



Foto: Mauritius

Kathrin Meinhold

Der ökologische Fußabdruck

Ein ganzheitlicher Bewertungsansatz von Nachhaltigkeit

Der ökologische Fußabdruck ist ein Indikator der Nachhaltigkeit. Auf Lebensmittel angewandt zeigen Fußabdruckanalysen eine hohe Differenz zwischen tierischen und pflanzlichen Lebensmitteln. Eine Ernährung, die hauptsächlich auf pflanzlichen Lebensmitteln beruht, kann daher den persönlichen „ökologischen Fußabdruck“ verringern.

Der Status quo

Die Produktion und der Konsum unserer Lebensmittel haben erhebliche Auswirkungen auf die Umwelt – insbesondere im Hinblick auf Klimawandel und Ressourcennutzung. Schätzungen zufolge ist unser Ernährungssystem für etwa 20 Prozent aller Treibhausgasemissionen verantwortlich. Auch die Ressource Boden wird stark in Anspruch genommen: Von den verfügbaren Landflächen der Erde dienen etwa 38 Prozent auf irgendeine Art und Weise der landwirtschaftlichen Produktion (von Koerber et al. 2009). Allerdings gewinnt auch der Nachhaltigkeitsgedanke in Politik, Wirtschaft und Gesellschaft immer mehr an Bedeutung. Das Konzept der Nachhaltigkeit beschreibt die Nutzung eines regenerierbaren Systems, so dass es in seinen wesentlichen Eigen-

schaften langfristig erhalten bleibt. Typischerweise berücksichtigt es nicht nur ökologische, sondern auch soziale und ökonomische Faktoren.

Eine Veränderung der Konsumgewohnheiten hin zu einem nachhaltigeren Konsum lässt sich trotz eines erhöhten Bewusstseins in der Bevölkerung gegenüber ökologischen Aspekten der Nachhaltigkeit (Bundesministerium für Umwelt 2008) nur in geringem Maße feststellen. Hierfür gibt es verschiedene Erklärungen. Zum einen ist die Entwicklung und Vermarktung nachhaltiger Produkte sowie die Schaffung der politischen Rahmenbedingungen zur Förderung eines nachhaltigen Konsums ausbaufähig. Daneben sind sich Verbraucher zum Teil nicht sicher, welche Produkte tatsächlich nachhaltig sind. Die zunehmenden Informationsangebote und der vorherrschende Label-Dschungel verwirren sie (Schoenheit 2009).

Um jedoch einen nachhaltigeren Ernährungsstil zu erreichen, ist es notwendig, dass Verbraucher, aber auch Produzenten und politische Entscheidungsträger den Status quo verschiedener Aspekte der ökologischen Nachhaltigkeit für verschiedene Lebensmittel (z. B. Ressourcenverbrauch oder Höhe der Treibhausgasemissionen) kennen. Die Analyse und Bewertung der Nachhaltigkeit von Lebensmitteln entlang des gesamten Le-

benszyklus ist hierfür ein notwendiger erster Schritt (Burger et al. 2009). Die Zahl der verfügbaren Bewertungsmethoden nimmt stetig zu. Diese Bewertungsmethoden und damit assoziierte Indikatoren erlauben die Prüfung der wichtigsten umweltrelevanten Kategorien (z. B. Input-Kategorien wie biotische/erneuerbare und abiotische/nicht erneuerbare Ressourcen, Wasser, Boden und Luft sowie Output-Kategorien wie Abfälle, Abwasser und Treibhausgasemissionen) verschiedener Lebensmittel. Jedoch konzentrieren sich die verschiedenen Bewertungsmethoden und Indikatoren in der Regel nur auf einen Aspekt der ökologischen Nachhaltigkeit. Zum Beispiel ist der CO₂-Fußabdruck ein gut entwickelter Indikator für Treibhausgasemissionen, der ökologische Rucksack beziffert die Menge an Ressourcen, die ein bestimmtes Lebensmittel benötigt und mithilfe des Konzeptes des „Virtuellen Wassers“ lässt sich die Menge an Frischwasser, die einem bestimmten Lebensmittel zugeordnet ist, messen. Der ökologische Fußabdruck ist ein viel versprechender ganzheitlicher Ansatz für die Bewertung der ökologischen Nachhaltigkeit.

Das Konzept des ökologischen Fußabdrucks

Mathis Wackernagel und William Rees von der Universität von British Columbia entwickelten den ökologischen Fußabdruck in den frühen 1990er Jahren. Mittlerweile ist der Indikator ein weltweit anerkanntes Instrument zur Bewertung von Nachhaltigkeit, das Nichtregierungsorganisationen, aber auch politische Entscheidungsträger zur Messung einer nachhaltigen Ressourcennutzung verwenden (Ewing et al. 2010a).

■ Definition

Der ökologische Fußabdruck einer Person, eines Landes oder der gesamten Erdbevölkerung bildet den Flächenbedarf ab, der durch Konsum und Lebensweise entsteht. Zu seiner Ermittlung wird die Menge der biologisch produktiven Land- und Wasserflächen gemessen, die nötig sind, um alle Rohstoffe zu produzieren, die der Mensch für Ernährung, Konsum, Mobilität, Energiebedarf und vieles mehr verbraucht, und um den Abfall zu absorbieren, der dabei entsteht. Diese Fläche lässt sich dann mit der tatsächlich zur Verfügung stehenden „nutzbaren Naturfläche“ der Erde vergleichen (Ewing et al. 2010a). Der ökologische Fußabdruck ist also nicht mit dem CO₂-Fußabdruck gleichzusetzen, der die durch ein Produkt oder Land verursachte Bilanz der Treibhausgasemissionen darstellt.

■ Einheit

Die Größe des ökologischen Fußabdrucks wird in globalen Hektar (gha) angegeben, eine Einheit mit auf die gesamte Welt bezogener durchschnittlicher biologischer Produktivität (Wackernagel, Kitzes 2008). Der globale Hektar berücksichtigt zum Beispiel die unterschiedliche Fruchtbarkeit von Böden und macht so verschiedene Länder oder Gebiete weltweit vergleichbar.

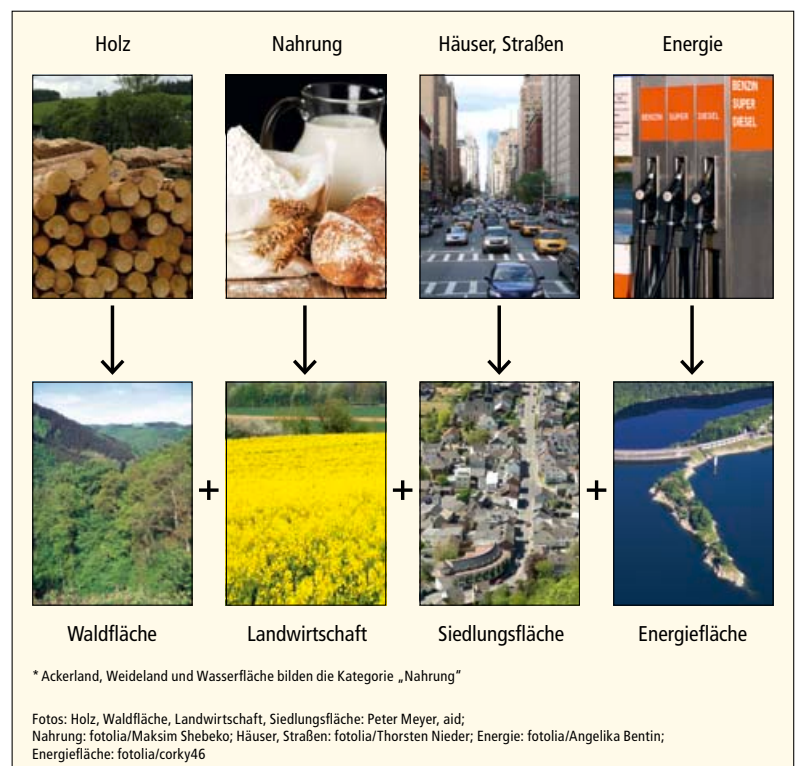
■ Berechnung

Die Berechnung des ökologischen Fußabdrucks unterscheidet grundsätzlich sechs Flächenkategorien: Ackerland, Weideland, Wasserfläche, Waldfläche, Siedlungsfläche und Energie/CO₂-Fläche. Die verschiedenen Rohstoffe und Güter, die wir für unseren Lebensstil benötigen, lassen sich in diese Flächenkategorien einordnen (Abb. 1). Beispielsweise gehören Holzprodukte (Bauholz, Papier, Brennholz ...) zur Waldfläche, Ackerland steht für pflanzliche Nahrung und Rohstoffe, Weideland für Fleisch und Tierprodukte. Eine Ausnahme bildet die so genannte Energiefläche, die die Waldfläche widerspiegelt, die zur Aufnahme des durch fossilen Energieverbrauch freigesetzten Kohlendioxids nötig ist (Ewing et al. 2010b).

■ Bewertung

Die vorhandenen statistischen Daten über die Rohstoffe der verschiedenen Flächenkategorien, die Siedlungsfläche sowie über CO₂-Emissionen werden gesammelt und anschließend in biologisch produktive Wasser- und Landflächen umgerechnet. Der ökologische Fußabdruck kann also nur jene Aspekte des Ressourcenverbrauchs und der Abfallproduktion berücksichtigen, für die Daten existieren und die sich als Flächenmaß ausdrücken lassen. Faktoren wie Toxizität (durch Schwermetalle, radioaktive Verbindungen ...), Süßwasserentnahme, Landdegradation (Erosion oder Versalzung) oder Abfälle/Abgase außer CO₂ können also bisher nicht berücksichtigt werden (Ewing et al. 2010a; WWF 2010). Der ökologische Fußabdruck fällt daher grundsätzlich zu klein aus. Sein großer Vorteil ist allerdings, dass er immer den Fußabdruck des Konsums betrachtet – im Gegensatz etwa zu den Treibhausgasemissionen, die den verursachenden Ländern zugerechnet werden. Umwelt-

Abbildung 1:
Zuordnung von
Flächenkategorien
und Konsumgütern
(nach Wackernagel,
Rees 1997)



belastungen, die durch die Produktion eines Gutes im Ausland entstehen, fallen also dem Land zu, in dem das Gut letztendlich verbraucht wird (Ewing et al. 2010b).

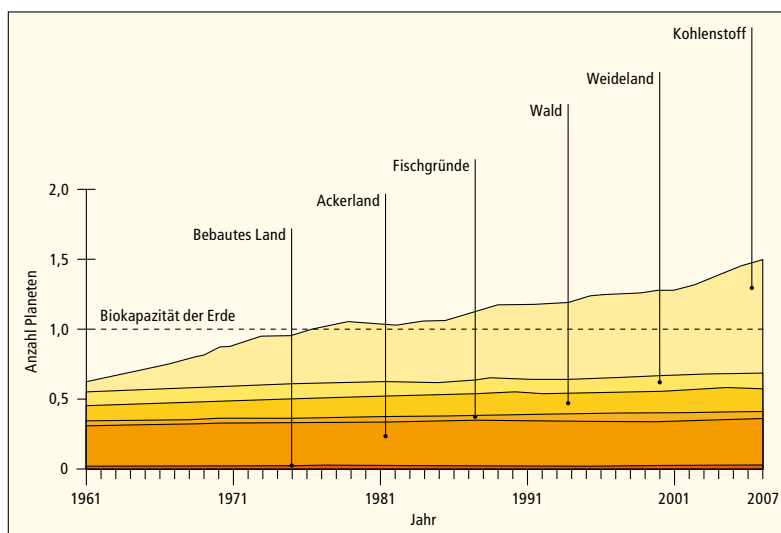
Der ökologische Fußabdruck der Menschheit

Etwa seit 1980 übersteigt der ökologische Fußabdruck der Menschheit die regenerativen Kapazitäten der Erde. Im Jahr 2007 war der Fußabdruck rund 50 Prozent größer als die vorhandene Biokapazität unseres Planeten (Abb. 2). Um unseren derzeitigen Lebensstil aufrecht zu erhalten, wären also 1,5 Erden nötig. Da wir aber nur eine Erde haben, zerstören wir Ökosysteme, reichern Schadstoffe an und verstärken den Klimawandel. Den größten Anteil am ökologischen Fußabdruck der Menschheit hat die Fläche, die für die Aufnahme von CO₂-Emissionen nötig ist. Dies ist auf den steigenden Verbrauch fossiler Brennstoffe zurückzuführen (Ewing et al. 2010a).

Bei globaler Betrachtung beträgt der ökologische Fußabdruck 2,7 gha pro Erdenbürger. Jedem Einzelnen stehen aber nur 1,8 gha zu. Einwohner verschiedener Länder haben allerdings sehr unterschiedlichen Einfluss auf den ökologischen Fußabdruck. Im Allgemeinen benötigen Personen in reichen, industrialisierten Ländern weit mehr Fläche als Menschen in Entwicklungsländern. Ein US-Amerikaner benötigt zum Beispiel 8,0 gha, ein Europäer durchschnittlich 4,7 gha, ein Chinese 2,2 gha und ein Inder 0,9 gha. In Deutschland braucht jeder Einwohner etwa 5,1 gha, um seinen Lebensstil zu halten. Folglich bräuchte man etwa 2,8 Planeten, wenn alle Menschen auf der Welt so leben würden wie wir (Ewing et al. 2010a).

Der ökologische Fußabdruck der Ernährung

Abbildung 2:
Der ökologische Fußabdruck der Menschheit nach Komponenten 1961 bis 2006 (WWF 2010)



Unser Ernährungssystem macht etwa ein Drittel des gesamten ökologischen Fußabdrucks aus, insbesondere aufgrund des Konsums tierischer Produkte (Greenpeace 2008). Wahrscheinlich wird der ökologische Fußab-



Foto: fotolia/Richard Griffin

Der CO₂-Fußabdruck misst die Treibhausgasemissionen, die die Herstellung eines Produkts verursacht.

druck der Ernährung in Zukunft sogar noch weiter ansteigen. Die Ursachen liegen zum einen in der wachsenden Weltbevölkerung und zum anderen in der erwarteten Zunahme der Nachfrage nach tierischen Lebensmitteln (Steinfeld et al. 2006). Folglich werden die produktiven Flächen der Erde, die für sonstige Produkte, Ökosysteme und wild lebende Tiere zur Verfügung stehen, schrumpfen.

Beim Fußabdruck der Ernährung sind nur vier Flächenkategorien von Bedeutung, nämlich

- Ackerland (zur Produktion pflanzlicher Lebensmittel und Futtermittel),
- Weideland (zur Produktion tierischer Lebensmittel),
- Fischgründe (Wildfang und Aquakultur) sowie
- Land zur CO₂-Absorption.

CO₂-Emissionen im Ernährungssystem entstammen hauptsächlich drei Quellen:

- der Landwirtschaft selbst,
- der Herstellung landwirtschaftlicher Inputs (insbesondere Düngemitteln) und nicht zuletzt
- der Weiterverarbeitung, Distribution und dem Konsum der Lebensmittel.

Ackerland ist mit rund 53 Prozent Anteil am Fußabdruck die bedeutsamste Kategorie (Deumling et al. 2003). Dies liegt auch daran, dass heutzutage weltweit ungefähr ein Drittel der gesamten Ackerfläche dem Anbau von Futtermitteln dient (Steinfeld et al. 2006).

Obwohl der Fußabdruck der Ernährung vieles umfasst, bleiben doch einige Faktoren unberücksichtigt. Soziale, gesundheitliche und ökonomische Aspekte sind von vornherein ausgeschlossen, da der ökologische Fußabdruck ausschließlich ein Umweltindikator ist. Unberücksichtigt bleiben aber auch nicht nachhaltige landwirtschaftliche Methoden, die zu Erosion, Versalzung, Anreicherung von Pestiziden oder Eutrophierung führen können (Deumling et al. 2003). Im schlimmsten Fall lassen sich betroffene Flächen zukünftig nicht mehr

landwirtschaftlich nutzen. Nicht berücksichtigt sind ferner alle klimarelevanten Umweltwirkungen außer CO₂, zum Beispiel das in der Landwirtschaft eine bedeutende Rolle spielende Methan (Rinderhaltung, Reisanbau). Nicht nur der gesamte ökologische Fußabdruck variiert, sondern auch der ökologische Fußabdruck der Ernährung. Im Allgemeinen steigt die Größe des Fußabdrucks mit der Wirtschaftskraft des Landes. Manche Länder verbrauchen allein durch ihr Ernährungssystem über 1,8 gha pro Einwohner. Das ist die Größe des ökologisch vertretbaren Gesamt-Fußabdrucks. Dafür gibt es zwei Gründe. Zum einen variiert die Energieaufnahme pro Tag in verschiedenen Ländern. Typischerweise herrscht in Industrieländern Überernährung vor, mit den bekannten Auswirkungen wie Adipositas oder Herz-Kreislaufkrankungen. Zum anderen beeinflussen unterschiedliche Ernährungsweisen die Umwelt auf unterschiedliche Art (White 2000).

Der Einfluss der Ernährungsweise

Der Konsum tierischer Lebensmittel spielt bei den Umweltwirkungen eine Schlüsselrolle: Je höher der Anteil tierischer Lebensmittel an der Nahrungsaufnahme ist, desto höher ist auch der ökologische Fußabdruck, weil zur Herstellung tierischer Lebensmittel weit mehr Ressourcen nötig sind als zur Herstellung pflanzlicher Lebensmittel. Einer Studie aus dem Jahr 2005 zufolge sind tierische Lebensmittel für etwa 77 Prozent des Fußabdrucks der Ernährung verantwortlich. Dies ist umso beeindruckender, als in dieser Studie etwa doppelt so viele pflanzliche wie tierische Lebensmittel konsumiert wurden (Abb. 3).

Collins und Fairchild (2007) untersuchten, wie Änderungen des Ernährungsstils den ökologischen Fußabdruck der Ernährung beeinflussen. Der Basis-Ernährungsstil entsprach dem eines Einwohners der Stadt Cardiff in Wales und rief einen Fußabdruck von 1,33 gha hervor. Eine nahezu vollständige Umstellung auf Bio-Lebensmittel unter Beibehaltung der Lebensmittelwahl konnte den ökologischen Fußabdruck der Ernährung um etwa 23 Prozent verringern. Der Ersatz von „ökologisch kritischen“ Lebensmitteln durch umweltfreundlichere Alternativen rief ebenfalls eine starke Verkleinerung des Fußabdrucks um maximal 26 Prozent hervor. Beispielsweise ersetzte Margarine Butter, Schweinefleisch Rindfleisch, Eier Käse und Tee Kaffee. Eine Umstellung auf vegetarische Ernährung senkte den Fußabdruck nur um rund sechs Prozent, wenn Fleischprodukte durch andere Lebensmittel ersetzt wurden, die ebenfalls einen hohen Fußabdruck generieren, zum Beispiel Käse (Collins, Fairchild 2007).

Der ökologische Fußabdruck von Lebensmitteln

Zur Berechnung des ökologischen Fußabdrucks eines Lebensmittels stehen zweierlei Methoden zur Verfügung, die Top-Down- und die Bottom-Up-Methode.

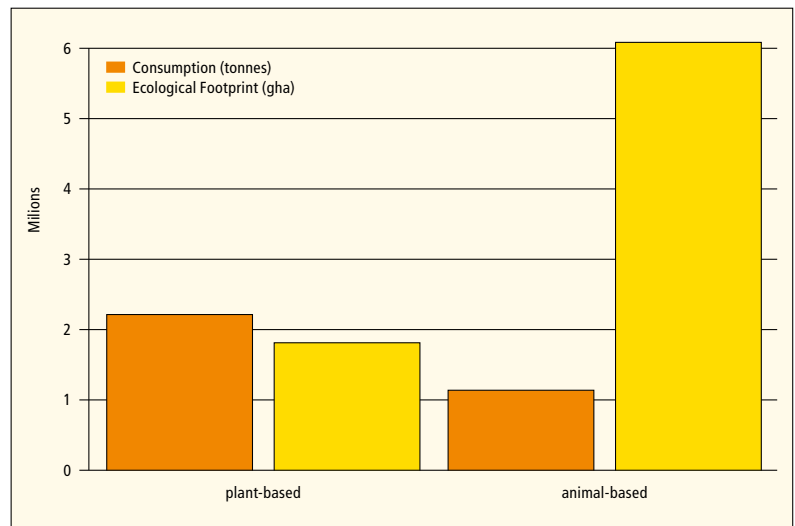


Abbildung 3: Ökologischer Fußabdruck der Ernährung durch den Konsum tierischer (animal-based) und pflanzlicher (plant-based) Lebensmittel (nach Best Foot Forward Ltd. 2005)

■ Die Top-Down-Methode

Die Top-Down-Methode ähnelt dem Schema zur Berechnung nationaler ökologischer Fußabdrücke. Statistische Daten über Nachfragemengen und Erträge von Lebensmittelrohstoffen bilden die Basis der Berechnung. Mit diesen Daten lässt sich die Fläche kalkulieren, die zur Deckung der Nachfrage nach dem betrachteten Lebensmittelrohstoff nötig ist. Sekundärprodukte (z. B. Mehl) werden dabei in die äquivalente Menge des Primärprodukts (z. B. Weizen) umgerechnet. CO₂-Emissionen, die bei der Lebensmittelherstellung entstehen, werden ebenfalls in Fläche umgerechnet, indem die benötigte Menge Wald für dessen Absorption kalkuliert wird. Die Addition all dieser Einzelflächen und ihre Umwandlung in die Einheit „globaler Hektar“ ergibt den ökologischen Fußabdruck eines Lebensmittels (Chambers et al. 2007, Tab. 1).

Die Ergebnisse demonstrieren insbesondere einen hohen Unterschied zwischen tierischen und pflanzlichen Lebensmitteln, wobei die tierischen den weitaus höheren Fußabdruck aufweisen. Auch konzentrierte Produkte wie Käse oder Obstsäfte sind ökologisch kritischer. Eine Abschätzung mithilfe der Nährwert-Tabellen der Deutschen Gesellschaft für Ernährung (DGE) ergab, dass diese Unterschiede im Allgemeinen nicht nur pro

Tabelle 1: Ökologischer Fußabdruck verschiedener Lebensmittel nach der Top-Down-Methode (nach Collins, Fairchild 2007)

Tierische Lebensmittel	Fußabdruck (gm ² /kg)	Pflanzliche Lebensmittel	Fußabdruck (gm ² /kg)
Schweinefleisch	19	Kartoffeln	3
Geflügel	32	Gemüse, frisch	3–4
Schaf-, Lammfleisch	76	Gemüse, verarbeitet	5
Rind-, Kalbfleisch	157	Obst	5
Eier	19	Obstsäfte	11
Fisch	32	Brot	5
Milch, Joghurt	14–17	Mehl	7
Sahne	61	Kekse	14
Käse, Butter	111–115	Kuchen	16

Gewichtseinheit, sondern auch pro enthaltener Energie zutreffen, allerdings mit geringerer Signifikanz (Meinhold 2010).

Generell liefert die Top-Down-Methode eher grobe Ergebnisse. Die Daten sind ausreichend, um verschiedene Lebensmittelgruppen voneinander zu unterscheiden. Sie reichen nicht, um spezifische Lebensmittel (beispielsweise ähnliche Produkte verschiedener Firmen) zu analysieren. Für die Produktkennzeichnung ist diese Methode daher nicht geeignet, für Kernaussagen, beispielsweise im Rahmen der Verbraucheraufklärung, aber schon.

■ Die Bottom-Up-Methode

Berechnungen von Lebensmittel-Fußabdrücken nach der Bottom-Up-Methode verwenden als Basis in der Regel Daten aus Ökobilanzen. Eine Ökobilanz ist die Analyse der Umweltwirkungen von Produkten während des gesamten Lebenszyklus („von der Wiege bis zur Bahre“). Dazu gehören sämtliche Umweltwirkungen während Produktion, Nutzungsphase und Entsorgung des Produkts sowie die damit verbundenen vor- und nachgeschalteten Prozesse (z. B. Herstellung der Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe). Zu den Umweltwirkungen zählen sämtliche umweltrelevanten Entnahmen aus der Umwelt sowie die Emissionen in die Umwelt (z. B. Abfälle, CO₂-Emissionen; Jungbluth 2000). In die Berechnung des Lebensmittel-Fußabdrucks gehen alle relevanten Komponenten einer Ökobilanz ein. Sie werden in Flächenmaße umgerechnet und zu einem einzigen Wert kombiniert (Chambers et al. 2007).

Die Bottom-Up-Methode untersucht spezifische Produkte und eignet sich daher zur Produktbewertung und -kennzeichnung. Problematisch ist allerdings, dass bisher die Methodik variieren kann. Zum Beispiel treffen unterschiedliche Studien unterschiedliche Annahmen oder die Systemgrenzen variieren. Das erschwert die Vergleichbarkeit von Studien. Eine Standardisierung der Methode ist daher erforderlich.

Tabelle 2 zeigt Fußabdrücke verschiedener Lebensmittel, die mit der Bottom-Up-Methode ermittelt wurden. Die Ergebnisse zeigen, dass die Produktionsmethode einen großen Einfluss auf den ökologischen Fußabdruck hat. Schätzungen zufolge weist die Produktion pflanz-



Pflanzliche Lebensmittel erzeugen einen geringeren ökologischen Fußabdruck als tierische.

licher Lebensmittel im Bio-Landbau einen um etwa 20 Prozent geringeren Fußabdruck auf als bei konventioneller Produktion. Eine Ausnahme bildet die Erzeugung von Bio-Fleisch: Hier ist der ökologische Fußabdruck in der Regel größer als bei der konventionellen Fleischerzeugung. Gründe liegen in der extensiven Landnutzung und der geringeren Produktivität (Greenpeace 2008; Meinhold 2010).

Generell stimmen die Ergebnisse aus Bottom-Up-Studien relativ gut mit Ergebnissen aus Top-Down-Abschätzungen überein. Beide Methoden demonstrieren die hohe Differenz zwischen tierischen und pflanzlichen Lebensmitteln gut. Auch andere Indikatoren zur Beurteilung der ökologischen Nachhaltigkeit (z. B. CO₂-Fußabdruck, Ökologischer Rucksack oder Virtuelles Wasser) zeigen diesen Unterschied auf. Das Phänomen lässt sich mit der Tatsache erklären, dass tierische Lebensmittel viel mehr Ressourcen jeglicher Art benötigen und mehr Abfall generieren als pflanzliche.

Diskussion

Allgemein ist der ökologische Fußabdruck ein geeigneter Indikator zur Beurteilung der ökologischen Nachhaltigkeit von Lebensmitteln und Ernährungsstilen. Er greift einige der Haupt-Umweltprobleme, die mit der Nahrungsmittelproduktion in Zusammenhang stehen, auf, zum Beispiel Flächeninanspruchnahme und CO₂-Emissionen. Außerdem ist der ökologische Fußabdruck anschaulich und deshalb relativ leicht zu kommunizieren.

Allerdings ist die Methode noch nicht voll ausgereift. Zu den gegenwärtigen Schwächen zählt beispielsweise die mangelhafte Standardisierung der Methodik, das Feh-

Tabelle 2: Ökologischer Fußabdruck verschiedener Lebensmittel nach der Bottom-Up-Methode (verschiedene Quellen)

Lebensmittel	Fußabdruck (m ² /kg)	Quelle
Tomaten		
• Gewächshaus	7,65–9,19	(Wada 1993)
• Feldanbau	0,43–0,56	
Bananen		
• Konventionell	0,77	(Giljum 1999)
• Bio	0,33	
Äpfel		
• Konventionell	3,4	(Mamouni Limnios et al. 2009)
• Bio	0,8	
Wein (gm²/Flasche)		
• Konventionell	13,98	(Niccolucci et al. 2008)
• Bio	7,17	

len geeigneter, den Berechnungen zugrunde liegender Daten und häufige methodische Veränderungen. Außerdem werden nicht alle bei der Nahrungsmittelproduktion wichtigen Umweltaspekte berücksichtigt. Hierzu gehört zum Beispiel die Emission anderer Treibhausgase neben CO₂ oder der Wasserverbrauch.

All diese Schwachpunkte bieten Raum für weitere Forschungen. In der Zwischenzeit könnte eine Kombination des ökologischen Fußabdrucks mit anderen Indikatoren, zum Beispiel dem CO₂- und dem H₂O-Fußabdruck, zur Abbildung der ökologischen Nachhaltigkeit verschiedener Lebensmittel dienen (Giljum *et al.* 2009).

Fazit und Schlussfolgerung

Die praktische Schlussfolgerung für eine individuelle Ernährung mit kleinem Fußabdruck ist daher in erster Linie die Bevorzugung pflanzlicher Lebensmittel. Daneben wirkt sich ein erhöhter Konsum von ökologisch erzeugten, gering verarbeiteten, regionalen und saisonalen Produkten positiv auf den persönlichen Fußabdruck aus. Nicht zuletzt sollte das „Verschenden“ von Lebensmitteln zum einen durch unnötige Überernährung und zum anderen durch das Wegwerfen von Lebensmitteln minimiert werden. Zu beachten ist dabei aber stets, dass der ökologische Fußabdruck ausschließlich ein Umweltindikator ist und keine sozialen, gesundheitlichen oder ökonomischen Aspekte berücksichtigt.

Literatur

Best Foot Forward Ltd.: Stepping forward. A resource flow and ecological footprint analysis of the South West of England. Ecological footprint analysis and sustainability assessment. Oxford (2005).

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU): Umweltbewusstsein in Deutschland 2008. Ergebnisse einer repräsentativen Bevölkerungsumfrage. Berlin (2008).

Burger E, Giljum S, Hinterberger F: Umwelt- und Klimafreundlichkeit von Produkten messen. Agrarische Rundschau 3, 7–9 (2009).

Chambers N, Simmons C, Wackernagel M: Sharing nature's interest. Ecological footprints as an indicator of sustainability. Repr. London, Earthscan (2007).

Collins A, Fairchild R: Sustainable food consumption at a sub-national Level: An ecological footprint, nutritional and economic analysis. Journal of Environmental Policy & Planning 9 (1), 5–30 (2007).

Deumling D, Wackernagel M, Monfreda C: Eating up the earth: How sustainable food systems shrink our ecological footprint. Redefining Progress, Agriculture Footprint Brief (2003).

Ewing B, Moore D, Goldfinger S, Oursler A, Reed A, Wackernagel M: The ecological footprint atlas 2010. Global Footprint Network, Oakland (2010a).

Ewing B, Reed A, Galli A, Kitzes J, Wackernagel M: Calculation methodology for the national footprint accounts, 2010 edition. Global Footprint Network, Oakland (2010b).

Giljum S: Der ökologische Fußabdruck des Bananenbaus in Costa Rica: Ein Vergleich konventioneller und alternativer Produktionsmethoden. Diplomarbeit. Universität Wien (1999).

Giljum S, Hinterberger F, Lutter S, Polzin C: How to measure Europe's resource use. An analysis for Friends of the Earth Europe. Sustainable Europe Research Institute, Wien (2009).

Greenpeace: Footprint. Der ökologische Fußabdruck Deutschlands. Greenpeace, Hamburg (2008).

Jungbluth N: Umweltfolgen des Nahrungsmittelkonsums. Beurteilung von Produktmerkmalen auf Grundlage einer modularen Ökobilanz. Dissertation, Eidgenössische Technische Hochschule Zürich (2000).

Koerber K v, Kretschmer J, Prinz S, Dasch E: Globale Nahrungssicherung für eine wachsende Weltbevölkerung – Flächenbedarf und Klimarelevanz sich wandelnder Ernährungsgewohnheiten. Journal für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit 4 (2), 174–189 (2009).

Mamouni Limnios E A, Ghadouani A, Schilizzi S G M, Mazzarol T: Giving the consumer the choice: A methodology for product ecological footprint calculation. Ecological Economics 68 (10), 2525–2534 (2009).

Meinhold, K: Assessment of the ecological sustainability of foods – with a main focus on the ecological footprint. Masterarbeit, Fachbereich nachhaltige Ernährung, Technische Universität München (2010).

Nicolucci V, Galli A, Kitzes J, Pulselli R M, Borsa S, Marchetti N: Ecological footprint analysis applied to the production of two Italian wines. Agriculture, Ecosystems & Environment 128 (3), 162–166 (2008).

Schoenheit I: Nachhaltiger Konsum. Aus Politik und Zeitgeschichte 32-33, 19–26 (2009).

Steinfeld H, Gerber P, Wassenaar T, Castel V, Rosales M, Haan C d: Livestock's long shadow. Environmental issues and options. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rom (2006).

Wackernagel M, Kitzes J: Ecological footprint. In: Jorgensen S E, Fath B (Hg.): Encyclopedia of Ecology. Oxford, Academic Press, S. 1031–1037 (2008).

Wackernagel M, Rees W: Unser ökologischer Fußabdruck. Wie der Mensch Einfluss auf die Umwelt nimmt. Birkhäuser Verlag, Basel (1997).

Wada Y: The appropriated carrying capacity of tomato production: Comparing the ecological footprints of hydroponic greenhouse and mechanized field operations. Masterthesis. University of British Columbia, School of Community and Regional Planning, Vancouver, Kanada (1993).

White T: Diet and the distribution of environmental impact. Ecological Economics 34 (1), 145–153 (2000).

WWF: Living Planet Report 2010. Biodiversität, Biokapazität und Entwicklung. WWF International, Gland, Schweiz (2010).

Die Autorin

Studium der Ernährungswissenschaften an der Technischen Universität München mit Abschluss Bachelor (2007). Seit 2008 Zusatzstudium des internationalen Masterstudiengangs „Sustainable Resource Management“ mit den Schwerpunkten Sustainable Agriculture sowie Wildlife and Protected Area Management. Derzeit Praktikum am WorldFish Center in Malaysia.



Kathrin Meinhold
Merowingerstr. 16
85051 Ingolstadt
Katie_meinhold@hotmail.com