

Effiziente Ressourcennutzung in der Landwirtschaft im Kontext der gesamten Wertschöpfungskette

DR. THOMAS NEMECEK

Dr. Thomas Nemecek, Agroscope, Institut für Nachhaltigkeitswissenschaften, CH-8046 Zürich, Schweiz, thomas.nemecek@agroscope.admin.ch

1 Einleitung

Der Nahrungsmittelsektor hat grosse Auswirkungen auf die Umwelt. Tukker *et al.* (2006) ermittelten für die Konsum-Kategorie „Food and non-alcoholic beverages“ einen Anteil zwischen 20% und 30% an den gesamten Umweltwirkungen der Produktion und des Konsums der EU-25. Bei den abiotischen Ressourcen betrug dieser Anteil 21%, während er beispielsweise bei der Eutrophierung bei 58% lag. Im Vergleich dazu lag der Anteil der Konsumausgaben für diesen Sektor bei nur 17%, was auf eine relativ schlechte Umwelt-Effizienz des Nahrungsmittelsektors hindeutet.

2 Natürliche Ressourcen in Ökobilanzen und deren Bewertung

Aus Sicht der Umwelt werden die drei Schutzgüter natürliche Ressourcen, Ökosystem-Qualität und menschliche Gesundheit unterschieden (Dewulf *et al.*, 2015). Natürliche Ressourcen sind dabei Ressourcen, welche für die wirtschaftlichen Aktivitäten genutzt werden und in begrenzter Menge zur Verfügung stehen.

Für die landwirtschaftliche Produktion stehen folgende Ressourcen im Zentrum:

- Abiotische Ressourcen
- Biotische Ressourcen
- Wasser
- Landfläche

Bei den abiotischen Ressourcen werden nicht-erneuerbare Energieträger berücksichtigt wie die fossilen Energieträger Kohle, Erdöl und Erdgas, des Weiteren noch Uran als Brennstoff für die nukleare Energiegewinnung. Die Reserven dieser Energieträger stehen in begrenzten Mengen zur Verfügung (Kohle noch für 120 Jahre, Rohöl für 56 Jahre und Erdgas für 55 Jahre; allerdings ist der durch die Freisetzung von CO₂ verursachte Klimawandel stärker limitierend als die verfügbaren Reserven dieser Energieträger. Unter den erneuerbaren Energieträgern werden die Solarenergie (Wärmenutzung, Photovoltaik), die Windenergie, Wasserenergie (Flüsse, Stauseen, Gezeiten, Wellen), Geothermie und Biomasse unterschieden, wobei die letztere zu den biotischen Ressourcen gehört. Luft-Stickstoff (N₂) selber ist keine limitierende Ressource für die Landwirtschaft, weil dieser in genügender Menge zur Verfügung steht und durch Denitrifikation erneuert wird. Limitierend sind hingegen die fossile Energie für die N-Düngerproduktion sowie die Wirkungen des reaktiven Stickstoffs in der Umwelt.

Zu den abiotischen Ressourcen gehören mineralische Ressourcen und Metalle. Während Metalle wie Eisen oder Aluminium für viele Wirtschaftssektoren von zentraler Bedeutung sind, spielen Phosphor und Kalium für die Landwirtschaft eine wichtige Rolle. Die Reserven von Phosphor reichen noch für 93 - 291 Jahre, jene von Kalium für 235 - 510 Jahre. Bei der Abschätzung der Reserven und Ressourcen bestehen grosse Unsicherheiten und das Ausmass der Reserven hängt von einer Vielzahl von Faktoren wie Abbautechnologie oder Rohstoffpreisen ab.

Wasser ist eine zentrale Produktionsressource für die Landwirtschaft. Diese abiotische Ressource wird aufgrund ihrer ausserordentlichen Bedeutung meist getrennt analysiert. Berücksichtigt wird dabei nur Süßwasser. Ca. 70% des weltweiten Wasserverbrauchs geht zu Lasten der Landwirtschaft, hauptsächlich für die Bewässerung. Die Wasserknappheit ist ein regionales Problem und kann sich mit dem Klimawandel regional noch verstärken.

Bei der Nutzung der Landfläche werden verschiedene Aspekte betrachtet. Neben der Nutzung der Fläche für die landwirtschaftliche Produktion sind die Auswirkungen auf die Biodiversität und die Bodenqualität separat zu betrachten. Die Flächennutzung wird mittels Flächenbelegung („land occupation“) und Flächenumwandlung („land transformation“, z.B. Trockenlegung von Mooren oder Waldrodung) quantifiziert. Für eine detaillierte Abschätzung kann ferner das Biomasse-Produktionspotenzial (basierend auf der „net primary productivity“ (NPP) oder „human appropriation of net primary productivity“ (HANPP), bzw. das Nahrungsmittel-Produktionspotenzial (z.B. für Protein) berechnet werden.

Für die Bewertung der Nutzung der natürlichen Ressourcen bestehen unterschiedliche Ansätze. Klinglmair *et al.* (2014) teilen die Methoden für die Bewertung von natürlichen Ressourcen wie folgt ein:

- Methoden, die auf den verfügbaren Reserven und Abbauraten basieren und somit die Knappheit der Ressource charakterisieren,
- Methoden, welche auf der Exergie basieren,
- Methoden, die den Energieaufwand („surplus energy“) für den Abbau einer Ressource bewerten,
- Methoden, welche die marginalen Kosten für den Ressourcenabbau berücksichtigen,
- Methoden, die die Zahlungsbereitschaft („willingness to pay“) für eine bestimmte Ressource charakterisieren,
- Methoden, welche die Ziellücke („distance to target“) bewerten.

Der Begriff der Ressourceneffizienz wird in unterschiedlichem Kontext verwendet. Bei der Ressourceneffizienz im engeren Sinne geht es um eine möglichst effiziente Nutzung natürlicher Ressourcen für menschliche Aktivitäten, also darum, möglichst viel zu produzieren mit möglichst wenigen Ressourcen („create more with less“). Bei der Ressourceneffizienz im weiteren Sinne werden allgemein die Wirkungen auf die Umwelt erfasst, also neben der reinen Nutzung der natürlichen Ressourcen die Wirkung auf die Umweltmedien Boden, Wasser, Luft sowie die Biosphäre. Dabei werden Wirkungskategorien wie Klimawandel, Ozonbildung, Ozon-Abbau, Versauerung von empfindlichen Ökosystemen (aquatisch, terrestrisch), Eutrophierung (Anreicherung von N und P) in empfindlichen Ökosystemen (aquatisch, terrestrisch), Ökotoxizität: aquatisch, terrestrisch, Biodiversität und Bodenqualität einbezogen.

3 Ressourcennutzung in der gesamten Wertschöpfungskette

Während der Anteil der Primärproduktion beim Flächenbedarf, beim Bedarf an Phosphor- und Kalium-Ressourcen stark dominiert, können die nachgelagerten Stufen Verarbeitung, Lagerung, Verpackung und Transport für den Energiebedarf und den Wasserbedarf stark ins Gewicht fallen (Bystricky *et al.*, 2014). Bei den Wirkungen auf die Umweltqualität verhält es sich ähnlich: einige Umweltwirkungen werden sehr stark von der Primärproduktion geprägt (z.B. Ökotoxizität, Eutrophierung oder

Versauerung). Bei anderen Umweltwirkungen wie Treibhauspotenzial, Ozonbildungspotenzial, Ozonabbau­potenzial oder Humantoxizität spielen die nachgelagerten Prozesse oft eine wichtige Rolle.

Produktion von Gemüse oder Früchten in Gewächshäuser, die mit fossilen Energieträgern beheizt werden, ist mit sehr hohen Umweltwirkungen wie Energiebedarf oder Treibhauspotenzial verbunden (Stoessel *et al.* 2012).

Verpackungen spielen bei vielen Nahrungsmitteln eine eher untergeordnete Rolle. Sie können aber auch einen hohen relativen Beitrag leisten, z.B. bei bestimmten Getränken. Grundsätzlich ist eine Reduktion von unnötigen Verpackungen zu begrüßen, denn dadurch lassen sich Umweltwirkungen reduzieren und Ressourcen schonen. Dies darf aber nicht zu Lasten der Produktqualität gehen. Wenn durch eine reduzierte Verpackung die Produkte ungenügend geschützt werden und dies zu einer Erhöhung von Nahrungsmittelabfällen führt, so könnte eine gut gemeinte Massnahme in ihr Gegenteil verkehrt werden.

Bei der Analyse der Ressourcennutzung und der Wirkungen auf die Umwelt darf nicht vergessen werden, dass ein bedeutender Anteil der Umweltwirkungen im Ausland anfällt. Bio Intelligence Service (2012) schätzen beispielsweise, dass der Nahrungsmittelsektor der EU 35 Mio. ha landwirtschaftliche Fläche ausserhalb von Europa nutzt.

Der Ressourcenbedarf und die Umweltwirkungen sind je nach Nahrungsmittel sehr unterschiedlich. Grundsätzlich haben die meisten pflanzlichen Nahrungsmittel geringere Auswirkungen auf die Umwelt als tierische, denn für die letzteren braucht es pflanzliche Futtermittel und deren Erzeugung ist mit erheblichen Umweltwirkungen verbunden. Allerdings bestehen zwischen verschiedenen tierischen Nahrungsmitteln erhebliche Unterschiede. Pro kg essbares Protein nehmen die Umweltwirkungen in der Reihenfolge Rindfleisch > Schweinefleisch > Geflügelfleisch ab. Eier und Milchprodukte sind dabei in einer ähnlichen Grössenordnung wie Geflügelfleisch (de Vries & de Boer, 2010). Andererseits ist aus Sicht der Ressourcennutzung zu berücksichtigen, dass nur die Wiederkäuer und andere Raufutterverzehrer Grünlandflächen nutzen können, während Schweine und Geflügel – obschon sie die effizienteren Verwerter sind – in direkter Nahrungskonkurrenz zum Menschen stehen, es sei denn, sie werden mit Abfällen und Nebenprodukten der Nahrungsmittelindustrie gefüttert. Aus diesen Zusammenhängen ergibt sich, dass Ernährungsweisen mit weniger Fleisch in der Regel geringere Umweltauswirkungen und einen tieferen Ressourcenbedarf haben (Tilman & Clark, 2014).

Lokal und saisonal produzierte Nahrungsmittel haben den Vorteil, dass Transporte reduziert werden und die Lagerdauer verkürzt wird. Sollte jedoch die landwirtschaftliche Produktion mit wesentlich höheren Umweltwirkungen verbunden sein oder weniger ressourceneffizient sein, so können die importierten Nahrungsmittel aus Umweltsicht doch günstiger abschneiden. Verschiedene Vergleichsstudien ergeben hier kein eindeutiges Bild (Bystricky *et al.*, 2014, Webb *et al.*, 2013). Dies zeigt, dass keine allgemeinen Schlüsse zulässig sind und eine fallweise Betrachtung angezeigt ist.

Verschiedene Untersuchungen streichen die Bedeutung von Nahrungsmittelabfällen für die Umwelt hervor. Eberle & Fels (2015) schätzen beispielsweise für Deutschland, dass die Nahrungsmittelabfälle je nach Umweltkategorie für 14-20% der Umweltbelastung des Nahrungsmittelkonsums verantwortlich sind. Dabei war der Anteil der Verluste bei der Verpflegung ausser Haus deutlich grösser als beim Konsum zu Hause. Gruber *et al.* (2015) zeigten auf, dass sich durch ein umweltbewusstes Konsumentenverhalten die Umweltwirkungen des Nahrungsmittelkonsums beträchtlich reduzieren liessen, denn die meisten Abfälle entstehen in der Konsumphase.

Zur Verbesserung der Ressourcen-Effizienz nach Zur Verbesserung der Ressourceneffizienz im Nahrungsmittelsektor nennen Bio Intelligence Service (2012) folgende Prioritäten:

- Abfälle reduzieren und Ressourcen-Kreisläufe schliessen,
- Bewusstsein der KonsumentInnen für nachhaltig erzeugte Produkte erhöhen,
- Effizientes Nährstoff-Recycling und Verbesserung landwirtschaftlicher Prozesse,
- Reduktion des Wildfangs von Meerestieren und
- Kontinuierliche Verbesserung industrieller Prozesse.

4 Fazit

Die landwirtschaftliche Phase dominiert viele Umweltwirkungen und den Ressourcenbedarf. Ihr relativer Beitrag hängt aber von der analysierten Umweltkategorie, dem betrachteten Produkt, seiner Produktionsweise und Herkunft ab. Der absolute Beitrag der Transporte wird von der Transportdistanz, den eingesetzten Transportmitteln (Flugzeug > LKW > Bahn > Schiff) und der Art des Transports (gekühlt > ungekühlt) bestimmt. Der relative Anteil der Transporte an den Umweltwirkungen hängt aber auch stark vom Beitrag der Primärproduktion ab. Bei Produkten wie Rindfleisch, wo die landwirtschaftliche Produktion hohe Umweltwirkungen pro Produkteinheit verursacht, fällt der Beitrag der Verarbeitung, Verpackung, Lagerung und des Transports relativ weniger ins Gewicht, als bei Früchten und Gemüsen, wo die Umweltwirkungen pro Produkteinheit vergleichsweise tief sind.

Die landwirtschaftlichen Produktionssysteme sind oft wichtiger als das Ursprungsland («food miles» sind ein schlechter Indikator). Die Frage „wie“ produziert wird ist meist wichtiger als „wo“ produziert wird. Beitrag der Verarbeitung und Lagerung hängt ab vom Grad und Art der Verarbeitung, Ort der Verarbeitung (v.a. verwendeter Strommix) und der Dauer und Art der Lagerung. Ein grosses Verbesserungspotenzial liegt zudem in der Nutzung von Ko-Produkten und Vermeidung von Abfällen.

Literatur

BIO Intelligence Service (2012): Assessment of resource efficiency in the food cycle, Final report, prepared for European Commission (DG ENV) in collaboration with AEA, Dr Donal Murphy-Bokern, Institute of Social Ecology Vienna and Institute for Environmental Studies, 135p.

Bystricky M., Alig M., Nemecek T., Gaillard G. (2014): Ökobilanz ausgewählter Schweizer Landwirtschaftsprodukte im Vergleich zum Import. Agroscope, Zürich. Agroscope Science Nr. 2, 176 p.

de Vries M., de Boer I.J.M. (2010): Comparing environmental impacts for livestock products: a review of life cycle assessments. *Livestock Science* 128, pp. 1–11.

Dewulf J., Benini L., Mancini L., Sala S., Blengini G. A., Ardente F., Recchioni M., Maes J., Pant R. & Pennington D. (2015): Rethinking the area of protection "natural resources" in life cycle assessment. *Environmental Science and Technology* 49 (9), pp. 5310-5317.

Eberle U., Fels J. (2015): Environmental impacts of German food consumption and food losses. *Int. J. Life Cycle Assess.* doi:10.1007/s11367-015-0983-7

Gruber L.M., Brandstetter C.P., Bos U., Lindner J.P., Albrecht S. (2015): LCA study of unconsumed food and the influence of consumer behavior. *Int. J. Life Cycle Assess.* doi:10.1007/s11367-015-0933-4

Klinglmair M., Sala S. & Brandão M. (2014): Assessing resource depletion in LCA: A review of methods and methodological issues. *International Journal of Life Cycle Assessment* 19 (3), pp. 580-592.

Stoessel F., Juraske R., Pfister S., Hellweg S. (2012): Life cycle inventory and carbon and water footprint of fruits and vegetables: application to a Swiss retailer. *Environ. Sci. Technol.* 46, pp. 3253–3262.

Tilman D., Clark M. (2014): Global diets link environmental sustainability and human health. *Nature* 515, pp. 518–522.

Tukker A., Huppes G., Guinée J., Heijungs R., de Koning A., van Oers L., Suh S., Geerken T., van Holderbeke M., Jansen B. & Nielsen P. (2006): Environmental Impact of Products (EIPRO). Analysis of the life cycle environmental impacts related to the final consumption of the EU-25. Technical Report, EUR 22284 EN, 139 p., Available at http://ec.europa.eu/environment/ipp/pdf/eipro_report.pdf.

Webb J., Williams A.G., Hope E., Evans D., Moorhouse E. (2013): Do foods imported into the UK have a greater environmental impact than the same foods produced within the UK? *Int J Life Cycle Assess* 18, pp. 1325–1343.