

EXPERTENGUTACHTEN

Ecological Footprint Calculator Austria

**Ein Tool zur Abbildung der ökologischen Folgen des
Ressourcenverbrauchs von Einzelpersonen oder privaten Haushalten
als Grundlage für eine geplante Initiative des ORF**

Endbericht

zum Werkvertrag GZ BMLFUW-LE.1.4.5/0044-II/3/2004

Helmut Haberl (Projektleitung), Heidi Adensam, Veronika Gaube, Karl-Heinz Erb

Institut für Soziale Ökologie, IFF-Wien, Universität Klagenfurt
Schottenfeldgasse 29, 1070 Wien

Im Auftrag des
Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft



lebensministerium.at

Wien, 17.12.2004

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	2
Abbildungsverzeichnis	3
Tabellenverzeichnis	3
Einleitung	4
Projektziele	5
Der Ecological Footprint Calculator Austria	6
Der durchschnittliche österreichische pro-Kopf Fußabdruck	7
Allgemeine Merkmale des EFC-AUT	10
Wohnen	11
Verkehr und Mobilität	13
Ernährung	16
Produkte	18
Zusammenfassende Darstellung	19
Der ökologische Fußabdruck der biologischen Landwirtschaft	20
Resümee	21
Quellen	22

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1. Prinzipschema einer Prozesskettenanalyse für die Beheizung einer Wohnung mit Hilfe eines Ölkessels	10
Abbildung 2. Grafische Darstellung einer beispielhaften Modellierung des ökologischen Fußabdruck auf Grund des individuellen Konsumverhaltens mit dem EFC-AUT	20

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1. Durchschnittlicher pro-Kopf Fußabdruck in Österreich 2001.	7
Tabelle 2. Grobe Zurechnung des österreichweiten Fußabdrucks 2001 zu Endverbrauchskategorien.....	9
Tabelle 3. Abschätzung des ökologischen Fußabdrucks zur Endkonsum von Energieträgern im Haushalt	11
Tabelle 4 Beispielhafte Berechnung des Heizenergiebedarfs, des damit verbundenen Fußabdrucks, und von möglichen Einsparungen mit dem EFC-AUT	12
Tabelle 5. Modellierung des ökologischen Fußabdrucks durch das individuelle Verkehrsverhalten: österreichische Durchschnittswerte.....	14
Tabelle 6. Beispielhafte Berechnung des individuellen mobilitätsbedingten Fußabdrucks mit dem EFC-AUT	15
Tabelle 7. Beispielhafte Angaben für den ökologischen Fußabdruck von Flugreisen (Abreise von Wien) und die mögliche Einsparung durch Umstieg auf Bahn bei Kurzstrecken.....	15
Tabelle 8. Ökologischer Fußabdruck durch Ernährung pro Kopf der österreichischen Bevölkerung	17
Tabelle 9. Beispielhafte Berechnung des individuellen Fußabdrucks durch vom Durchschnitt abweichendes Ernährungsverhalten mit dem EFC-AUT	17
Tabelle 10. Beispielhafte Abschätzung des individuellen ökologischen Fußabdrucks durch Produkte und mögliche Verbesserungen durch Verwendung von Recyclingpapier	19

Einleitung

Der ökologische Fußabdruck (Ecological Footprint) ist ein aggregierter Indikator für die Inanspruchnahme von Ökosystemen bzw. von Ökosystem-Services durch menschlichen Ressourcenverbrauch (vgl. Wackernagel und Rees 1996, Wackernagel und Rees 1997, <http://www.footprintnetwork.org>). Er ist einer der am besten breitenwirksam kommunizierbaren Indikatoren für die ökologische Dimension der Nachhaltigkeit. Der ökologische Fußabdruck integriert verschiedene Dimensionen des Ressourcenverbrauchs wie z.B. Energieeinsatz und die damit verbundenen CO₂-Emissionen, Ernährung, Konsum von Produkten (graue Energie, Biomasse) sowie Flächeninanspruchnahme durch Siedlungstätigkeit oder Verkehr.

Die Kommunizierbarkeit des ökologischen Fußabdrucks beruht darauf, dass die verschiedenen Dimensionen des Ressourcenverbrauchs gewissermaßen in einer gemeinsamen „Währung“, nämlich Fläche, ausgedrückt werden und somit summarisch erfasst werden können. Der ökologische Fußabdruck ist jene biologisch produktive („bioproduktive“) Fläche, die nötig ist, um die verbrauchten Ressourcen nachhaltig zu regenerieren. Der ökologische Fußabdruck (kurz EF für „Ecological Footprint“) wird grundsätzlich in der Einheit „Hektar“ (1 ha = 10.000 m² = 0,01 km²) gemessen.

Der ökologische Fußabdruck setzt sich aus verschiedenen Landbedeckungskategorien zusammen, die durch jeweils unterschiedliche Formen der Inanspruchnahme von biologisch produktiver Fläche entstehen: Land- oder Meeresökosysteme können direkt für Produktionsleistungen herangezogen werden (Land- und Forstwirtschaft) oder durch Gebäude oder Infrastruktureinrichtungen bedeckt sein (Bodenversiegelung). Eine weitere Komponente des Fußabdrucks besteht darin, dass Ökosystem-Services (wie z.B. Kohlenstoffabsorption) benötigt werden, um bestimmte Prozesse (z.B. Fossilenenergieeinsatz) mit ökologischen Zielen nachhaltiger Entwicklung in Einklang zu bringen (z.B. Vermeidung von CO₂-Anreicherung in der Atmosphäre). Weiterführende Informationen zu Annahmen, Methoden und Ergebnissen von Fußabdruck-Berechnungen sind in der Literatur (Haberl et al. 2004, Wackernagel und Rees 1997) sowie im Internet (<http://www.footprintnetwork.org>) zu finden.

Um den Ressourcenverbrauch verschiedener Länder und Regionen weltweit vergleichbar zu machen, wird der ökologische Fußabdruck Hektaren mit weltdurchschnittlicher Bioproduktivität, sogenannten „globalen Hektaren“ [gha], ausgedrückt.

Ein zweites wesentliches Element, das den ökologischen Fußabdruck gut kommunizierbar macht, ist, dass er der weltweit oder regional verfügbaren Biokapazität gegenübergestellt werden kann. Unter Biokapazität wird die global oder in einer bestimmten Region (z.B. einem Land) verfügbare bioproduktive Fläche verstanden. Auch diese wird in „globalen Hektaren“ gemessen.

Eine Situation, in welcher der ökologische Fußabdruck die verfügbare Biokapazität übersteigt, bedeutet, dass die Regenerationskapazität der Ökosysteme überbeansprucht wird, d.h. sie ist aus ökologischer Sicht nicht nachhaltig („overshoot“). Dies kann z.B. dazu führen, dass in der Atmosphäre CO₂ angereichert wird (etwa, weil die CO₂-Emissionen die Senkenkapazität der Biosphäre übersteigen), oder dass Wälder übernutzt werden (weil mehr geschlägert wird als nachwächst). Ein lokaler „overshoot“ kann durch Importe von Biokapazität aus anderen Ländern oder Weltregionen kompensiert werden, falls in anderen Regionen mehr Biokapazität vorhanden ist als dort gebraucht wird. Auf globaler Ebene bedeutet overshoot, dass die Menschheit die Biosphäre übernutzt.

Berechnungen des Global Footprint Network im Auftrag des WWF (WWF 2004) zeigen, dass derzeit der Konsum der Menschheit die verfügbare Biokapazität um etwa 20% übersteigt, d.h. die Biosphäre würde etwa 1,2 Jahre benötigen, um die jährliche Inanspruchnahme der Regenerationsleistungen der Ökosysteme durch den Ressourcenverbrauch der Menschheit zu kompensieren – ein deutlicher Hinweis darauf, dass die Menschheit sich derzeit nicht auf einem nachhaltigen Entwicklungspfad befindet. Der durchschnittliche Fußabdruck der ÖsterreicherInnen liegt mit knapp 4,6 Hektar deutlich über dem weltweiten Durchschnitt, und erheblich über der weltweiten Biokapazität von ca. 1,8 Hektar. Pro Kopf konsumiert also ein(e) EinwohnerIn Österreichs im Durchschnitt Energie, Nahrungsmittel, Verkehrsdienstleistungen und andere Produkte, deren Herstellung ca. 2,5 mal mehr Fläche benötigen würde, als weltweit pro Kopf der Weltbevölkerung verfügbar sind.

Der ökologische Fußabdruck kann auf nationaler Ebene auf Basis statistischer Daten berechnet werden, er kann aber auch für einzelne Produkte oder für das Konsumverhalten von Individuen oder Haushalten ermittelt werden. Dabei müssen jeweils verschiedene Methoden eingesetzt und Datengrundlagen herangezogen werden.

Die Generaldirektorin des ORF, Monika Lindner, sagte am 4. Oktober 2004 dem Publikumsrat gegenüber zu, der ORF werde dazu beitragen, den ökologischen Fußabdruck der ÖsterreicherInnen durch publikumswirksame Aufarbeitung und Mitmachaktionen zu reduzieren. Im vorliegenden Projekt sollten unterstützend für die detailliertere Planung von ORF-Aktionen geeignetes EDV-Tool und Kennzahlen erarbeitet werden.

Projektziele

Für Österreich liegen umfassende Berechnungen zum ökologischen Fußabdruck auf gesamtstaatlicher Ebene vor, auch in langfristiger historischer Zeitreihe (seit ca. 1920). Insbesondere gibt es detaillierte Informationen über das Verhältnis inländischer Produktion zum Außenhandel, zur Herkunft importierter Produkte etc. (Haberl et al. 2001a, Erb et al. 2001, Erb 2002, Erb 2004, Wackernagel et al. 2002, WWF Österreich et al. 2002, WWF 2004).

Im vorliegenden Projekt wurde ein EDV-Tool, der Ecological Footprint Calculator Austria (EFC-AUT), erstellt. Mit Hilfe des EFC-AUT ist es möglich, den ökologischen Fußabdruck von Einzelpersonen oder Haushalten auf Basis von Daten, wie sie in Haushalten mit akzeptablem Aufwand verfügbar gemacht werden können (z.B. Heizkosten, Heizenergieträger, Stromrechnung, Jahreskilometerleistung von Flugreisen, Autobenützung, qualitative bis semiquantitative Daten zum Ernährungsverhalten etc.) abzuschätzen.

Dazu war es nötig, österreichische Spezifika (z.B. Kraftwerkspark, thermische Qualität von Gebäuden, Konsumverhalten u.v.a.) zu berücksichtigen. Wie dabei vorgegangen wurde, wird weiter unten beschrieben.

Zudem sollte das Problem der Biolandwirtschaft angeschnitten werden: auf Grund niedrigerer Erträge hat Biolandwirtschaft bei manchen Produkten einen erheblich höheren Fußabdruck als konventionelle Landwirtschaft, selbst bei Berücksichtigung des höheren Betriebsmitteleinsatzes von konventionellen Landwirtschaftspraktiken. Siehe dazu ebenfalls weiter unten.

Der EFC-AUT ist ein Excel-Modell, das auf bestehende, ähnliche Tools aufbaut (vgl. u.a. <http://www.footprintnetwork.org>; <http://www.bestfootforward.com>;

<http://www.wien.gv.at/ma22/pool/nachhaltigkeit.htm> und den Berliner Footprint-Kalkulator), aber österreichische Spezifika berücksichtigt.

Der EFC-AUT ist – wie im Offert angeboten – derzeit nur zur Anwendung durch ExpertInnen geeignet, da er keine für Laien einfach verständliche Oberfläche enthält. Ziel des vorliegenden Projekts war es, ein Tool zu entwickeln, das es ermöglicht, Schwerpunkte einer möglichen Kampagne des ORF zu identifizieren und eine Grundlage für eine fundierte Abschätzung von realistischer Weise erzielbaren ökologischen Benefits in Grobanalysenscharfe zu bieten.

Es wäre möglich und sinnvoll, den EFC-AUT zu einem internetgestützten Tool zu machen, der im Rahmen der geplanten ORF-Kampagne eingesetzt werden kann. Dazu müsste das Tool sowohl inhaltlich, als auch was die Benützbarkeit durch Nicht-ExpertInnen betrifft, erheblich weiter entwickelt werden. In seiner derzeitigen Form ist der EFC-AUT (auftragsgemäß) nur für den internen Gebrauch geeignet.

Der Ecological Footprint Calculator Austria

Das Ergebnis von Berechnungen des ökologischen Fußabdrucks hängt erheblich von einer Vielzahl an Annahmen über Faktoren wie weltdurchschnittliche CO₂-Absorption von Wäldern, Flächenproduktivitäten verschiedener Produkte usw. ab (vgl. Monfreda et al. 2004). Die Methoden von EF-Rechnungen ändern sich daher im Lauf der Zeit, insbesondere durch Berücksichtigung von neuen wissenschaftlichen Ergebnissen. Aus diesem Grund ist etwa der „Living Planet Report 2004“ (WWF 2004) mit früheren Ausgaben des Living Planet Report nicht unmittelbar vergleichbar.

Bei der Erstellung des EFC-AUT wurde, soweit möglich, auf Kompatibilität mit dem Living Planet Report 2004 sowie dem aktuellsten „National Footprint and Biocapacity Account“ für Österreich 2001 (Global Footprint Network 2004) geachtet. Da die Lizenz zur Nutzung des „National Footprint and Biocapacity Account“, über die das Institut für Soziale Ökologie verfügt, keine unmittelbare Nutzung der in diesem Accounting-Sheet enthaltenen Faktoren in EDV-Tools erlaubt,¹ wurden Flächenerträge und Äquivalenzfaktoren aus entsprechenden Daten der FAO (FAO 2002) abgeleitet und auf Konsistenz mit den Daten des Global Footprint Network getestet. Dabei waren in den meisten Bereichen höchstens minimale Abweichungen feststellbar, die im Gesamtergebnis keine Bedeutung haben. Eine wesentliche Abweichung im Bereich Ernährung, die aus inhaltlichen Gründen nötig war, wird im entsprechenden Unterkapitel diskutiert (s.u.). Insgesamt ist aber sicher gestellt, dass Berechnungen mit dem EFC-AUT mit den aktuellen methodischen Standards (<http://www.footprintnetwork.org>) zur Ermittlung des ökologischen Fußabdrucks soweit möglich und inhaltlich vertretbar kompatibel sind.

Nationale EF-Berechnungen werden basierend auf statistischen Daten für den Ressourcenverbrauch einer gesamten Volkswirtschaft durchgeführt. Der Ressourcenverbrauch wird nach der Formel

Nationaler Ressourcenverbrauch = Ressourcenverbrauch für Importe plus nationale Ressourcenextraktion minus Ressourcenverbrauch für Exporte

ermittelt. Die „Umrechnung“ des Ressourcenverbrauchs in Flächendaten erfolgt für Biomasse (land- und forstwirtschaftliche Produkte, Bioenergie usw.) anhand globaler

¹ Der Erwerb dieser Lizenz hätte leider das Projektbudget gesprengt.

Durchschnittserträge. Fossilenergieansatz wird in der Regel anhand der Fläche, die für die Absorption des bei der Verbrennung frei werdenden CO₂ nötig wäre, bewertet. Wasserkraft wird anhand der Stauseeflächen bewertet, Siedlungs-, Verkehrs- und andere Bauflächen anhand der überbauten Fläche. Zur Berücksichtigung der Unterschiede in der biologischen Produktivität verschiedener Landbedeckungsklassen (z.B. Grünland, Acker, Bauland, Wald, Siedlungsfläche), werden sogenannte Äquivalenzfaktoren verwendet. Zur Berücksichtigung von regionalen Unterschiede in der Produktivität verschiedener Länder wird bei der Berechnung der Biokapazität ein sogenannter „Erntefaktor“ (yield factor) angewandt, der angibt, um wieviel produktiver oder weniger produktiv eine bestimmte Landbedeckungsklasse in einem Land ist als im Weltdurchschnitt (methodische Details siehe Monfreda et al. 2004, Wackernagel et al. 1999, Wackernagel et al. 2004, <http://www.footprintnetwork.org>).

Der durchschnittliche österreichische pro-Kopf Fußabdruck

Der ökologische Fußabdruck eines Durchschnittsösterreicherers, einer Durchschnittsösterreicherin ergibt sich durch Division des aggregierten österreichischen Fußabdrucks durch die Einwohnerzahl. Die aktuellen Werte für Österreich sind in Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1. Durchschnittlicher pro- Kopf Fußabdruck in Österreich 2001.

	Produktion [gha/EW]	Importe [gha/EW]	Lageränderung [gha/EW]	Exporte [gha/EW]	Konsum [gha/EW]
Ackerland	0,57	0,45	0,02	0,31	0,73
Brache	0,08	0,03	0,00	0,00	0,11
Grünland	0,16	0,02	0,00	0,05	0,13
Meeresfläche	0,00	0,13	0,00	0,00	0,12
Inlandsgewässer	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01
Forstprodukte	1,03	1,21	0,00	1,32	0,92
Brennholz	0,07	0,01	0,00	0,00	0,07
Überbaute Fläche	0,07	0,00	0,00	0,00	0,07
Fläche von Wasserkraftwerken	0,06	0,00	0,00	0,00	0,06
CO ₂ -Absorptionsfläche	2,25	2,63	0,00	2,53	2,36
Summe	4,29	4,49	0,01	4,21	4,58

Quelle: Global Footprint Network 2004. Rundungsdifferenzen nicht ausgeglichen.

Dem ökologischen Fußabdruck Österreichs von 4,58 gha/cap stand im Jahr 2001 eine lokale österreichische Biokapazität von 3,43 gha/cap sowie eine globale Biokapazität von 1,8 gha/cap gegenüber. Jede/r ÖsterreicherIn verbrauchte daher im Jahr 2001 ca. ein Drittel mehr Biokapazität als im Land verfügbar war bzw. etwa das 2,5-fache der weltweit verfügbaren Biokapazität.

Diese Zahlen sind insofern aussagekräftig, als sie zeigen, dass Österreich insgesamt mehr Ressourcen konsumiert als lokal und global ökologisch verträglich wäre. Doch derartige Durchschnittszahlen sind für die Bewertung der ökologischen Folgen individuellen Handelns nicht geeignet, da der individuelle Konsum deutlich über oder unter dem Durchschnitt liegen kann. Zudem ist für Kampagnen wichtig, Möglichkeiten und Potenziale zur Verbesserung der ökologischen Performance durch Verhaltensänderungen abbilden zu können.

Im Unterschied zu nationalen Footprint-Berechnungen, ermöglicht es der EFC-AUT,

- den ökologischen Fußabdruck von Individuen abzuschätzen (vor allem auf Basis individueller Daten zu Heizung, Energieverbrauch, Verkehrsnachfrage und Ernährung), sowie
- Verbesserungspotenziale durch Verhaltensänderungen vor allem in den Bereichen Wohnen, Verkehr und Ernährung aufzuzeigen.

Zu diesem Zweck ist es nötig, die ökologischen Folgen des individuellen Verbrauchsverhaltens abzubilden. Dies wird schon dadurch erschwert, dass kaum jemand seinen eigenen Ressourcenverbrauch bzw. sein Konsumverhalten kennt. Dazu kommt die große Schwierigkeit, dass ein erheblicher Teil des EF-relevanten Ressourcenverbrauchs in Landwirtschaft, Industrie und anderen Wirtschaftssektoren erfolgt und den Produkten nicht ohne weiteres zurechenbar ist (insbesondere, u.a. auf Grund von Koppelproduktionen und intersektoralen Lieferverflechtungen, nicht doppelzählungsfrei).

Eine Annäherung kann erreicht werden, indem bekannter Maßen ökologisch besonders relevante Güter wie Nahrungsmittel, Energie für Heizung, Warmwasser, Elektrogeräte, Beleuchtung, Autoverkehr usw. herausgegriffen werden und der auf sie entfallende Fußabdruck abgeschätzt wird.

Die nationalen Footprint-Accounts für Österreich (Global Footprint Network 2004) enthalten eine grobe Zurechnung des österreichischen Fußabdrucks zum durchschnittlichen Endkonsum, die als erste Orientierung dienen kann.


Tabelle 2. Grobe Zurechnung des österreichweiten Fußabdrucks 2001 zu Endverbrauchskategorien.

	Energie [gha/EW]	Ackerland [gha/EW]	Grünland [gha/EW]	Wald [gha/EW]	Gebäude [gha/EW]	Fischfang [gha/EW]	Summe [gha/EW]
Aggregierte Darstellung							
Ernährung	0,08	0,81	0,12	0,02	0,00	0,13	1,16
Wohnen, incl. Haushaltsenergie	0,61	0,00	0,00	0,48	0,02	0,00	1,11
Mobilität	0,71	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00	0,73
Güter und Dienstleistungen	0,26	0,02	0,01	0,33	0,04	0,00	0,66
Nicht zurechenbar (Produktion)	0,83	0,00	0,00	0,09	0,00	0,00	0,92
Summe	2,49	0,84	0,13	0,92	0,08	0,13	4,58
Detaillierte Untergliederung							
<i>Ernährung</i>	<i>0,08</i>	<i>0,81</i>	<i>0,12</i>	<i>0,02</i>	<i>0,00</i>	<i>0,13</i>	<i>1,16</i>
pflanzlich	0,04	0,44	0,00	0,01	0,00	0,00	0,49
tierisch	0,04	0,37	0,12	0,01	0,00	0,13	0,67
<i>Wohnen</i>	<i>0,61</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,48</i>	<i>0,02</i>	<i>0,00</i>	<i>1,11</i>
Neubau+Erhaltung	0,05	0,00	0,00	0,48	0,00	0,00	0,54
Energie	0,55	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,55
Strom	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11
Fossilenergie	0,37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,37
Brennholz	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07
<i>Mobilität</i>	<i>0,71</i>	<i>0,01</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,02</i>	<i>0,00</i>	<i>0,73</i>
Auto (incl. Motorrad)	0,63	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,64
Flugverkehr	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06
Sonst. Öffentl. Verkehr	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
<i>Güter und Dienstleistungen</i>	<i>0,26</i>	<i>0,02</i>	<i>0,01</i>	<i>0,33</i>	<i>0,04</i>	<i>0,00</i>	<i>0,66</i>
Papier	0,05	0,00	0,00	0,23	0,00	0,00	0,28
Kleidung, Schuhe	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,03
Haushaltsgeräte, Möbel ¹	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,02
Alle anderen Güter	0,11	0,00	0,00	0,03	0,02	0,00	0,17
Dienstleistungen	0,09	0,00	0,00	0,04	0,02	0,00	0,15
<i>Nicht zurechenbar (Produktion)</i>	<i>0,83</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,09</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,92</i>
Summe	2,49	0,84	0,13	0,92	0,07	0,13	4,58

Quelle: Global Footprint Network 2004; Rundungsdifferenzen nicht ausgeglichen.

¹ excl. deren Stromverbrauch

Nach dieser groben Darstellung entfällt rund 25% des Fußabdrucks auf Ernährung, 24% auf Wohnen (incl. Haushaltsenergie), 16% auf Mobilität und 14% ist einzelnen Produkten zurechenbar (wovon ca. ein Drittel auf Papier entfällt). Etwa 20% ist nicht zurechenbar, wobei es sich um Energie oder andere Ressourcen handelt, die im Produktionsprozess verbraucht werden, aber nicht einzelnen, erfassbaren Endprodukten zurechenbar waren. Ohne nähere Informationen ist es nur sehr schwer möglich, für diesen Bereich qualifizierte Maßnahmen vorzuschlagen. Man beachte allerdings, dass auch ein erheblicher Teil des Fußabdrucks im Bereich „Wohnen“ durch Neubau und Erhaltung von Gebäuden zustande kommt (v.a. durch den Einsatz von Holz im Bauwesen), der ebenfalls kaum durch individuelle Verhaltensänderungen beeinflussbar ist.

Allgemeine Merkmale des EFC-AUT

Ziel des vorliegenden Projekts war es, die Abhängigkeit des Fußabdrucks von den individuellen Ressourcenverbrauchsmustern zu demonstrieren und Möglichkeiten zur Verkleinerung des Fußabdrucks durch Veränderungen im Verhalten aufzuzeigen. Dazu versuchten wir vor allem, die Zurechnung des Ressourcenverbrauchs zum Konsum von Produkten durch Endverbraucher zu verbessern und die Eingabe von Daten zum individuellen Konsumverhalten zu ermöglichen.

Dazu ist es wichtig, nicht nur die beim Verbraucher unmittelbar anfallenden Emissionen zu berücksichtigen (z.B. das CO₂ aus der Verbrennung von Heizöl), sondern auch die Emissionen bzw. Inanspruchnahme bioproduktiver Landflächen in der Vorleistungskette. Zu diesem Zweck dient eine sogenannte Prozesskettenanalyse, in der die Emissionen vorgelagerter Prozesse einem bestimmten Produkt oder einer Dienstleistung zugerechnet werden. Abbildung 1 zeigt als Beispiel ein Prinzipschema einer derartigen Analyse, wobei zahlreiche wesentliche Prozesse der Übersichtlichkeit wegen ausgeblendet wurden.

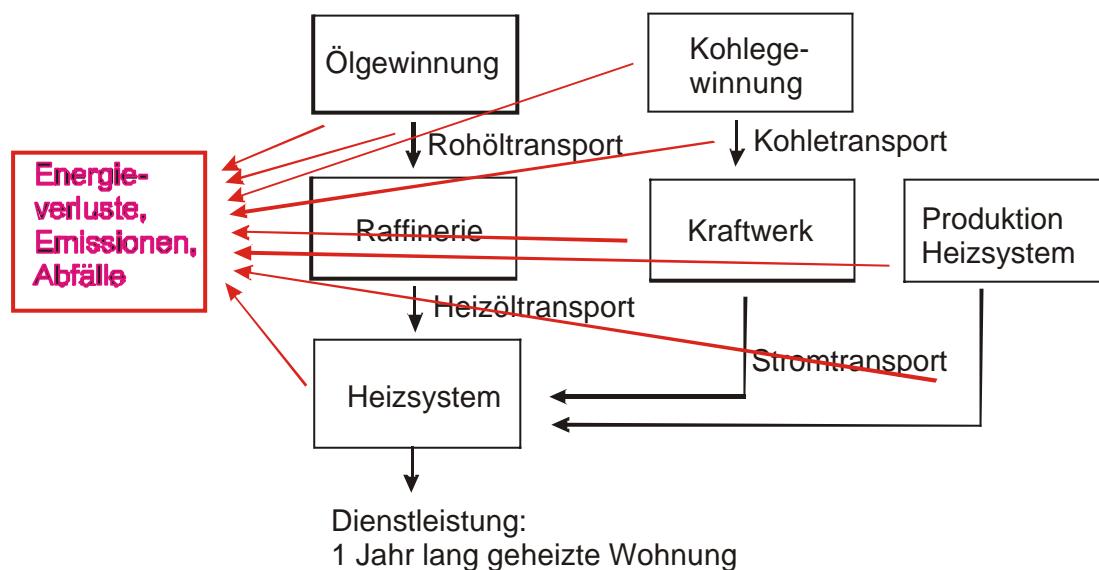


Abbildung 1. Prinzipschema einer Prozesskettenanalyse für die Beheizung einer Wohnung mit Hilfe eines Ölkessels

Zu diesem Zweck griffen wir auf das sogenannte „Gesamt-Emissions-Modell Integrierter Systeme“ (GEMIS) zurück (Fritsche et al. 1992, Fritsche et al. 1997, aktuelle Version im Internet: <http://www.oeko.de/service/gemis/de/index.htm>). Von diesem Modell liegt für Österreich eine aktuelle Version „GEMIS Österreich 4.2“ in Form einer CD-ROM vor (vgl. <http://www.umweltbundesamt.at/umweltdaten/produkte/gemis/>), die für das vorliegende Projekt angekauft und verwendet wurde (Umweltbundesamt 2004). Für die Abbildung ausgewählter Prozesse, die im Österreichdatensatz schlecht abgebildet werden, wurde auch auf die aktuelle deutsche GEMIS-Version (<http://www.oeko.de/service/gemis/de/index.htm>) zurückgegriffen. GEMIS wurde dabei vor allem zur Berechnung der CO₂-Emissionen, die bei der Herstellung vieler Produkte anfallen, verwendet.

Der individuelle Konsum wurde in die Bereiche

- Wohnen (Heizen, Warmwasser, Elektrogeräte, Beleuchtung usw.),
- Verkehr, Mobilität (Pkw-Verkehr, öffentlicher Nahverkehr, Bahn, Flug),
- Ernährung, sowie
- Produkte (=alle anderen Produkte)

unterteilt. Leitlinie der Modellentwicklung war dabei jeweils, Daten bzw. semiquantitative Einschätzungen zu verwenden, die von Haushalten bzw. Individuen realistischer Weise mit relativ geringem Aufwand abgeschätzt oder verfügbar gemacht werden können.

Wohnen

Im Bereich Wohnen entfällt ein großer Teil des ökologischen Fußabdrucks auf den Einsatz von Energie für die Bereitstellung von Raumwärme und Warmwasser bzw. für den Betrieb von Elektrogeräten und für Beleuchtung. Eine gegenüber den aggregierten Daten des Global Footprint Network (siehe Tabelle 2) verbesserte Abschätzung des durchschnittlichen österreichischen Fußabdrucks durch Endkonsum von Energieträgern ist in Tabelle 3 dargestellt.

Tabelle 3. Abschätzung des ökologischen Fußabdrucks zur Endkonsum von Energieträgern im Haushalt

	Endenergie pro Haushalt [kWh/a/HH]	Endenergie pro Kopf [kWh/a/cap]	Wirkungsgrad [% NE/EE]	Nutzenergie pro Kopf [kWh/a/cap]	CO ₂ pro Kopf [kg/a/cap]	Ökologischer Fußabdruck [gha/a]
Fernwärme	1811	748	1,00	748	109	0,029
Umgebungswärme	302	125	1,00	125	0	0,000
Biomasse	5523	2282	0,55	1255	94	0,025
Biomasse: Anbaufläche	(5523)	(2282)				0,128
Natur- und Flüssiggas	5445	2250	0,73	1643	546	0,146
Heiz- und Gasöl	6749	2789	0,71	1980	828	0,222
Kohle	749	310	0,49	152	112	0,030
E-Heizung	388	160	0,98	157	76	0,020
E-Warmwasser	1400	579	0,87	503	245	0,066
Strom: Geräte, Licht	3025	1250	n.d.	n.a.	397	0,106
Summe	25393	10493		6563	2407	0,772

Die Daten zum durchschnittlichen Endenergieeinsatz pro Haushalt stammen aus der ÖSTAT-Energiebilanz, die CO₂-Emissionen wurden mit GEMIS berechnet. Die CO₂-Absorptionsrate von Wäldern stammt vom IPCC (IPCC 2001) und damit von der gleichen Quelle, die das Global Footprint Network in seinen Accounts verwendet.

Hinsichtlich Biomasse gingen wir folgendermaßen vor: Nach Daten aus früheren eigenen Arbeiten (Haberl et al. 2001b), stammen in Österreich 46% der zur Energieerzeugung eingesetzten Biomasse (gemessen in Trockensubstanz) aus Abfällen anderer Prozesse (z.B. Sägenebenprodukte, landwirtschaftliche Reststoffe etc.) und verursachen somit keinen zusätzlichen Fußabdruck durch Anbauflächen. Der Rest wurde mit Hilfe des forstwirtschaftlichen Ertrages bewertet.

Wie Tabelle 3 zeigt, ergibt sich durch die korrekte Berücksichtigung der Prozesskette ein deutlich höherer Wert für den durch Energieeinsatz im Haushalt entstehenden Fußabdruck als in der groben Abschätzung des Global Footprint Network (Tabelle 2), d.h. es war möglich, einen gewissen Teil des nicht zurechenbaren Fußabdrucks korrekt zuzuordnen.

Den Fußabdruck durch Gebäudeerrichtung und -wartung des Global Footprint Network übernahmen wir nicht. Erstens ist dieser in den meisten Lebensabschnitten kaum veränderbar (außer, wenn gerade ein Wohnungswechsel geplant ist). Zweitens wäre selbst dann eine Modellierung der Veränderungspotenziale durch ökologischere Bauweise relativ aufwändig und würde den Umfang des vorliegenden Expertengutachtens sprengen. Drittens erscheint der Fußabdruck durch Gebäudeerrichtung und -wartung in Tabelle 2 relativ hoch, d.h. es scheint ein recht beträchtlicher Anteil des österreichischen Holzverbrauchs (etwa die Hälfte!) dem Bauholz zugerechnet worden zu sein, was relativ hoch erscheint (vgl. Haberl et al. 2001b).

Zur einfachen Abschätzung des individuellen Fußabdrucks, der durch Beheizung verursacht wird, erstellten wir ein Modell für den Heiz-Endenergiebedarf auf Basis folgender Determinanten des Heizenergiebedarfs:

- Größe der Wohnung (Nutzfläche in m²), Anzahl der Bewohner, Ein- oder Mehrfamilienhaus, Baualtersklasse
- Heizsystem: Einzelofenheizung versus Zentralheizung, Heizenergieträger.

Das Modell beruht auf Faktoren aus dem „Leitfaden Klimaschutz auf kommunaler Ebene“ (Bertsch et al. 1995, Kapitel 4). Das Modell wurde getestet, indem wir auf Basis von realen statistischen Daten zur tatsächlichen Wohnnutzfläche, Baualtersklassenverteilung, Verteilung auf Heizenergieträger den Endenergieeinsatz in Österreich für 2001 abschätzten. Ein Vergleich mit den Daten der Energiebilanz zeigte, dass die Abweichungen im Bereich der Unschärfen der Energiebilanz sowie der jährlichen Variationen durch Abweichungen der Heizgradtage vom langjährigen Mittel lagen. Ein Beispiel für eine Berechnung ist in Tabelle 4 angeführt.

Tabelle 4 Beispielhafte Berechnung des Heizenergiebedarfs, des damit verbundenen Fußabdrucks, und von möglichen Einsparungen mit dem EFC-AUT

Beschreibung	Merkmalsausprägung / Ergebnis	Einheit
Größe der Wohnung	65	[m ²]
Anzahl der BewohnerInnen	1	[Personen]
Baualtersklasse	1945-1960	[Jahreszahlen]
Heizsystem	Gaszentralheizung / EFH	[qualitativ] ¹
Endenergieeinsatz pro Haushalt	16.146	[kWh/a]
Endenergieeinsatz pro EinwohnerIn	16.146	[kWh/a]
CO ₂ -Emissionen pro EinwohnerIn	5.370	[kg CO ₂ /a]
Fußabdruck	1,437	[gha/a]
Maßnahme: anderer Energieträger	Umstieg auf Fernwärme	[qualitativ] ¹
Neuer Fußabdruck	0,630	[gha/a]
Einsparung	56	[%]

¹ Auswahl aus mehreren vorgegebenen Kategorien

Der Endenergieeinsatz für Warmwasser wird anhand der Anzahl an Personen im Haushalt, des durchschnittlichen österreichischen Nutzenergiebedarfs für Warmwasser sowie des dominanten Warmwasserbereitungssystems abgeschätzt.

Für den Bereich Elektrizität kann die/der BenutzerIn den individuellen Haushaltsstromverbrauch aus seiner Jahresstromabrechnung eingeben.

In der derzeitigen Version erlaubt der EFC-AUT die Modellierung folgender Maßnahmen zur Verringerung des ökologischen Fußabdruckes:

- Wärmedämmung
- Umstieg auf ein anderes Heizenergiesystem (Energieträgerwechsel)
- Sparsameren Einsatz von Heizenergie durch Nutzung der Regelung und nachfrageorientierte Absenkung der Raumtemperatur
- Umstieg auf ein anderes Warmwasserbereitungssystem (Energieträgerwechsel), insbesondere Umstieg auf Solaranlage oder bivalente Warmwasser-Wärmepumpe
- Sparsamer Umgang mit Warmwasser
- Einsparung von Strom durch teilweisen Verzicht auf Stand-by, Ausschalten des Lichts und Verwendung von Energiesparlampen
- Umstieg auf Ökostrommix

Die Erstellung eines umfangreicheren Kataloges an Maßnahmen sowie der Einbau von weiteren Dateneingabemöglichkeiten für den Benutzer (z.B. Verbrauchsdaten über Heizmaterialien, realer Bestand an Elektrogeräten, Wärmedämmzustand der Wohnung usw.) wäre mit vertretbarem Aufwand möglich, sollte aber aus Effizienzgründen in Abstimmung mit den jeweils konkret geplanten Inhalten einer allfälligen PR-Kampagne erfolgen.

Verkehr und Mobilität

Der in Tabelle 2 dargestellte österreichdurchschnittliche Fußabdruck enthält sowohl Personen- als auch Güterverkehr und ist somit nur zum Teil durch Konsumententscheidungen individuell unmittelbar beeinflussbar. Für den EFC-AUT versuchten wir, die Auswirkungen des individuellen Verkehrsverhaltens zu modellieren und umfangreiche Optionen zur Bewertung individuellen Verhaltens sowie dessen Veränderung zu bieten. Die CO₂-Emissionsfaktoren stammen überwiegend aus GEMIS Österreich (Umweltbundesamt 2004), insbesondere jene für Diesel- und Benzin-Pkw, die einen besonders großen Einfluss haben, und GEMIS Deutschland (<http://www.oeko.de/service/gemis/de/index.htm>).² Für die ÖBB, die über eigene Wasserkraftwerke verfügt und daher einen Strommix verwendet, der sich vom Österreichdurchschnitt deutlich unterscheidet, wurde auf Daten der ÖBB zu ihrer CO₂- und Energiebilanz zurückgegriffen (<http://www.oebb.at>).

Die „bottom-up“-Modellierung der ökologischen Auswirkungen des individuellen Verkehrsverhaltens ist in 5 dargestellt. Die Daten zu den durchschnittlichen österreichischen Jahreskilometerleistungen verschiedener Transportmittel stammen von der Statistik Austria (Statistik Austria 2002). Hinsichtlich Flugbewegungen waren keine nach In- und Ausländern differenzierten Zahlen verfügbar. Insgesamt beträgt die Zahl der An- und Abflüge jeweils etwa 7,6 Millionen pro Jahr, d.h. etwa ein ankommender und ein abfliegender Passagier pro ÖsterreicherIn. Es war jedoch keine Differenzierung nach In- und Ausländern erhältlich, sodass wir in Ermangelung pro ÖsterreicherIn genau eine Flugreise annahmen (d.h. 0,5 hin/retour-Flüge pro ÖsterreicherIn). Die Flugdistanz sowie die Differenzierung zwischen Kurz- und Langstrecke schätzten wir folgendermaßen ab: Laut Statistik Austria, lag das Endziel bei allen Abflügen 2001 aus Österreich zu 5% in Österreich, zu 50% in der EU und zu 19,3% im übrigen Europa (Statistik Austria 2002). Alle diese Flüge wurden als Kurzstreckenflüge mit einer

² Daten zu Pkw und Motorrädern liegen für Österreich in guter Datenqualität vor und wurden aus dem österreichischen Datensatz übernommen. Für die Modellierung von Flugverkehr, Fahrrädern und Fußgängern wurde der deutsche GEMIS-Datensatz angesetzt.

Distanz von 1000 km pro Flug angenommen. Die restlichen Flüge sind Langstreckenflüge, die sich auf Nord- und Südamerika, Russland, Asien, Afrika und Australien verteilen. Hier nahmen wir eine durchschnittliche Distanz von 10.000 km pro Flug an. Selbstverständlich wäre es wünschenswert, diese Berechnungen auf bessere Daten zu stützen, es waren aber leider keine besseren Daten erhältlich.

Tabelle 5. Modellierung des ökologischen Fußabdrucks durch das individuelle Verkehrsverhalten: österreichische Durchschnittswerte

	Verkehrsaufkommen [Mio. pkm/a]	Verkehrsaufkommen pro Kopf [pkm/cap/a]	CO ₂ -Faktor [kg/pkm]	CO ₂ pro Kopf [kg/cap/a]	Ökologischer Fußabdruck [gha/cap/a]
Fußgänger und Fahrrad	2.734	341	0,004	1	0,000
Flug Langstrecke	20.058	2.500	0,196	489	0,131
Flug Kurzstrecke	6.017	750	0,294	221	0,059
Strassenbahn	5.357	668	0,055	37	0,010
Bus (15 Pers. / Kfz)	7.882	982	0,085	83	0,022
Bahn Personen	8.374	1.044	0,011	11	0,003
PKW Benzin 2001 (1,5 Pers. / Kfz)		-	0,149	0	-
PKW Diesel 2001 (1,5 Pers. / Kfz)		-	0,120	0	-
PKW Durchschn. (1,5 Pers. / Kfz)	85.237	10.624	0,132	1.399	0,374
Mofa, Motorrad	2.324	290	0,132	38	0,010
Summe					0,61

Nach den in Tabelle 5 dargestellten Daten beträgt der durch individuelles Konsumverhalten beeinflussbare Fußabdruck der ÖsterreicherInnen durch Mobilität rund 0,61 gha/cap/a, was unter der in Tabelle 2 dargestellten Abschätzung des Global Footprint Network liegt. Dies erklärt sich daraus, dass wir hier den Frachtverkehr nicht berücksichtigten, da dieser durch individuelle Veränderungen im Konsum nicht oder zumindest nicht leicht beeinflussbar erscheint.

Zur Abbildung des individuellen mobilitätsbedingten Fußabdrucks kann der/die BenutzerIn Kraftstoffart (Benzin oder Diesel), durchschnittlichen Kraftstoffverbrauch (Liter/100 km) und durchschnittliche Besetzung des von ihm/ihr überwiegend benutzten Fahrzeugs (Anzahl an Personen) angeben. Weiters kann der/die BenutzerIn die individuellen Jahreskilometerleistungen verschiedener Verkehrsmittel festlegen und so seinen/ihren individuellen Fußabdruck ermitteln.

Ein Beispiel findet sich in Tabelle 6. Es zeigt, dass bereits bei einem durchaus nicht außergewöhnlichen Verkehrsverhalten (12.000 km Jahresleistung mit einem relativ ineffizienten Pkw, 1 Langstreckenflug über 5.000 km hin-retour, 1 Kurzstreckenflug über 750 km hin-retour) ein sehr beträchtlich (+149%) über dem österreichischen Durchschnitt liegender Fußabdruck erreicht werden kann.

Tabelle 6. Beispielhafte Berechnung des individuellen mobilitätsbedingten Fußabdrucks mit dem EFC-AUT

Merkmal	Ausprägung	Einheit
Kraftstoffverbrauch des eigenen Kfz	9	[l/100 km]
Anzahl Passagiere	1	[Pers./Kfz]
Kilometer pro Jahr zu Fuß/Fahrrad	341	[km/a]
Flug Langstrecke	10.000	[km/a]
Flug Kurzstrecke	1.500	[km/a]
Straßenbahn-Kilometer	0	[km/a]
Bus-Kilometer	0	[km/a]
Bahn-Kilometer	500	[km/a]
PKW Diesel	12.000	[km/a]
Motorrad	0	[km/a]
Fußabdruck durch Mobilität	1,52	[gha/cap/a]
Abweichung zum Durchschnitt	149	[%]

Nach Festlegung des derzeitigen Verhaltens ist es möglich, Verhaltensänderungen in folgenden Dimensionen anzugeben:

- Umstieg auf ein effizienteres Auto
- Stärkere Besetzung des Autos (mehr Passagiere / Kfz)
- Sparsameres Fahrverhalten
- Neue Fahrleistungen in allen in Tabelle 6 genannten Dimensionen.

Der EFC berechnet dann die aggregierte Einsparung (oder Verschlechterung, je nach angegebenen Werten) gegenüber dem derzeitigen Verhalten.

Tabelle 7. Beispielhafte Angaben für den ökologischen Fußabdruck von Flugreisen (Abreise von Wien) und die mögliche Einsparung durch Umstieg auf Bahn bei Kurzstrecken

	Kilometer	Flugzeug			Bahn		
		CO ₂ -Faktor [kg/pkm]	CO ₂ pro Kopf [kg/a/cap]	Footprint [gha/a]	CO ₂ -Faktor [kg/pkm]	CO ₂ / Kopf [kg/a/cap]	Footprint [gha/a]
Innsbruck	772	0,294	227	0,06	0,011	9	0,002
Berlin	1056	0,294	311	0,08	0,011	13	0,003
Istanbul	2554	0,196	500	0,13	0,011	31	0,008
Las Palmas	7060	0,196	1382	0,37			
New York	13600	0,196	2662	0,71			
Bangkok	16904	0,196	3309	0,89			
Singapur	19452	0,196	3807	1,02			
Los Angeles	19660	0,196	3848	1,03			
Sydney	31990	0,196	6261	1,67			
Wellington	36380	0,196	7120	1,90			

Tabelle 7 zeigt beispielhaft den mit Flugreisen verbundenen ökologischen Fußabdruck. Bereits mit einer einzigen Flugreise nach New York erreicht man einen größeren Fußabdruck als der

Österreichdurchschnitt; mit einer einzigen Flugreise nach Australien liegt man bei einem Mehrfachen des Österreichdurchschnitts.

Ernährung

Zur Abschätzung des durchschnittlichen österreichischen Fußabdruck durch Ernährung verwendeten wir den durchschnittlichen Lebensmittelkonsum der ÖsterreicherInnen gemäß Ernährungsbericht (BMGF 2003). Wie bereits weiter oben erwähnt, hatten wir die Flächenproduktivitäten und Äquivalenzfaktoren laut „National Footprint and Biocapacity Account“ für Österreich 2001 (Global Footprint Network 2004) zwar zur Verfügung, durften sie aber wegen Einschränkungen unserer Lizenz nicht für die Modellierung heranziehen. Wir leiteten daher eigene Faktoren auf Basis von FAO-Daten (FAO 2002) ab und verglichen diese mit den Daten des Global Footprint Network.

Dabei stellte sich heraus, dass die Faktoren zum Footprint der Fleischproduktion nicht nur erheblich geringer waren als früher, sondern auch anhand der FAO-Daten nicht nachvollzogen werden konnten. Die neuen Faktoren sind nach unserer Einschätzung unrealistisch niedrig, sodass wir in diesem Bereich – in Abweichung zu den Daten des Living Planet Report 2004 sowie des Global Footprint Network – höhere Footprint-Faktoren auf Basis der FAO-Datenbasis annahmen. Die anderen Faktoren waren sehr ähnlich und stellen keine Quelle für mögliche relevante Inkonsistenzen dar.

Die CO₂-Vorleistungsemissionen wurden mit GEMIS modelliert. Dabei mussten auf Grund mangelnder Daten manche Produkte (insbesondere Reis, Hülsenfrüchte, Eier und Fisch) durch Hilfsannahmen abgeschätzt werden. Bei Reis und Hülsenfrüchten nahmen wir die Vorleistungsemissionen von Weizen an; für Fisch und Eier jenen von Schweinefleisch. In allen genannten Fällen dürfte das eine gewisse, z.T. sogar beträchtliche, Unterschätzung ergeben: Reis wird über große Distanzen transportiert; Hülsenfrüchte benötigen auf Grund des hohen Stickstoffgehalts viel Dünger; Fisch dürfte auf Grund der langen Transportwege sowie der Notwendigkeit entweder einer geschlossenen Kühlkette oder einer aufwändigen Konservierung in Dosen einen erheblich höheren Energieaufwand erfordern. In allen genannten Fällen ist allerdings der Konsum relativ gering, sodass die Fehler im Aggregat kaum ins Gewicht fallen dürften.

Die Ergebnisse zum durchschnittlichen Lebensmittelkonsum sind in Tabelle 8 dargestellt. Nur etwa 0,2 gha/cap entfallen demnach auf den Konsum pflanzlicher Produkte, tierische Produkte (Fleisch, Milch, Eier usw.) machen mit 1,52 gha/cap fast 90% des gesamten Fußabdrucks für Ernährung aus. Der CO₂-Footprint der Vorleistungskette ist demnach mit rund 7% des gesamten Fußabdrucks relativ gering, der größte Teil entfällt auf die zur Produktion benötigte Anbaufläche.

Tabelle 8. Ökologischer Fußabdruck durch Ernährung pro Kopf der österreichischen Bevölkerung

	Pro-Kopf- Verbrauch [kg/a/cap]	CO ₂ -Faktor [kg/kg]	CO ₂ pro Kopf [kg/a/cap]	CO ₂ - Footprint [gha/a]	Pro-Kopf- Anbau- fläche gha/t/a	Äquivalenz- faktor [gha/ha]	Footprint- Anbau- fläche	Footprint gesamt [gha/a]
Weizen	57,7	0,28	16,43	0,004	0,3857	2,19	0,05	0,05
Roggen	10,6	0,26	2,77	0,001	0,4687	2,19	0,01	0,01
Reis	3,8	0,28	1,08	0,000	0,2607	2,19	0,00	0,00
Hülsenfrüchte	0,5	0,28	0,14	0,000	1,3547	2,19	0,00	0,00
Gemüse	100,5	0,05	5,23	0,001	0,0600	2,19	0,01	0,01
Obst	92,8	0,33	30,83	0,008	0,1034	2,19	0,02	0,03
Pflanzenöle	18,7	1,23	23,08	0,006	2,0076	2,19	0,08	0,09
Pflanzl. Produkte				0,03				0,20
Käse	17,3	2,39	41,30	0,011	23,1223	0,48	0,19	0,20
Milch	92,9	0,34	31,91	0,009	2,3122	0,48	0,10	0,11
Geflügel	17,1	1,57	26,78	0,007	4,2320	2,19	0,16	0,17
Eier	13,4	2,67	35,78	0,010	2,9624	2,19	0,09	0,10
Schweinefleisch	60,7	2,67	162,07	0,043	4,2320	2,19	0,56	0,61
Rindfleisch	19,6	2,67	52,33	0,014	34,2552	0,48	0,32	0,34
Fisch	5,4	2,67	14,42	0,004	0,1396	0,36	0,00	0,00
Tier. Produkte				0,10				1,52
SUMME				0,12				1,73

Bei der derzeitigen Datenlage, bei der sowohl die Erfassung von Bioprodukten als auch jene von vorwiegend regionalen Produkten unzureichend für eine seriöse Modellierung ist, war es nur möglich, Abweichungen durch individuelles Konsumverhalten bzw. dessen Veränderung am Faktor „Konsum von Fleisch und anderen tierischen Produkten“ festzumachen. Dabei gingen wir folgendermaßen vor.

Für die Modellierung des individuellen Konsumverhaltens kann der/die BenutzerIn den Anteil von Fleisch, Milch und Milchprodukten und Fisch festlegen. Der EFC-AUT berechnet dann die notwendige Menge an pflanzlichen Produkten, um den Kalorienbedarf zu decken. Werden Daten eingegeben, bei denen es zu einem Eiweißdefizit kommt, erscheint ein Warn-Hinweis, der eine andere Eingabe nahelegt. Der EFC-AUT berechnet dann den individuellen Fußabdruck, wie beispielhaft in

Tabelle 9. Beispielhafte Berechnung des individuellen Fußabdrucks durch vom Durchschnitt abweichendes Ernährungsverhalten mit dem EFC-AUT

	Benutzer-Eingabe oder Ergebnis	Referenzwerte
Fleisch	10% [Benutzer-Eingabe]	30,1% ist österr. Durchschnitt
Milch- und Milchprodukte	15% [Benutzer-Eingabe]	14,9% ist österr. Durchschnitt
Fisch	1% [Benutzer-Eingabe]	1,8% ist österr. Durchschnitt
Pflanzliche Nahrung	74% [errechnet]	51% ist österr. Durchschnitt
Individueller Fußabdruck	1,08 gha/a [errechnet]	1,73 ist österr. Durchschnitt
Abweichung zum Durchschnitt	- 38%	

Nach dem gleichen Muster kann die/der BenutzerIn

- den Fleischanteil verringern
- auf vegetarische (fleischlose) oder
- vegane (fleischlos, ohne Milchprodukte und Eier)

Ernährung umsteigen und so den Fußabdruck erheblich verringern. Im Fall einer veganen Ernährung sinkt der Fußabdruck beispielsweise auf 0,3 gha/cap/a, also um 72%.

Dabei schätzten wir die Verminderung des Konsums verwertbaren Eiweißes ab, der mit einer Verringerung des Konsums tierischer Produkte einher geht. Fällt der Jahreskonsum an verwertbaren Eiweiß unter den ernährungsphysiologisch empfohlenen Wert ab (Elmadfa et al. 1994), so wird angenommen, dass das Defizit durch den Konsum einer entsprechenden Menge an Sojaprodukten ausgeglichen wird. Eine Verringerung der Gesamtzufuhr sowohl an Kalorien oder ein Defizit an verwertbarem Protein wurde nicht angenommen. Im Fall eines höheren Fleisch- oder Milchkonsums als im österreichischen Durchschnitt wurde der Konsum pflanzlicher Produkte entsprechend reduziert.

Eine Verminderung des Fußabdrucks wäre auch durch die vorwiegende Verwendung regionaler Produkte möglich, weil dadurch der Energieaufwand für Lagerung, Transport usw. gesenkt werden könnte. Leider war die Datenbasis sowohl von GEMIS-Österreich, als auch von GEMIS-Deutschland unzureichend, um derartige Effekte zu modellieren. Entsprechende Untersuchungen oder zumindest Grobabschätzungen wären lohnend und machbar.

Produkte

Ein erheblicher Teil des durchschnittlichen ökologischen Fußabdrucks pro ÖsterreicherIn ist leider direkt nicht dem individuellen Konsum zurechenbar, da er durch den Ressourcenverbrauch der Wirtschaft im Zuge der Herstellung von Gütern und Dienstleistungen anfällt. Eine signifikante Verbesserung der Datenlage würde die Berechnung des Fußabdrucks für eine Vielzahl relevanter Produkte erfordern, was im Rahmen der für dieses Expertengutachten verfügbaren Ressourcen nicht möglich war.

Insgesamt konnten wir mit den von uns erfassten Konsumkomponenten im österreichischen Durchschnitt 3,11 gha/cap für das Jahr 2001 erfassen, somit bleiben – in Differenz zu den seitens des Global Footprint Network angegebenen 4,58 gha/cap – 1,47 gha/cap unerklärt.

Wir wählten den Ansatz, den individuellen Fußabdruck durch den Verbrauch an Produkten, die nicht bereits in den Bereichen Wohnen, Mobilität und Ernährung erfasst wurden, durch das Netto-Haushaltseinkommen abzuschätzen. Das ist zugegeben eine sehr grobe Methode, erscheint aber immer noch besser, als jeder/m BenutzerIn des EFC-AUT pauschal den gleichen Fußabdruck für ihren/seinen Konsum an Produkten zuzuweisen.

Als relevanteste Größe erschien uns das Haushalts-Nettoeinkommen, das 2001 laut ÖSTAT EUR 30.570 betrug, bei einer durchschnittlichen Haushaltsgröße von 2,43 Personen pro Haushalt (Statistik Austria 2002). Der österreichdurchschnittliche „Produkt-Fußabdruck“ von 1,47 gha/cap (3,58 gha/Haushalt) wird linear mit dem tatsächlichen Haushalts-Nettoeinkommen skaliert, um den Fußabdruck des Haushalts durch Produkte abzuschätzen, und dann durch die Anzahl der tatsächlich im Haushalt lebenden Personen dividiert (siehe Tabelle 10).

Tabelle 10. Beispielhafte Abschätzung des individuellen ökologischen Fußabdrucks durch Produkte und mögliche Verbesserungen durch Verwendung von Recyclingpapier

	Haushalts - Einkommen [EUR/HH/a]	Anzahl an Personen [cap/HH]	Ökologischer Fußabdruck [gha/cap/a]
(1) DurchschnittsösterreicherIn davon Papier	30.570	2,43	1,47 0,28
(2) Individuelles Verbrauchsverhalten mögliche Einsparung durch Verwendung von Recyclingpapier	47.000	4	1,38 0,14
(3) Individuelles Verbrauchsverhalten incl. Verbesserungsmaßnahme			1,23

In diesem Bereich war uns mangels verwertbarer Daten über die Vorleistungsemissionen wichtiger Produkte oder Produktkategorien derzeit nur die Abbildung einer einzigen Maßnahme möglich, nämlich der überwiegende Umstieg auf Recyclingpapier; der Effekt dieser Maßnahme wurde auf Basis der Daten des Global Footprint Network abgeschätzt. Auch in diesem Bereich wäre es lohnend, durch Modellierung weiterer Produkte sowohl eine bessere Zurechnung des Fußabdrucks zum tatsächlichen Konsumverhalten, als auch eine bessere Maßnahmenvorschläge zu erarbeiten.

Zusammenfassende Darstellung

Die in den einzelnen Bereichen Wohnen, Verkehr, Nahrungsmittel und Produkte ermittelten Werte werden auf einer eigenen Seite des EFC-AUT in zusammengefasster Form dargestellt. Dabei wird der individuelle Fußabdruck dem österreichischen Durchschnitt gegenüber gestellt. Zusätzlich wird der Fußabdruck nach Durchführung der verschiedenen Verhaltensänderungen und Maßnahmen berechnet und übersichtlich dargestellt.

Ein Beispiel für eine derartige Modellierung ist in Abbildung 2 enthalten. In diesem Fall wurde eine Person modelliert, die in einem Mehrfamilienhaus in einem Zweipersonenhaushalt mit 100m² Nutzfläche lebt. Die Wohnung wird mit einer Gasheizung beheizt, als Maßnahme wird u.a. ein Umstieg auf Fernwärme und Ökostrom angenommen. Im Verkehrsbereich wurde als Ist-Situation ein Auto mit einer Jahreskilometerleistung von 12.000 km und einem Benzinverbrauch von 6l/100 km angenommen, 1 Lang- und 1 Kurzstreckenflug. Als Maßnahmen wurden unter anderem gewählt: Effizienteres Dieselauto (4,5 l/100 km), höhere Passagierzahl (2 statt 1,5), geringere Jahreskilometerleistung bei Auto und Langstreckenflug. Bei der Ernährung wurde eine Reduktion des Fleischkonsums um 30% angenommen. Bei den Produkten wurde ein Haushalts-Jahreseinkommen von €28.000 angesetzt, was pro Kopf deutlich über dem Durchschnitt liegt. Ein Umstieg auf Recyclingpapier wurde ebenfalls unterstellt.

Ihr Fußabdruck im Überblick

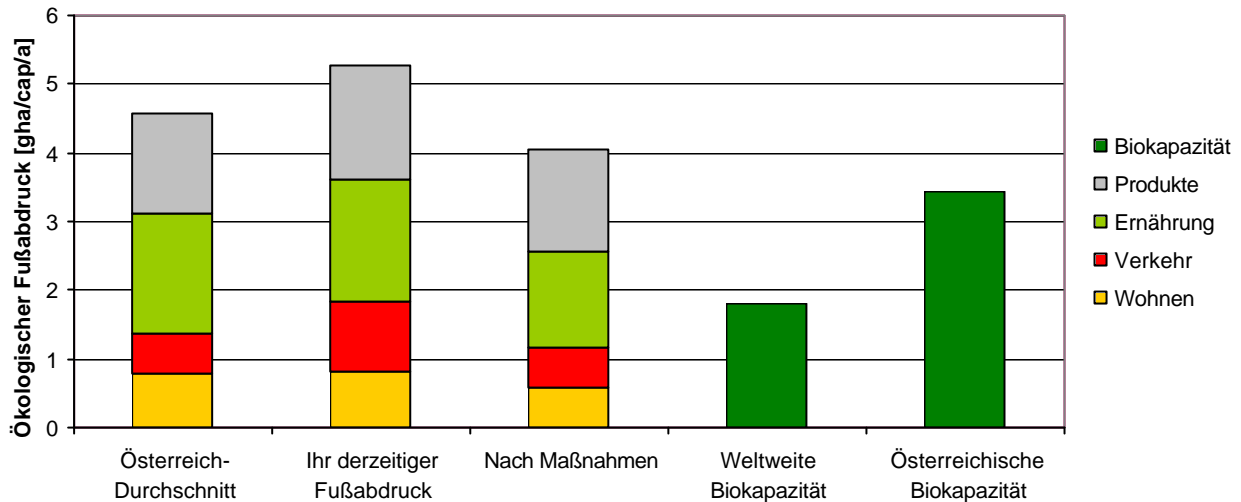


Abbildung 2. Grafische Darstellung einer beispielhaften Modellierung des ökologischen Fußabdruck auf Grund des individuellen Konsumverhaltens mit dem EFC-AUT

Die beispielhafte Berechnung in Abbildung 2 zeigt, dass durchaus eine deutliche Reduktion des Fußabdrucks erreichbar ist: Lag der Fußabdruck der modellierten Testperson vorher deutlich über dem Österreichdurchschnitt, lag er nach Durchführung der o.g. Maßnahmen leicht darunter, allerdings immer noch über der österreichischen bzw. weltweiten Biokapazität.

Der ökologische Fußabdruck der biologischen Landwirtschaft

Bei der Ermittlung des ökologischen Fußabdrucks wird standardmäßig von der aktuell beobachteten biologischen Produktivität von Acker- und Grünlandflächen ausgegangen. Damit wird implizit unterstellt, dass diese Produktivität nachhaltig erzielbar ist. Dabei handelt es sich um eine konservative Annahme: sollte ein langfristig nachhaltig erzielbarer Ertrag unter dem gegenwärtig beobachteten Ertrag liegen, so würde sich der Fußabdruck erhöhen. Fußabdruck-Accounts sind absichtlich „konservativ“, d.h. unterschätzen im Zweifelsfall den tatsächlichen Fußabdruck, um keinen Vorwurf von Panikmache bzw. Übertreibung aufkommen zu lassen (vgl. Wackernagel und Rees 1997). Die Flächenerträge in der biologischen Landwirtschaft sind in der Regel kleiner als jene der konventionellen Intensivlandwirtschaft, dafür ist allerdings auch der Einsatz an Energie und anderen Ressourcen in der Vorleistungskette geringer.

Trotz erheblicher Anstrengungen konnten weder in der publizierten wissenschaftlichen Fachliteratur (Literatursuche über Websites entsprechender Journals, Schlagwortsuche auf <http://scholar.google.com> usw.) noch bei einschlägigen nationalen Forschungseinrichtungen (insbesondere Ludwig Boltzmann-Institut für biologischen Landbau und angewandte Ökologie, BOKU-Institut für ökologischen Landbau) geeignete Vergleichsdaten über Ressourceneinsatz und Flächenerträge von Biolandbau im Vergleich zu konventionellem Landbau ermittelt werden.

Am BOKU-Institut für ökologischen Landbau wurde im Vorjahr eine Diplomarbeit fertiggestellt (Dekker 2003), die den ökologischen Fußabdruck von Rindfleisch aus ökologischer Mutterkuhhaltung mit jenem von Rindfleisch aus konventioneller Mastrinderhaltung vergleicht. Diese Arbeit vergleicht zwei Betriebe in der Region Mostviertel/Eisenwurzen. Dabei war der Fußabdruck des ökologisch produzierten Rindfleisches mit $115 \text{ m}^2/\text{kg}$ fast fünf mal so hoch wie jener des Rindfleisches aus Mastrinderhaltung ($24 \text{ m}^2/\text{kg}$). Ein Großteil davon entfiel auf die erheblich höhere Betriebsfläche des ökologisch wirtschaftenden Betriebes ($83 \text{ m}^2/\text{kg}$). Auch der erheblich höhere indirekte Flächenverbrauch des konventionellen Betriebs (74% des gesamten Fußabdrucks) konnte den „Nachteil“ des ökologischen Betriebs, eine sehr große Betriebsfläche zu benötigen, nicht wettmachen.

Dieses Beispiel dürfte ein Extrembeispiel sein: Verglichen wird die Tierproduktion auf Basis extensiver Grünlandnutzung mit der wesentlich weniger Fläche benötigenden Tierproduktion auf Basis intensiv genutzter Ackerfläche. Bezogen auf Produkte wie Weizen wären wesentlich geringere Unterschiede zu erwarten. Leider konnten hier keine Daten erhoben werden, auch nicht für eine grobe Abschätzung, so dass im Rahmen der eng bemessenen Projektressourcen keine empirische Aussage möglich ist.

Das Ergebnis sollte keinesfalls als umfassende ökologische Bewertung der beiden Produktionssysteme missinterpretiert werden (Kratochvil und Dekker 2004): Dem Nachteil der wesentlich größeren Flächeninanspruchnahme stehen vielfältige ökologische Vorteile der biologischen Landwirtschaft gegenüber, die in die Berechnung des ökologischen Fußabdrucks aus methodischen Gründen nur völlig unzureichend eingehen können.

Dennoch erscheint es beim gegenwärtigen Forschungsstand als wenig ratsam, das Thema „Biologische Landwirtschaft“ im Rahmen von Kampagnen zur Reduktion des ökologischen Fußabdrucks in den Vordergrund zu stellen. Das Einführen von Bewertungsfaktoren für qualitative Unterschiede von Systemen in rein quantitativ orientierte Accounting-Systeme wie den ökologischen Fußabdruck ist eine methodisch heikle Angelegenheit, weil sie erhebliche Probleme mit der Verlässlichkeit und Validität der Ergebnisse zur Folge haben können. Wir raten daher davon ab, derartige Faktoren ohne ausreichende theoretisch-wissenschaftliche Begründung „ad hoc“ einzuführen, weil damit nur zu leicht die Glaubwürdigkeit des Werkzeugs in Frage gestellt werden könnte.

Vielmehr erscheint es sinnvoll, bis zum Vorliegen besserer wissenschaftlicher Ergebnisse das Thema in der öffentlichen Kommunikation *in diesem Zusammenhang* nicht von sich aus anzusprechen, sondern vielmehr die ökologischen Vorteile der biologischen Landwirtschaft in anderen Kontexten zu kommunizieren.

Entsprechende Forschungsarbeiten für eine größere Anzahl von Agrarsystemen und Endprodukten, insbesondere für quantitativ wesentliche Endprodukte wie Getreide, Milch usw., sowie eine umfassendere Suche und Auswertung von bestehenden Forschungsarbeiten und Literaturquellen, als diese für das vorliegende Gutachten möglich waren, wären jedenfalls höchst angebracht und könnten unter Umständen auch eine erheblich bessere Bewertung der Biolandwirtschaft ergeben als das hier zitierte Beispiel.

Resümee

Der EFC-AUT ist auftragsgemäß in seiner derzeitigen Form nur für den Einsatz durch ExpertInnen gedacht. So erfordert derzeit die Dateneingabe – trotz Bemühung um praxisgerechte Gestaltung der Eingabeparameter – in manchen Bereichen immer noch ein

beachtliches Wissen darüber, welche Werte realistisch oder unsinnig sind. Aber für den angestrebten Zweck der Planung einer ORF - Kampagne in Zusammenarbeit mit ExpertInnen sollte der EFC-AUT gut anwendbar sein.

In einigen Bereichen, die weiter oben erwähnt wurden, wäre es sehr sinnvoll, weitere Recherchen und Berechnungen durchzuführen, einerseits um den individuellen Fußabdruck besser abschätzen zu können (etwa durch Definition von mehr Produkten oder durch Einführung alternativer Berechnungs- oder Validierungsfunktionen). Besonders vordringlich erscheinen Verbesserungen der Datenlage in den Bereichen Biolandbau und regionale Produkte sowie eine weitere Verringerung des nicht zurechenbaren Anteils der Produkte. Gerade die Unmöglichkeit durch Angabe individueller Nachfrage nach anderen Produkten als jenen in den Bereichen Ernährung, Mobilität und Wohnen wurde bei testweiser Eingabe von Daten als unbefriedigend erlebt. Allerdings wäre der Aufwand zur Erhebung verlässlicher Daten in diesem Bereich wahrscheinlich beträchtlich.

Bereits in seiner gegenwärtigen Form zeigt der EFC-AUT jedenfalls Möglichkeiten auf, KonsumentInnen die Folgen ihres Konsumverhaltens bzw. ihrer Lebensweise vor Augen zu führen. Eine Umsetzung in Form eines für die breite Verwendung, z.B. auf einer Homepage, geeigneten Instruments, das entsprechend nutzerInnenfreundlich und didaktisch gut gestaltet ist, ließe – in Kombination mit einer Kampagne des ORF – eine erhebliche Breitenwirkung erwarten. Durch Erfassung von Daten, die BenützerInnen interaktiv auf der Website eingeben, könnte zudem eine gewisse Abschätzung der Wirksamkeit von Sendungen bzw. der Attraktivität bestimmter Maßnahmen erreicht werden.

Quellen

- Bertsch, E., J. Fechner, E. Zitz, F. Schweitzer, K. Lummerstorfer, J. Haas, E. Drössler, H. Rohrer, W. Winkler-Rieder, H. Haberl, M. Bockhorni, R. Thaler, W. Frosch, R. Riedel 1995. *Leitfaden Klimaschutz auf kommunaler Ebene*. Bundesministerium für Umwelt, Wien.
- BMGF 2003. *Österreichischer Ernährungsbericht 2003*. Bundesministerium für Gesundheit und Frauen, Wien.
- Dekker, S. 2003. *The Ecological Footprint of organic suckling and conventional fat stock beef. Case study: Mostviertel - Eisenwurzen, Austria*. Wageningen University, University of Natural Resources and Applied Life Sciences, Vienna.
- Elmadfa, I., W. Aign, E. Muskat, D. Fritzsche, H.-D. Cremer 1994. *Die große GU Nährwert Tabelle*. Gräfe und Unzer, München.
- Erb, K.-H. 2002. Die Globalisierung der Landnutzung: Österreichs Inanspruchnahme von Landfläche in der Welt. *Natur und Kultur* 3(1), 35-57.
- Erb, K.-H. 2004. Actual Land Demand of Austria 1926 - 2000: A Variation on Ecological Footprint Assessments. *Land Use Policy* 21(3), 247-259.
- Erb, K.-H., F. Krausmann, and N.B. Schulz 2001. Der ökologische Fußabdruck des österreichischen Außenhandels. *Social Ecology Working Paper Nr. 62*. IFF Social Ecology, Wien.
- FAO 2002. *FAO-STAT 2001 Statistical Database*. FAO, CD-Rom and www.fao.org, Rome.
- Fritzsche, U.R., M. Buchert, C. Hochfeld, W. Jenseits, F.C. Matthes, L. Rausch, H. Stahl, J. Witt 1997. *Gesamt-Emissions-Modell integrierter Systeme (GEMIS) Version 3.0*. Öko-Institut e.V., im Auftrag des Hessischen Ministeriums für Umwelt, Energie, Jugend und Gesundheit, Darmstadt, Freiburg, Berlin.

- Fritsche, U.R., J. Leuchtner, F.C. Matthes, L. Rausch, K.H. Simon 1992. *Gesamt-Emissions-Modell Integrierter Systeme (GEMIS), Version 2.0*. Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie und Bundesangelegenheiten, Wiesbaden.
- Global Footprint Network 2004. *National Footprint and Biocapacity Account, Austria 2001*. Project Edition 2004 - Special Partner Edition. Global Footprint Network, Oakland, CA.
- Haberl, H., K.-H. Erb, F. Krausmann 2001a. How to calculate and interpret ecological footprints for long periods of time: The case of Austria 1926-1995. *Ecological Economics* 38(1), 25-45.
- Haberl, H., F. Krausmann, K.-H. Erb, N.B. Schulz, H. Adensam 2001b. *Biomasseinsatz und Landnutzung: Österreich 1995-2020*. Research report of the Institute for Interdisciplinary Studies of Austrian Universities (IFF), Dept. of Social Ecology, commissioned by the Austrian Federal Ministry of Education, Research and Culture, Wien.
- Haberl, H., M. Wackernagel, T. Wrbka 2004. *Land Use and Sustainability Indicators. Special issue of Land Use Policy* 21(3), 193-320. Pergamon / Elsevier, Oxford.
- IPCC 2001. *Climate Change 2001: The Scientific Basis*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Kratochvil, R. und S. Dekker 2004. Der ökologische Fußabdruck: biologische Mutterkuh- und konventionelle Mastrienderhaltung im Vergleich. *Ländlicher Raum* 1/2004, 28-29.
- Monfreda, C., M. Wackernagel, D. Deumling 2004. Establishing national natural capital accounts based on detailed ecological footprint and biological capacity accounts. *Land Use Policy* 21(3), 231-246.
- Statistik Austria 2002. *Statistisches Jahrbuch Österreichs 2003*. Statistik Austria, Wien.
- Umweltbundesamt 2004. *GEMIS Österreich 4.2*. Umweltbundesamt: CD-ROM, Wien.
- Wackernagel, M., C. Borgström-Hansson, L. Lewan 1999. Evaluating the Use of Natural Capital with the Ecological Footprint. Applications in Sweden and Subregions. *Ambio* 28(7), 604-612.
- Wackernagel, M., C. Monfreda, D. Deumling 2002. *The Ecological Footprints of Nations: How Much Nature Do They Use? How Much Nature Do They Have*. Sustainability Issue Brief, Redefining Progress, Oakland, CA.
- Wackernagel, M., C. Monfreda, N.B. Schulz, K.-H. Erb, H. Haberl, F. Krausmann 2004. Calculating national and global ecological footprint time series: Resolving conceptual challenges. *Land Use Policy* 21(3), 271-278.
- Wackernagel, M. und W.E. Rees 1996. *Our ecological footprint, Reducing human impact on the Earth*. New Society Publishers, Gabriola Island, BC; Philadelphia, PA.
- Wackernagel, M. und W.E. Rees 1997. *Unser ökologischer Fußabdruck, Wie der Mensch Einfluß auf die Umwelt nimmt*. Birkhäuser Verlag, Basel, Boston, Berlin.
- WWF 2004. *Living Planet Report 2004*. World Wide Fund for Nature (WWF), Gland.
- WWF Österreich, K.-H. Erb, F. Krausmann, N.B. Schulz 2002. *Footprint. Der ökologische Fußabdruck - Leben auf Kosten anderer*. WWF Österreich, Wien.