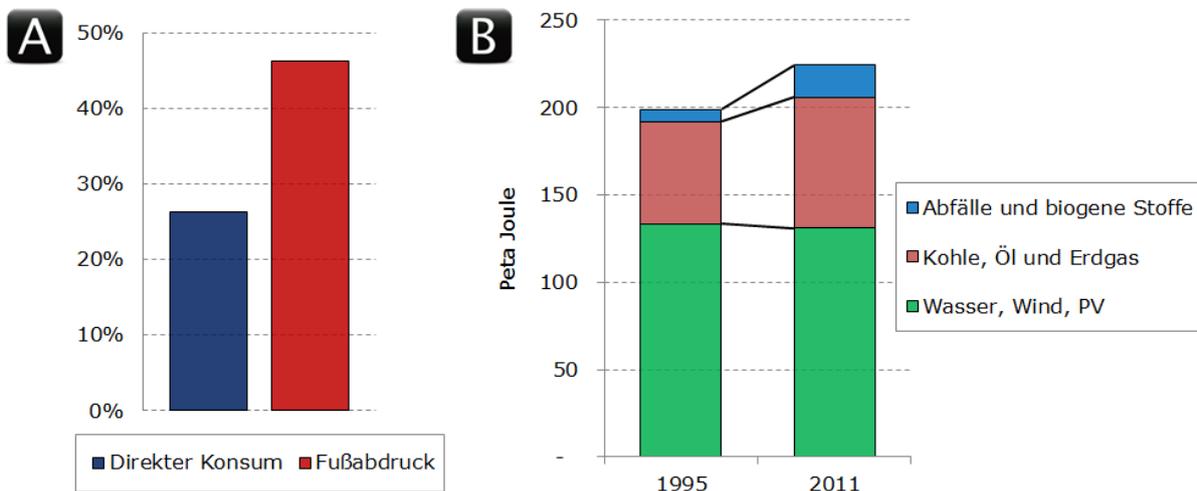
Der pro-Kopf Materialfußabdruck der Elektrizität ist zwischen 1995 und 2011 stark gestiegen (ca. +45%). Die Analyse zeigt, dass der direkte pro-Kopf Stromverbrauch deutlich weniger stark anstieg (ca. +25%). Ein Grund dafür ist, dass die österreichischen Stromerzeuger im betrachteten Zeitraum zunehmend auf nicht-erneuerbare Primärenergiequellen für ihre Stromerzeugung zurückgriffen. Die Lieferketten hinter der Stromerzeugung haben sich dahingehend verändert, dass im Jahr 2011 die Rohstoffe anstatt aus Russland vor allem aus dem mittleren Osten bezogen wurden.



Die erste Abbildungen 10A vergleicht die relative Veränderung des direkten pro-Kopf Stromverbrauchs mit der relativen Veränderung des pro-Kopf Materialfußabdrucks der Elektrizität. Abbildung 10B vergleicht dann den Primärenergiemix der österreichischen Stromerzeuger im Jahr 1995 mit der Zusammensetzung im Jahr 2011.

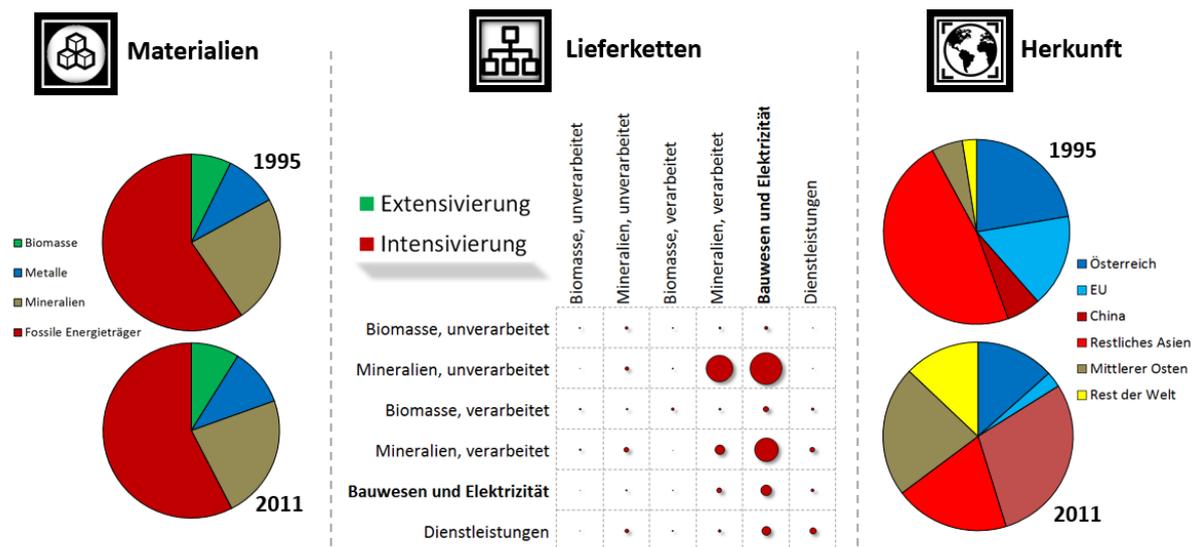
Abbildung 10A : Prozentuelle Veränderung des direkten pro-Kopf Stromverbrauchs und des pro-Kopf Materialfußabdrucks der Elektrizität zwischen 1995 und 2011

Abbildung 10B: Die Primärenergiequellen der österreichischen Elektrizitätserzeugung im Jahr 1995 und 2011



Der direkte Stromverbrauch ist zwischen 1995 und 2011 von 6 Gigajoule (GJ) pro-Kopf auf ca. 7.5 GJ pro-Kopf gestiegen, was in etwa einem Anstieg um 25% entspricht. Der pro-Kopf Materialfußabdruck der Elektrizität wuchs von 47 kg im Jahr 1995 auf 69 kg im Jahr 2011 (ca. 45%). Abbildung 10B gibt Auskunft darüber, welche Primärenergiequellen für die Stromerzeugung in Österreich herangezogen wurden. An Hand der Grafik ist gut ersichtlich, dass der absolute Anteil der erneuerbaren Energiequellen mit ca. 130 Petajoule konstant geblieben ist. Besonders Strom aus Erdgas ist im Laufe der Zeit relativ stark gestiegen. Die nächste Abbildung 11 zeigt die Ergebnisse der Detailanalyse des Materialfußabdrucks der Elektrizität.

Abbildung 11: Detailanalyse der Veränderungen des Materialfußabdrucks der Elektrizität



Die Materialzusammensetzung des Fußabdruckes (linke Grafik) blieb über die Zeit konstant. Fossile Energieträger machten über 60% des Fußabdruckes aus. Bei der Herkunft der Ressourcen hat sich eine starke Verschiebung weg aus Asien hin zum mittleren Osten und China vollzogen. Fast 50% der Materialien stammten im Jahr 1995 noch aus „restliches Asien“. Hier handelte es sich vor allem um Erdgas und andere Energieträger aus Russland. Russland als Extraktionsland wurde im Jahr 2011 vor allem durch die Länder des mittleren Ostens und China abgelöst, welche Zusammen etwa 40% des Materialfußabdruckes ausmachen. Bei den Lieferverflechtungen (mittlere Grafik in oberer Abbildung) zeigt sich, dass es zu einer starken Intensivierung bei den Lieferbeziehungen zwischen dem Elektrizitätssektor (Spalte 5 in der Lieferkettenmatrix) und den verarbeiteten (Maschinen und elektrische Anlagen) und unverarbeiteten Mineralien (Energieträger) kam.

Treibstoffe

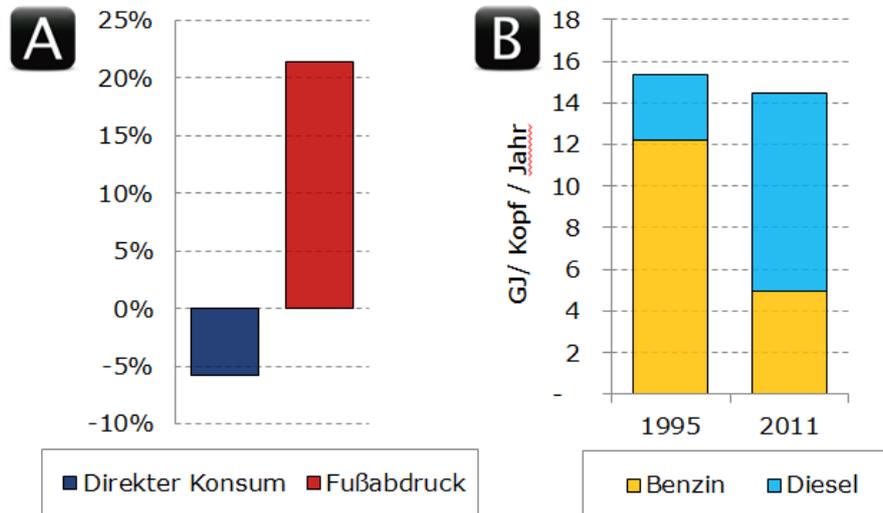
Der pro-Kopf Materialfußabdruck der Treibstoffe ist zwischen 1995 und 2011 angestiegen (ca. +20%). Die Analyse zeigt jedoch, dass der direkte pro-Kopf Treibstoffverbrauch der Haushalte in etwa konstant blieb (-6%). Im Vergleich zu 1995 wurde im Jahr 2011 bedeutend mehr Diesel verbraucht als Benzin. Die Lieferketten haben sich u.a. vor allem auch bei den Zulieferern der Treibstoffproduzenten bzw. den mineralölverarbeitenden Industrien verändert.



Die erste Abbildungen 12A vergleicht die relative Veränderung des direkten pro-Kopf Treibstoffverbrauchs mit der relativen Veränderung des pro-Kopf Materialfußabdrucks der

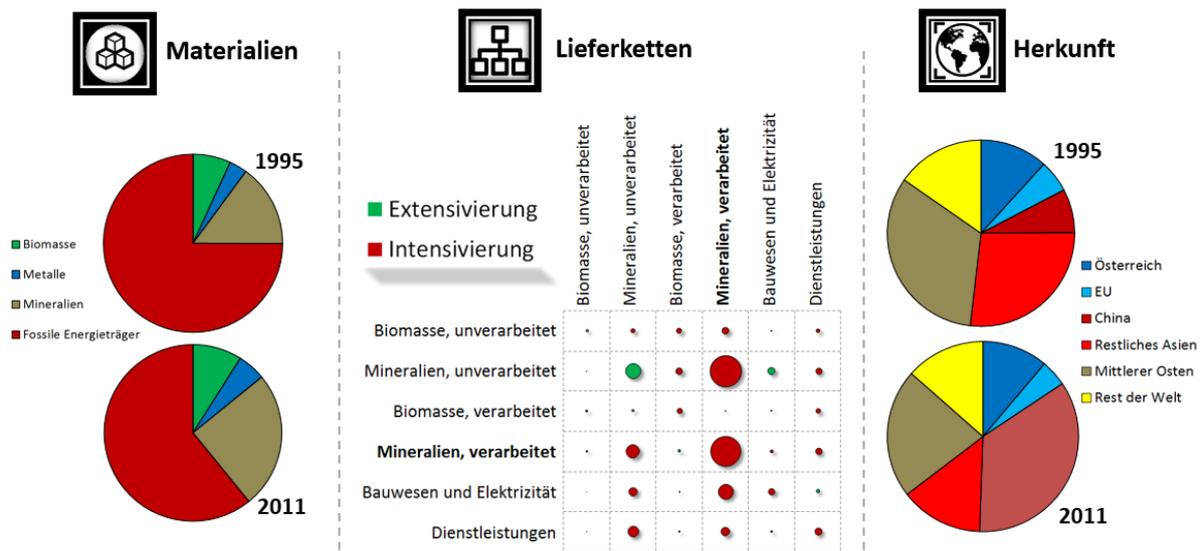
Treibstoffe. Abbildung 12B vergleicht dann die Zusammensetzung des Treibstoffverbrauchs der österreichischen Haushalte im Jahr 1995 mit der Zusammensetzung im Jahr 2011.

Abbildung 12A: Prozentuelle Veränderung des direkten pro-Kopf Treibstoffverbrauchs und des pro-Kopf Materialfußabdrucks der Treibstoffe zwischen 1995 und 2011
Abbildung 12B: Die Zusammensetzung des pro-Kopf Treibstoffverbrauchs der österreichischen Haushalte im Jahr 1995 und 2011.



Der direkte pro-Kopf Treibstoffverbrauch der Haushalte in Österreich ist von ca. 16 GJ pro-Kopf im Jahr 1995 auf ca. 14 GJ pro-Kopf im Jahr 2011 gesunken. Da sich der Verbrauch relativ betrachtet nur um ca. -6% verringert hat, wird sein Wert in der Bezugnahme zum Materialfußabdruck als konstant betrachtet. Der Materialfußabdruck ist im gleichen Zeitraum von ca. 270 kg pro-Kopf auf ca. 340 kg pro-Kopf gestiegen (ca. +21%). Anhand von Abbildung 12B, welche die Zusammensetzung des Treibstoffverbrauchs zeigt, ist ersichtlich, dass es zwischen 1995 und 2011 zu einer Verringerung des Benzinverbrauchs und zu einer gleichzeitigen Steigerung des pro-Kopf Dieserverbrauchs kam. Die nächste Abbildung 11 zeigt die Ergebnisse der Detailanalyse des Materialfußabdrucks der Treibstoffe.

Abbildung 13: Detailanalyse der Veränderungen des Materialfußabdrucks der Treibstoffe



Ähnlich wie bei anderen vorhergehenden Produktgruppen, kam es auch bei den Treibstoffen zu einer relativ starken Zunahme bei den nicht-metallischen Mineralien (siehe linke Grafik). Im Jahr 2011 bestand ca. 25% des gesamten Materialfußabdrucks aus Mineralien. Hatten im Jahr 1995 lediglich 8% der Materialien im Fußabdruck ihren Ursprung in China, ist dieser Anteil bis zum Jahr 2011 auf ca. 35% gestiegen. Die Lieferkettenanalyse (mittlere Grafik in obiger Abbildung) zeigt, dass neben einer Intensivierung bei den direkten Lieferungen zum Mineralölsektor (Spalte 4 in der Matrix der Lieferketten), auch sich aufhebende Effekte zu beobachten sind, welche sich weiter vorgelagert, nämlich bei der Extraktion des Rohöls (Spalte 2) befinden.

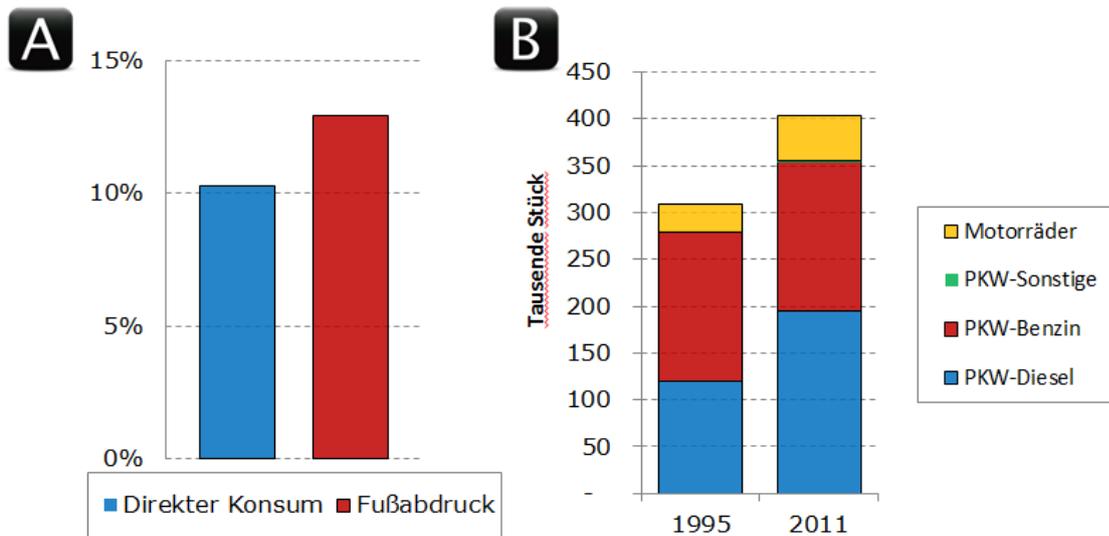
Fahrzeuge

Der pro-Kopf Materialfußabdruck von Fahrzeugen ist zwischen 1995 und 2011 gestiegen (ca. +13%). Die Analyse zeigt, dass der durchschnittliche direkte pro-Kopf Konsum bei Fahrzeugen in einer ähnlichen Größenordnung zunahm (+10%). Im Vergleich zu 1995 wurde im Jahr 2011 bedeutend mehr mit Diesel betriebene PKWs angemeldet als im Jahr 1995. Die Herkunft der Materialien hat sich sehr stark nach China verschoben. Dies wurde in erster Linie durch gestiegene chinesische Stahlimporte verursacht.



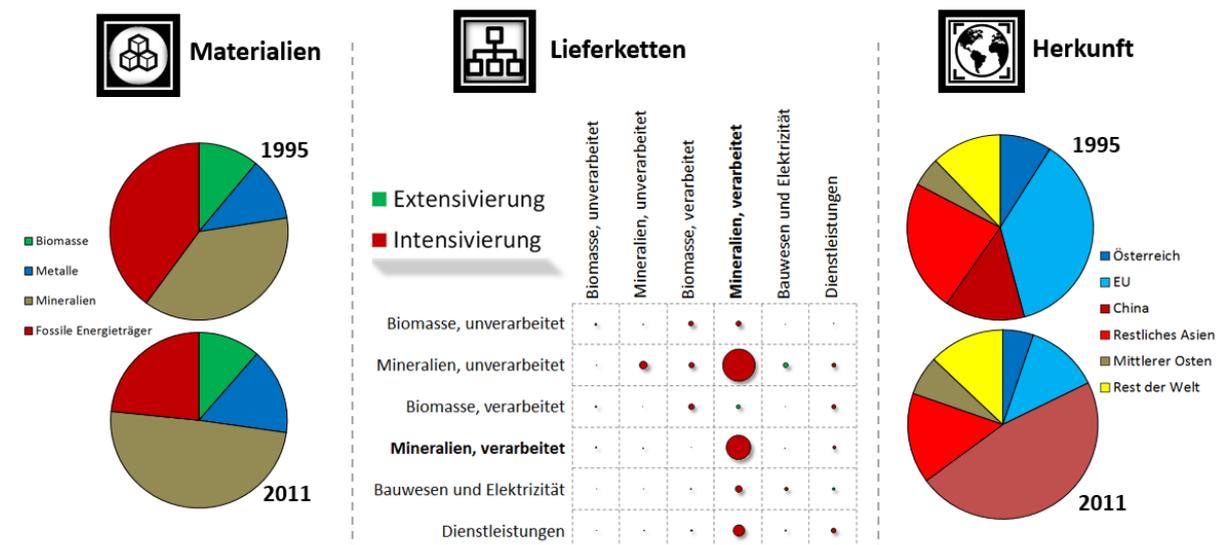
Die erste Abbildungen 14A vergleicht die relative Veränderung des direkten bzw. durchschnittlichen pro-Kopf Konsums von Fahrzeugen mit der relativen Veränderung des pro-Kopf Materialfußabdrucks der Fahrzeuge. Abbildung 14B vergleicht dann die Anzahl der Neuanmeldungen nach Fahrzeugtyp in Österreich im Jahr 1995 und 2011.

Abbildung 14A: Prozentuelle Veränderung des direkten pro-Kopf Endkonsums von Fahrzeugen und des pro-Kopf Materialfußabdrucks zwischen 1995 und 2011
Abbildung 14B: Neuanmeldung von Fahrzeugen in Österreich im Jahr 1995 und 2011



Im Durchschnitt gaben Österreichs Haushalte im Jahr 1995 ca. 640 Euro für die Anschaffung von motorisierten Fahrzeugen aus. Im Jahr 2011 belief sich diese Summe im Schnitt auf ca. 710 Euro (gemessen in den Preisen des Jahres 1995). Dies bedeutet eine relative Veränderung beim durchschnittlichen Konsum von ca. 10%. Der Materialfußabdruck der Fahrzeuge ist in diesem Zeitraum vergleichbar stark gestiegen, nämlich von 270 kg pro-Kopf auf ca. 300 kg pro-Kopf, woraus ein relativer Anstieg von ca. +13% resultiert. Anhand der Anzahl der Erstzulassungen differenziert nach Fahrzeugtypen in Abbildung 14B ist ersichtlich, dass es vor allem Diesel PKWs waren, welche im Jahr 2011 stärker nachgefragt wurden. Die nächste Abbildung 15 zeigt die Ergebnisse der Detailanalyse des Materialfußabdrucks der Fahrzeuge.

Abbildung 15: Detailanalyse der Veränderungen des Materialfußabdrucks der Fahrzeuge



Die Materialzusammensetzung des Fußabdruckes zeigt, dass die nicht-metallischen Mineralien auch in dieser Produktgruppe relativ stark an Bedeutung gewannen. Stärker als

bei allen anderen Produktgruppen ist bei der Herkunft der Materialien im Fußabdruck der Fahrzeuge eine sehr starke Verschiebung hin zur Extraktion in China zu beobachten. Fast 50% der Materialien, die direkt oder indirekt in dieser Produktgruppe eingesetzt wurden, wurden im Jahr 2011 in China extrahiert. Diese Verschiebung ist vor allem auf die extreme Expansion des chinesischen Stahlsektors zurückzuführen, welcher im betrachteten Zeitraum zum globalen Marktführer aufgestiegen ist. Der Stahlsektor in China bezieht wiederum einen Großteil seiner Energie vom sehr materialintensiven Kohlesektor in China. Die in der Lieferkettenanalyse beobachtete Intensivierung der Lieferungen von unverarbeiteten Mineralien in den verarbeitenden Sektor (Zeile zwei und Spalte vier in der Lieferkettenmatrix) ist vor allem auf die gestiegenen Nachfrage nach Stahl zurückzuführen.

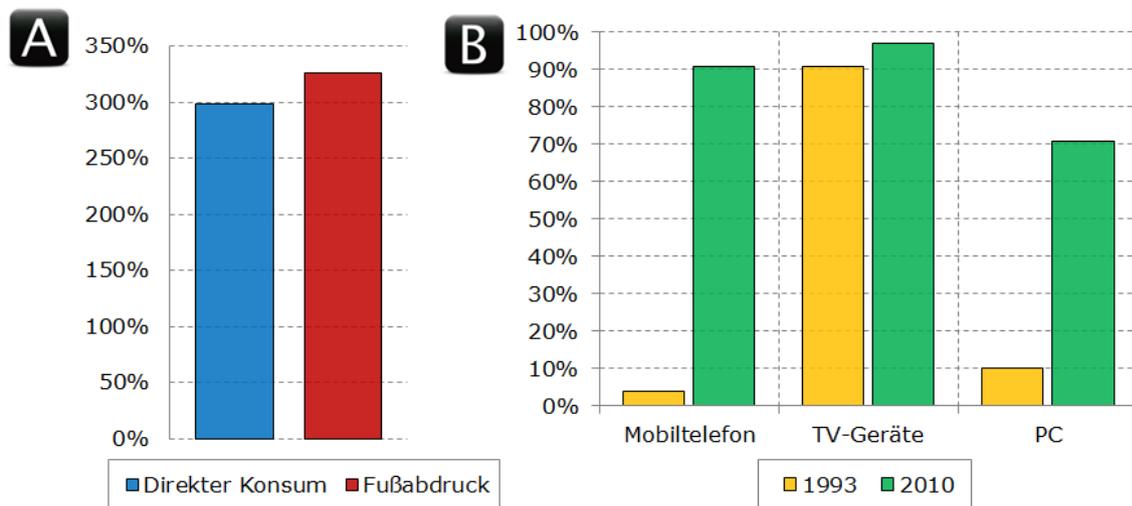
Elektronikprodukte (Telekommunikation, TV, Radio, PC)

Der pro-Kopf Materialfußabdruck von Elektronikprodukten ist zwischen 1995 und 2011 sehr stark gestiegen (über +300%). Die Analyse zeigt, dass der durchschnittliche direkte pro-Kopf Konsum bei Elektronikprodukten auch in dieser Größenordnung gewachsen ist (knapp unter +300%). Da aber gleichzeitig der Ausstattungsgrad der Haushalte in Bezug auf diverse elektronische Produkte wie PC oder Mobiltelefone ebenfalls sehr stark anstieg, wird diese Zunahme insbesondere einer gestiegenen KonsumentInnenzahl zugerechnet. Im Unterschied zu den anderen Produktgruppen, in denen der Ausstattungsgrad keine solchen großen Veränderungen zeigte, wird daher für diese Gruppe der Bevölkerungseffekt ebenfalls dargestellt.



Die erste Abbildung 16A der Analyse vergleicht die relative Veränderung des direkten bzw. durchschnittlichen pro-Kopf Konsums von Elektronikprodukten mit der relativen Veränderung des pro-Kopf Materialfußabdrucks dieser Produkte. Abbildung 16B vergleicht den Ausstattungsgrad der österreichischen Haushalte nach diversen Produkten im Jahr 1995 und 2011.

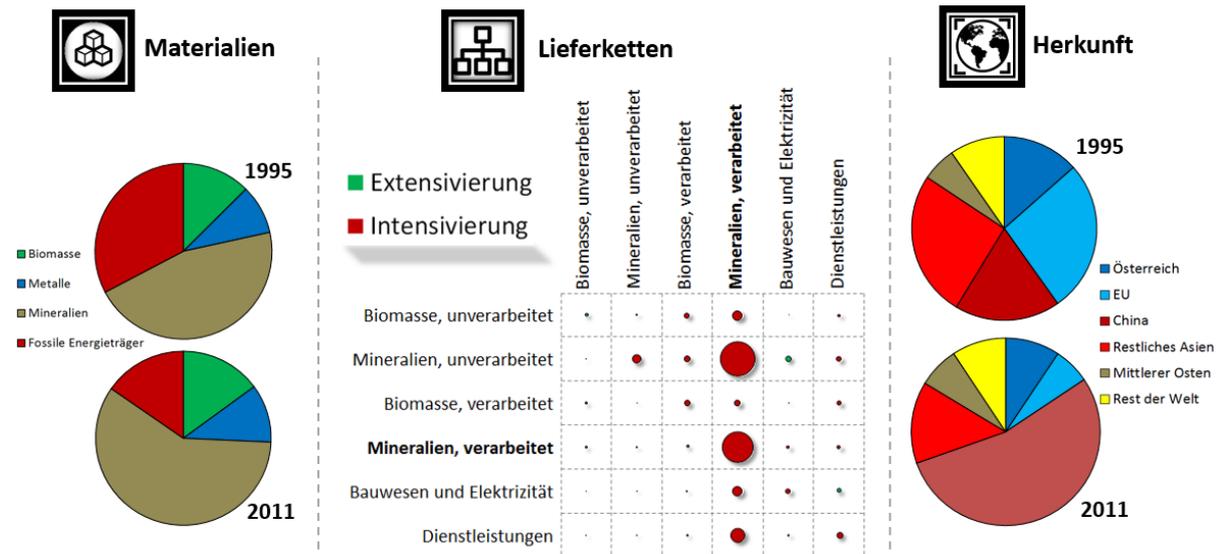
Abbildung 16A: Prozentuelle Veränderung des direkten pro-Kopf Konsums von Elektronikprodukten und des pro-Kopf Materialfußabdrucks zwischen 1995 und 2011
Abbildung 146: Ausstattungsgrad der Haushalte mit diversen Elektronikprodukten in Österreich im Jahr 1995 und 2011



Im Jahr 1995 wurden in Österreich im Schnitt ca. 190 Euro pro Jahr für diverse Elektronikprodukte wie zum Beispiel (Mobil-)Telefone, Fernseher, Computer, etc. ausgegeben. Bis zum Jahr 2011 haben sich die durchschnittlichen pro-Kopf Ausgaben (bemessen in den Preisen des Jahres 1995) auf ca. 740 Euro pro-Kopf und Jahr verdreifacht. Dies entspricht in etwa einem relativen Anstieg um ca. +300%. Der Materialfußabdruck der Elektronikprodukte ist im selben Zeitraum um ca. +325% von ca. 70 kg auf 300 kg pro-Kopf angewachsen. Aufgrund der eingeschränkten Datenverfügbarkeit, zeigt Abbildung 16B den Ausstattungsgrad der österreichischen Haushalte für die Jahre 1993 und 2010. Es ist anzunehmen, dass die Kennzahlen dieser beiden Jahre ähnlich jener der Jahre 1995 und 2011 sind. Besaßen im Jahr 1993 nur ca. 4% der Haushalte ein Mobiltelefon, waren es im Jahr 2010 bereits über 90%. Die Ausstattung mit TV-Geräten war im Jahr 1993 bereits sehr hoch (ca. 90%) und hat sich daher kaum verändert. Hingegen stieg der Ausstattungsgrad der Haushalte mit Computern von ca. 10% im Jahr 1993 auf ca. 70% im Jahr 2010.

Aus beiden Abbildungen kann geschlossen werden, dass die Anzahl der KonsumentInnen, welche Elektronikprodukte nachfragen, sehr stark gestiegen ist (das P im IPAT-Modell, vergleiche Kapitel 2 oben). Daher führen wir an dieser Stelle den gestiegenen durchschnittlichen pro-Kopf Konsum nicht auf Veränderungen beim pro-Kopf Konsum zurück, sondern auf eine andere Triebkraft, nämlich auf die Anzahl der KonsumentInnen. Die nächste Abbildung 17 zeigt die Ergebnisse der Detailanalyse des Materialfußabdrucks der Elektronikprodukte.

Abbildung 17: Detailanalyse der Veränderungen des Materialfußabdrucks der Elektronikprodukte



Ähnlich wie bei den Fahrzeugen, kam es im betrachteten Zeitraum auch bei den Elektronikprodukten zu einer starken Verschiebung in Richtung eines höheren Anteils von nicht-metallischen Mineralien und entsprechender Extraktion in China. Über 50% der Materialien im Fußabdruck der Elektronikprodukte haben ihren Ursprung in China. Dies spiegelt die herausragende Rolle von China in der Herstellung von Produkten dieser Kategorie wider. In Bezug auf die Lieferketten zeigte sich ein bereits bekanntes Bild, nämlich dass vor allem der Einsatz von Mineralien und Metallen stärker intensiviert wurde als andere Vorleistungen (Zeile 2 in Spalte 4 der Matrix mit den Lieferketten).

5. Produktgruppen in der Zusammenschau

In Kapitel 4 wurden sechs ausgewählte Produktgruppen hinsichtlich der Entwicklung ihrer Materialfußabdrücke im Detail untersucht. Dabei wurde einerseits eine Analyse der zeitlichen Verläufe des direkten Konsums durchgeführt. Andererseits wurde der Materialfußabdruck aus drei unterschiedlichen Perspektiven analysiert, nämlich jener der materiellen Zusammensetzung, der Lieferstrukturen der Vorketten sowie des geografischen Ursprungs der eingesetzten Rohstoffe.

Abbildung 18 führt diese Ergebnisse nun im Überblick zusammen und zeigt die Entwicklung der verschiedenen Triebkräfte, welche sich auf die Bevölkerung (bzw. den Ausstattungsgrad der Produkte in der Bevölkerung), den direkten Konsum pro Kopf sowie auf die Vorleistungen beziehen.

Abbildung 188: Ergebnisse der Analyse der Triebkräfte hinter den Materialfußabdrücken der untersuchten Produktgruppen

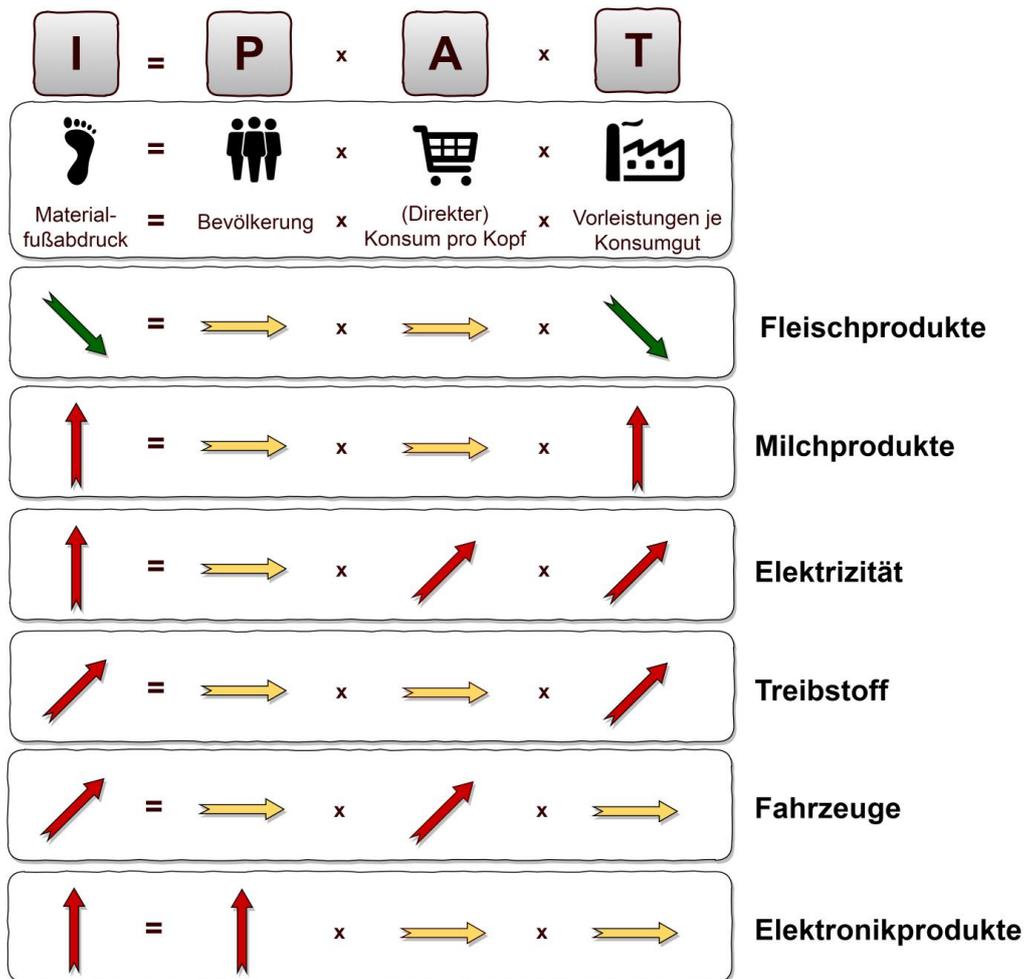


Abbildung 18 zeigt, dass der Materialfußabdruck von fünf der sechs untersuchten Produktgruppen einen steigenden Trend aufweist. Einzige Ausnahme bildet der Bereich des Fleischkonsums, da sich im betrachteten Zeitraum eine signifikante Veränderung der Zusammensetzung dieser Produktgruppe zeigte (eine Abnahme des Konsums von Rindfleisch bei gleichzeitiger Zunahme des Konsums von Hühnerfleisch).

Die Materialfußabdrücke der Kategorien Milchprodukte, Elektrizität sowie der Elektronikprodukte zeigen im betrachteten Zeitraum alle einen deutlichen Anstieg. Jedoch ist dieser unterschiedlich begründet. Bei den Milchprodukten ist – ähnlich wie beim Fleisch – eine Verschiebung der Konsumgewohnheiten innerhalb dieser Gruppe festzustellen, d.h. ein leichter Rückgang beim Konsum von Milch bei einem gleichzeitig starken Wachstum im Bereich des – deutlich ressourcenintensiveren – Konsums von Käse. Bei der Elektrizität ist sowohl eine Erhöhung des direkten Stromverbrauchs in den Haushalten, als auch eine Verschiebung in den Vorleistungsketten für den insgesamt stark angestiegenen Materialfußabdruck verantwortlich. Im Bereich der Elektronikprodukte hingegen blieben pro-Kopf Konsum bzw. Ausgaben relativ konstant, wie auch die Zusammensetzung der Vorleistungsstruktur. Hinter den stark steigenden Materialfußabdrücken dieser Produktgruppe steckt insbesondere ein Bevölkerungsfaktor, d.h. die Tatsache, dass Haushalte im Jahr 2011 einen stark erhöhten Ausstattungsgrad in Bezug auf diese Produktgruppen aufwiesen als noch im Jahr 1995.

6. Schlussfolgerungen

Die Analyse der zeitlichen Entwicklung der Materialfußabdrücke in den sechs ausgewählten Produktgruppen zeigte, dass es in fast allen Gruppen zu einem Anstieg des Fußabdrucks kam und dieser durch unterschiedliche Faktoren bedingt wurde. Die Identifizierung von Handlungsmöglichkeiten und Ansatzpunkten für Maßnahmen zur Reduktion des Materialfußabdrucks durch die EndkonsumentInnen sollte daher die spezifischen Ergebnisse einbeziehen und die unterschiedlichen Veränderungspotentiale nützen.

Bei einigen Produktgruppen kam es zu besonders starken Veränderungen bei Lieferstrukturen und indirektem Rohstoffeinsatz entlang der Wertschöpfungsketten, die in den meisten Fällen außerhalb Österreichs stattfanden. Beispiele hierfür sind etwa die Produktgruppen ‚Elektrizität‘ und ‚Treibstoffe‘. Eine Verringerung dieser indirekten Rohstoffeinsätze ist durch die Kaufentscheidung der privaten Haushalte kaum direkt zu beeinflussen, da den EndkonsumentInnen keine vergleichende Information über den Ressourceneinsatz vorliegt. Eine Verringerung des Materialfußabdrucks durch Maßnahmen seitens der privaten Haushalte kann in diesen Kategorien daher vor allem über eine Reduktion des direkten Konsums erzielt werden. Also etwa die Verringerung des Stromverbrauchs durch den Einsatz energieeffizienter Haushaltsgeräte oder die Reduktion des Treibstoffkonsums durch einen Umstieg von privatem PKW auf öffentliche Verkehrsmittel und Bahn.

Eine weitere Produktgruppe, in denen sich indirekte Materialflüsse entlang der Produktionsketten stark veränderten, ist jene der Milchprodukte. Im Unterschied zu den beiden oben genannten Produkten ist dieser Anstieg jedoch hauptsächlich auf Veränderungen im Konsummuster zurückzuführen. Dies betrifft insbesondere den zunehmenden Konsum von sehr ressourcenintensiven Milchprodukten, wie etwa Käse. Der beobachtete Anstieg der Materialfußabdrücke hat somit eine direkte Verbindung zu den EndkonsumentInnen. Die hohe Materialintensität hochverarbeiteter Milchprodukte wäre daher eine Thematik, die etwa in Informationskampagnen adressiert werden könnte, um KonsumentInnen detaillierte Information über die globalen Konsequenzen hinsichtlich des Rohstoffeinsatzes zu liefern.

Eine besondere Dynamik des Materialfußabdrucks konnte in der Produktgruppe der Elektronikprodukte aufgezeigt werden. Im Untersuchungszeitraum der letzten 20 Jahre hat sich hinsichtlich der Nutzung dieser Art von Produkten eine regelrechte Transformation vollzogen. Während am Anfang der Periode (im Jahr 1995) etwa nur ein verschwindend kleiner Teil der Bevölkerung ein Mobiltelefon besaß, lag am Ende der Untersuchungsperiode (im Jahr 2011) die Abdeckung in privaten Haushalten bereits jenseits von 90%. Eine ähnliche Entwicklung, wenn auch nicht ganz so ausgeprägt, konnte im Bereich der Computer beobachtet werden. Da der Abdeckungsgrad bereits einen sehr hohen Wert erreicht hat, wird es für diese Produktgruppe in Zukunft insbesondere um die Frage gehen, wie die Langlebigkeit und Reparaturmöglichkeit dieser Produkte forciert werden könnte. Auch ein modulares Design, in dem einzelne Komponenten ausgetauscht oder aufgewertet werden können, erscheint in diesem Zusammenhang eine wichtige Maßnahme, um den Materialfußabdruck dieser Produktgruppe zu senken.

Die zunehmende Internationalisierung von Wertschöpfungsketten und die wachsenden direkten und indirekten Importe an Rohstoffen nach Österreich stellen eine große Herausforderung für die Identifikation von Maßnahmen zur Senkung des Materialfußabdrucks dar. Für eine Transformation des Konsumverhaltens der privaten Haushalte in Richtung nachhaltigere Konsummuster wird es daher von besonderer

Bedeutung sein, Informations- und Kommunikationsinstrumente zu entwickeln, welche diese Komplexität berücksichtigen und gleichzeitig leicht verständlich und richtungssicher die KonsumentInnen informieren.

Literatur

- Chertow, M.R., 2001. The IPAT Equation and its Variants. Changing views of Technology and Environmental Impact. School of Forestry and Environmental Studies, Yale University, New Haven, USA.
- Fritsche, U., Eberle, U., 2007. Treibhausgasemissionen durch Erzeugung und Verarbeitung von Lebensmitteln Öko-Institute e.V., Freiburg.
- Fry, R., 2011. Measuring Feed Efficiency: Why and How On the Back of a Napkin. Penn State Dairy Cattle Nutrition Workshop, Grantville, USA.
- Giljum, S., Lieber, M., Lutter, S., Gözet, B., 2016. Nachhaltiger Konsum. Inputpapier für die Implementierung von RESET. Wirtschaftsuniversität Wien, Wien.
- Huang, Y., Bai, Y., 2011. The Development Trend of the Chinese and US Construction Industries. 47th ASC Annual International Conference Proceedings. USA.
- Schandl, H., West, J., 2010. Resource use and resource efficiency in the Asia-Pacific region. *Global Environmental Change* 20, 636-647.
- Statistik Austria, 2009. Standard documentation Meta information (definitions, explanations, methods, quality) on Energy Accounts. Statistik Austria, Wien.
- Statistik Austria, 2015. Standard-Dokumentation Metainformationen (Definitionen, Erläuterungen, Methoden, Qualität) zu den Versorgungsbilanzen für den tierischen und pflanzlichen Sektor. Statistik Austria, Wien.
- Statistik Austria, 2016. Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen 1995 - 2015. Hauptergebnisse. Statistik Austria, Wien.
- Tukker, A., Bulavskaya, T., Giljum, S., de Koning, A., Lutter, S., Simas, M., Stadler, K., Wood, R., 2014. The Global Resource Footprint of Nations. Carbon, water, land and materials embodied in trade and final consumption, Leiden/Delft/Vienna/Trondheim.
- Wood, R., Stadler, K., Bulavskaya, T., Lutter, S., Giljum, S., de Koning, A., Kuenen, J., Schütz, H., Acosta-Fernández, J., Usubiaga, A., 2015. Global Sustainability Accounting—Developing EXIOBASE for Multi-Regional Footprint Analysis. *Sustainability* 7, 138-163.