

Die Ökobilanz von Lebensmitteln rückt angesichts der überfälligen Reaktionen auf den Klimawandel verstärkt in das Blickfeld von Forschung, Verbrauchern und Politik. Die Datenlage ist derzeit noch nicht vollständig, doch erste verlässliche Aussagen zeigen einen dringenden Handlungsbedarf auf.

Klimaeffiziente Ernährung



Dr. Bernd Wirsam
Linden
E-Mail: wirsam@goe-software.de

Interessenkonflikt:
Dr. B. Wirsam ist Mitentwickler der zur Berechnung eingesetzten Auswertesoftware. Professor Leitzmann erklärt, dass kein Interessenkonflikt im Sinne der Richtlinien des International Committee of Medical Journal Editors besteht.

Umfangreiche Forschungsergebnisse der letzten Jahre haben gezeigt, dass die industrielle Produktion allgemein und die von Lebensmitteln im Besonderen erhebliche Umweltauswirkungen haben. Diese Auswirkungen können mit einer Reihe von Messmethoden quantifiziert werden [1]. Besonders aktuell ist die Änderung der stofflichen Zusammensetzung der Atmosphäre durch klimarelevante Gase, die insbesondere auch im Zuge der Produktion von Nahrungsmitteln entstehen. Neben Kohlendioxid sind dies Methan, das durch die Verdauung bei Wiederkäuern und beim Reis-anbau emittiert wird und mit einem Faktor von 25 in die Berechnung der Kohlendioxidäquivalente (s. Kasten unten) eingeht, sowie das noch stärker wirk-same Lachgas (Faktor 298), das bei der Stickstoffdüngung freigesetzt wird. Die Konzentration dieser Gase nimmt in der Atmosphäre rasant zu [2].

Im Rahmen der internationalen Norm ISO 14040 [3] wird die Klimaschädlichkeit von Emissionen entlang einer Produktionskette in sog. Kohlendioxid-Äquivalenten (CO₂e) ausgedrückt. Diese werden auch als Treibhauspotenzial bezeichnet. Im Gegensatz zu anderem ökologisch relevanten Ressourcenverbrauch und zu Emissionen sind die CO₂e für Lebensmittel recht gut analysiert und entlang der Erzeugung und Verarbeitung mit allen vor- und nachgelagerten Prozessen (Stoffstromanalyse) dokumentiert und leicht zugänglich [4].

Auswirkungen verschiedener Anbaumethoden

Die Protagonisten des ökologischen Landbaus weisen im Zusammenhang mit dem Klima gerne auf die Vorzüge ihrer Wirtschaftsweise auch bezüglich der anfallenden CO₂-Äquivalente (CO₂e) hin. Bevorzugt wird dabei als Bezugsgröße das flächenbezogene Treibhauspotenzial pro Hektar (ha) angegeben.

Tatsächlich beträgt nach einer Studie mit 28 Betrieben das Treibhauspotenzial für den integrierten Landbau 2618 kg CO₂e/ha gegenüber 918 kg CO₂e/ha für ökologische Betriebe. Dieser große Vorteil reduziert sich jedoch deutlich, wenn berücksichtigt wird, dass der ökologische Landbau einen geringeren Hektarertrag (t) erbringt. Ertragsbezogen ergeben sich 370 kg CO₂e/t für den konventionellen Landbau gegenüber 274 kg CO₂e/t für den Bioanbau [5].

Neuere Untersuchungen [6] haben gezeigt, dass die Emissionen bezogen auf das Gewicht eines pflanzlichen Bio-Lebensmittels häufig niedriger (5–15 %), aber auch gleich hoch oder im Einzelfall sogar höher sein können als im konventionellen Anbau. Bezüglich der Treibhausgas-Emissionen bei der Erzeugung tierischer Lebensmittel reicht die Datenlage gegenwärtig nicht aus, um fundierte Aussagen über den Vergleich konventioneller gegen ökologische Lebensmittel treffen zu können.



Prof. Dr.
Claus Leitzmann
Gießen
E-Mail: ClausLeitzmann@aol.com



Bei der Produktion von Lebensmitteln entstehen klimarelevante Gase wie Kohlendioxid, Methan und Lachgas

Klimarelevanz unseres Ernährungsverhaltens

Die Bedeutung eines sparsamen Umgangs mit begrenzt verfügbaren Ressourcen und Möglichkeiten einer Berücksichtigung ökologischer Zusammenhänge wird von FLACHOWSKY thematisiert [7]. Alltagstaugliche Handlungsanweisungen und Tipps für eine klimagesunde Ernährung finden sich bei HAYN [8]. WEBER und MATTHEWS [9] weisen darauf hin, welchen starken Einfluss Änderungen allein der US-amerikanischen Ernährungsstrukturen auf die Klimagase haben könnten.

In der GEMIS-Datenbank werden Ressourcenverbrauch und Emissionen auf 1 kg des jeweils untersuchten Lebensmittels bezogen. Dabei ergeben sich bei einem Vergleich von tierischen mit pflanzlichen Lebensmitteln große Unterschiede für Erzeugung, Verarbeitung und Handel (z. B. 150 g CO₂e/kg für Gemüse gegenüber 13 300 g CO₂e/kg für Rindfleisch) [6]. Nicht berücksichtigt wurden bei diesen Ergebnissen der Transport vom Supermarkt zum Verbraucher, die Zubereitung der Kost und die CO₂-Emissionen bei der Entsorgung der organischen Abfälle und Reste sowie bei der menschlichen Verdauung.

Der Einfluss der verschiedenen Ernährungsstile (Mischkost, omnivor [OMNIV], vegetarisch [VEGET], vegan [VEGAN]) und Anbaumethoden (Integrierter Anbau [INT], Bioanbau [BIO]) auf die Ökobilanz wurden in einer umfangreichen italieni-

schen Studie untersucht. Dazu wurde eine vollwertige Kost für sieben Tage zusammengestellt (Nahrungsenergie und alle Nährstoffe gemäß offiziellen Empfehlungen) und eine Ökobilanz in Anlehnung an ISO 14040 erstellt [10]. Wie zu erwarten war, ergab sich folgende Reihenfolge von ansteigenden Umweltauswirkungen: VEGAN-BIO < VEGAN-INT < VEGET-BIO < OMNIV-BIO < VEGET-INT < OMNIV-INT.

Die für die Studie sorgfältig geplante Ernährung entspricht aber nicht der Wirklichkeit. So zeigte sich, dass die durchschnittliche italienische Kost bei dem zugrunde liegenden Punktesystem um den Faktor 2,5 schlechter abschnitt als die optimierte OMNIV-INT Ernährung.

Bezogen auf die Kohlendioxidäquivalente ergeben Untersuchungen von CARLSSON-KANYAMA und GONZÁLES [11] eine analoge Reihenfolge und eine Empfehlung in Richtung auf eine mehr pflanzlich-orientierte Ernährung.

Fazit aus bisherigen Studien

Die vorliegenden Ergebnisse lassen den Schluss zu, dass eine Orientierung an den offiziellen Ernährungsempfehlungen (D-A-CH-Referenzwerte [12]) und den daraus folgenden Empfehlungen für einen geringeren Fleischverzehr bereits einen großen Schritt hin zu einer umweltfreundlichen Ernährung darstellt. Außerdem kann festgestellt werden, dass der Bezug auf das Gewicht eines

Lebensmittels wenig über die Bewertung der damit verbundenen Klimaschädlichkeit aussagt. Wie im Design der italienischen Studie richtig durchgeführt, muss vielmehr eine Orientierung an den verzehrten oder verzehrbaren Mengen erfolgen.

Als erster Schritt wird der Anregung des Wuppertal Instituts für Klima – Umwelt – Energie gefolgt und als Bezugsgröße für eine Bewertung der Klimaschädlichkeit der Energiegehalt [g CO₂e/kcal] des untersuchten Lebensmittels gewählt [13]. Der Bezug der Emissionen auf kcal entspricht der üblichen Vorgehensweise, Nährstoffdichten auf die Nahrungsenergie zu beziehen. In Hinblick auf so genannte Entwicklungsländer wurde von der FAO [14, 15] eine auf den Proteingehalt bezogene Emissionsdichte formuliert.

Für deutsche Verhältnisse wird als Grundlage einer individuellen Bewertung der Bezug auf die Nahrungsenergie, und zwar auf die Soll-Energiezufuhr gemäß der offiziellen Empfehlung [12], bevorzugt, da diese Vorgehensweise Personen mit erhöhtem Nahrungsenergiebedarf (z. B. Männer im Vergleich zu Frauen) bezüglich der Bewertung ihrer Emissionen nicht benachteiligt, aber gleichzeitig Personen, die mehr Nahrungsenergie als empfohlen zu sich nehmen, schlechter bewertet.

Auf dieser Basis ergibt sich für Gemüse ein gemittelter Wert von 0,9 g CO₂e/kcal und für Rindfleisch ein Wert von 7,4 g CO₂e/kcal. Ermittelt wurden diese Werte aus den Emis-

sionsdaten im GEMIS-Programm [4] und den Energieangaben aus den DGE-Nährwertberechnungsprogrammen [16]. Dieser achtfache Unterschied bestätigt den umweltschonenden Charakter einer pflanzlich orientierten Ernährung.

Der Begriff Klimaeffizienz

Die Verwendung der Einheit [g CO₂e/kcal] entspricht dem Konzept einer Umweltbelastungsintensität bzw. einer Klimabelastungsintensität von Produkten und Dienstleistungen, die von TSCHANDL und POSCH [13] entwickelt wurde. Der Kehrwert dieser Einheit definiert die Ressourcenproduktivität [17], d. h. den Nutzen (in diesem Fall zunächst nur die Nahrungsenergie in kcal), den eine bestimmte Menge „Natur“ (in unserem Fall 1 g CO₂e-Emission) erbringen kann. Der in der Betriebswirtschaftslehre übliche Begriff der Ressourcenproduktivität kann auch als „Ökoeffizienz“ oder in unserem Fall als „Klima-effizienz“ bezeichnet werden.

Studie zur Klimaeffizienz

Um den Zusammenhang zwischen wirklich praktizierten Ernährungsstilen und deren Klimabeeinflussung zu ermitteln, wurden 7-Tages-Ernährungsprotokolle von 160 Personen ausgewertet. Nach Elimination unvollständiger Protokolle verblieben 126 Protokolle für die Endauswertung. Ermittelt wurden die Emissionen als CO₂e/kcal (gemäß ISO 14 040 einschließlich der Entsorgung durch Verzehr und Verdauung). Bei der Berechnung der Klimabelastungsintensität wurde die Nahrungsenergiezufuhr zugrunde gelegt (D-A-CH [12]). Die individuelle Klimabelastungsintensität in g CO₂e/kcal wurde der DGE-Bewertung der Versorgung mit allen Nährstoffen gegenübergestellt (◆ Abbildung 1).

Diese DGE-Bewertung ist eine Aggregation (Minimum, multipliziert mit dem harmonischen Mittel über den Rest) aus den Bewertungen der einzelnen Nährstoffe zu einem Gesamt-Index (zu Einzelheiten der Berechnung siehe [18]), der den Grad der Erfüllung der D-A-CH-Referenz-Vorgaben insgesamt darstellen soll. Da auch die CO₂-Emissionen der menschlichen Verdauung mitberücksichtigt wurden, liegt der Ausgangswert der CO₂-Emissionen nicht bei Null.

Ergebnisse

Die durchschnittliche Klimabelastungsintensität der Probanden betrug $1,26 \pm 0,37$ g CO₂e/kcal, die durchschnittliche DGE-Bewertung lag bei $0,35 \pm 0,21$. Die Ausgleichskurve für die 126 Testpersonen (graue Rechtecke, polynomische Regression fünften Grades führt zu der grauen Kurve) ordnet der Klimabelastungsintensität die zugehörige DGE-Bewertung zu (◆ Abbildung 1).

Die graue Kurve in ◆ Abbildung 1 beschreibt die Zusammenhänge, wie sie sich aus den realen Protokollen ergeben. Wie zu erwarten, ist das schlechte Abschneiden der DGE-Bewertung eines Ernährungsstils mit hoher Klimabelastungsintensität (rechter Arm der grauen Kurve) deutlich zu erkennen. Dies ist meist auf eine sehr fleischreiche, zu energiereiche Ernährung, den hohen Anteil von Fetten, Nahrungscholesterin, zuviel Natrium und zu wenig Kohlenhydraten zurückzuführen.

Überraschend ist dagegen, dass auch die realen Protokolle mit sehr geringer Klimabelastungsintensität (linker Arm der grauen Kurve) zu einer ungünstigen DGE-Bewertung führen. Die Analyse im Detail zeigt meist eine zu geringe Energiezufuhr und gehäuft Defizite bei der Versorgung mit Vitamin B₁₂, Vitamin D, Jod und eine Überversorgung mit n6-Fettsäuren. Diese Situation findet sich auch typischerweise bei veganen Ernährungsformen.

Eine einseitige Fixierung auf die Minimierung der CO₂-Bilanz führt also nicht automatisch zu einer besseren Bewertung der damit langfristig verbundenen Vorteile für die Gesundheit. Deshalb muss gleichzeitig eine Optimierung der Versorgung mit allen Nährstoffen gemäß den offiziellen Nährstoffempfehlungen und eine Reduzierung der CO₂-Emissionen angestrebt werden.

Diese Vorgehensweise wurde anhand der von uns erhobenen Daten exemplarisch vorgenommen. Dabei wurde die Optimierungsoption der verwendeten Software [16] auf „mittel“ eingestellt. Damit versucht die Optimierung mit relativ wenigen Eingriffen in das durch das Protokoll vorgegebene Ernährungsmuster gleichzeitig einen möglichst großen Schritt in Richtung auf die offiziellen Ernährungsempfehlungen und einer Reduzierung der Klimabelastungsintensität zu gehen.

Die Optimierung erforderte im Mittel nur 2,5 **Kücheneinheiten** pro Tag, um die Klimabelastungsintensität auf durchschnittlich $1,16 \pm 0,17$ g CO₂e/kcal zu senken und die DGE-Bewertung auf $0,70 \pm 0,13$ zu heben.

Diese Ergebnisse zeigen, dass bei guter Kostplanung ohne große Änderungen des Ernährungsstils eine deutliche Verbesserung sowohl in der Optimierung der Nährstoffzufuhr als auch der Klimaeffizienz zu erreichen ist. Der sich durch die Optimierung ergebende Zusammenhang zwischen Klimabelastungsintensität und DGE-Bewertung (blaue Dreiecke) und die durch polynomische Regression fünften Grades errechnete Ausgleichskurve (blaue Kurve) sind ebenfalls in ◆ Abbildung 1 dargestellt.

Danksagung: Unser Dank gilt allen, die an der Studie beteiligt waren. Ein besonderer Dank gebührt Jana Zieseniß, die mit großem Einsatz die Daten ausgewertet hat, und Dr. Poschwatta-Rupp, die die Erfassung der Daten überwacht hat.

Glossar:

Kücheneinheiten = so genannte Haming-Distanz [18], die Anzahl von Portionen eines Lebensmittels, die durch die Optimierung verändert wurde, um dem Optimum näher zu kommen

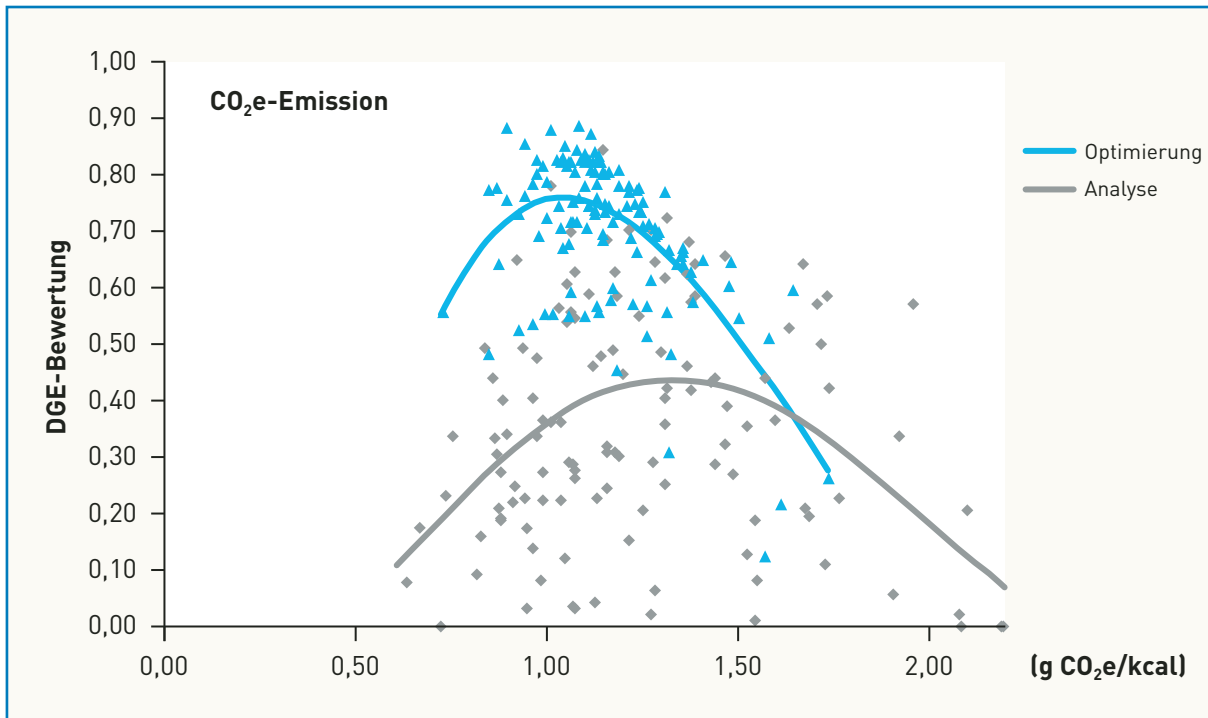


Abb.1: Abhängigkeit der DGE-Bewertung von der Klimabelastungsintensität, real (Studie) = graue Punkte/Kurve sowie optimiert = blaue Punkte/Kurve

Literatur

1. Kiefer HJ, Wirsam J. Ökobilanzierung von Lebensmitteln. Harland media, Lichtenberg (2010)
2. IPCC. Climate change: the physical science basis. Synthesis Report. An assessment of the Intergovernmental Panel of Climate Change. IPCC Secretariat, Geneva, CH (2007)
3. International Organization of Standardization (ISO). ISO 14040: environmental management – life cycle assessment – principles and framework. Geneva, CH (1997)
4. Ökoinstitut e.V. Das globale Emissions-Modell integrierter Systeme GEMIS 4.6. Darmstadt (2010)
5. Hülsbergen KJ (2007) Ökologischer Landbau – Beitrag zum Klimaschutz, In: Wiesinger K (Hrsg.): Angewandte Forschung und Beratung für den ökologischen Landbau in Bayern. Schriftenreihe der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft, Tagungsband 9–21
6. Koerber Kv, Kretschmer J. Ernährung und Klima. Der kritische Agrarbericht. ABL Verlag München (2009) 280–285
7. Flachowsky G (2008) Treibhausgase und Ressourceneffizienz. Ernährungs Umschau 55: 414–419
8. Hayn D (2008) Klimafreundliches Ernährungshandeln im Alltag. Ernährungs Umschau 55: 599–605
9. Weber CL, Matthews HS (2008) Food-miles and the relative climate impact of food choices in the United States. Environ Sci Technol 42: 3508–3513
10. Baroni L, Cenci L, Tettamanti M, Berati M (2007) Evaluating the environmental impact of various dietary patterns combined with different food production systems. Eur J Clin Nutr 61: 279–286
11. Carlsson-Kanyama A, González AD (2009) Potential contributions of food consumption patterns to climate change. Am J Clin Nutr 89: 1704–1709
12. Deutsche Gesellschaft für Ernährung e. V. et al. Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr. Umschau Verlag, Neustadt (2010)
13. Tschandl M, Posch A. Integriertes Umweltcontrolling. Gabler, Wiesbaden (2003)
14. FAO. The state of food and agriculture – Livestock in the balance. FAO, Rome (2009)
15. FAO. Greenhouse gas emission from the dairy sector. A life cycle assessment, FAO, Rome (2010)
16. DGE. DGE PC professional. Bonn (2010)
17. Rütthof M, Rohn H, Liedtke C (2002) MIPS berechnen: Ressourcenproduktivität von Produkten und Dienstleistungen. Spezial 27, Wuppertal Institut Klima Umwelt Energie GmbH, Wuppertal
18. Wirsam B, Hahn A, Uthus EO, Leitzmann C (1997) Fuzzy sets and fuzzy decision making in nutrition. Eur J Clin Nutr 51: 286–296

DOI: 10.4455/eu.2011.997