

1 Einleitung

1.1 Fragestellung

Die heutige Diskussion zum Thema Energieversorgung und Klimawandel hat u.a. zum Inhalt, dass durch eine verbesserte Energieeffizienz und verstärkte Einsparungen privater Haushalte die Allgemeinsituation verbessert werden soll. Bei der Argumentation wird auch der Blick auf die vom Haushalt konsumierten Lebensmittel gerichtet und allgemeingültig regionaler Anbau und Verarbeitung als Lösung vorgeschlagen. Die Betrachtung der Selbstversorgungsgrade unterschiedlicher Lebensmittel in Deutschland macht allerdings deutlich, dass mit der aktuellen Verwendung der Agrarfläche nicht der Bedarf der gesamten Bevölkerung gedeckt werden kann. Zur Ergänzung werden also Importe aus anderen Ländern notwendig, die sich in ihrer Durchführung und Länge allerdings stark unterscheiden können. Wie andere Studien belegen, sind Transportform und regionale Produktionsbedingungen für den Energiebedarf bestimmend und die Ergebnisse entsprechen nicht immer der naheliegenden Vermutung, dass regionale Betriebe energieeffizienter produzieren und transportieren als überregionale.

Im Rahmen des Projektes „Energiebilanzierung regionaler und überregionaler Lebensmittel“ sind bisher die Produkte Lammfleisch und Fruchtsaft bilanziert worden. Diese Studie kann einen starken Zusammenhang zwischen Betriebsgröße und Energieumsatz ermitteln, der als Grundlage für die Theorie „Ecology of Scale“ dient [SCHLICH 2005]. Die vorliegende Arbeit ist eine Abschätzung des Energieumsatzes der Produkte Äpfeln und Wein aus Deutschland, Südafrika und Ungarn. Bei der Auswahl der Untersuchungsobjekte standen folgende Aspekte im Vordergrund:

- beide Produkte haben eine hohe Relevanz für die Versorgung der deutschen Bevölkerung;
- es sind sowohl importierte als auch regional produzierte Produkte auf dem Markt;
- sie sind homogen oder einfach verarbeitet;
- Wein hat außerdem eine aufwendige Verpackung, die mit transportiert werden muss.

Die zentralen Fragestellungen, die hierbei behandelt werden sollen, sind der Einfluss der Betriebsgröße auf den Energieumsatz der Produktion, inwiefern Ergebnisse der

vorhergehenden Studie bestätigt werden können und welcher Anteil des Gesamtenergieumsatzes durch die Transporte bedingt wird. Darüber hinaus ergeben sich im Laufe der Erhebung die Fragen, ob es einen regional bedingten Einfluss auf den Energieumsatz gibt und welcher Energieumsatz im Vergleich aller Betriebe als effizient eingestuft werden kann.

1.2 Vorgehen

Die Studie wird als qualitative Fallstudie durchgeführt. Der Weg der Produkte wird beginnend beim Anbau entlang der Prozesskette begleitet und Personen in Schlüsselpositionen werden interviewt. Für die Auswertung des Anbaus und der Verarbeitung werden Betriebe unterschiedlicher Größe und Region mit einem Fragebogen befragt. Der Transport wird anhand typischer Wege und Auslastungsgrade ausgewertet. Zur Vereinheitlichung werden die Verbrauchswerte mit dem unteren spezifischen Heizwert in Endenergie und anhand regionaler Umwandlungsfaktoren in Primärenergie und CO₂-Emission umgerechnet. Bei der Diskussion wird das Verhalten von Energieumsatz und Betriebsgröße genauer betrachtet und Ursachen für regionale Unterschiede aufgezeigt. Anhand der Regressionsgleichung wird mit dem arithmetischen Mittelwert für die einzelnen Regionen ein Energieumsatz und eine Betriebsgröße berechnet, der als Richtwert für diese Region verwendet werden kann. Die Transporte werden bei unterschiedlichen Wegen und Transportformen als Gesamtenergieumsatz berechnet, der von Produktionsort bis zur Erreichung des POS benötigt wird.

1.3 Aufbau der Arbeit

Zu Beginn der Arbeit soll anhand einer kurzen Erläuterung der aktuellen Diskussion zum Thema Energie und der Situation des Transportsektors, der Lebensmittelproduktion und der Energieversorgung dargestellt werden, welche Relevanz das Thema für die Bundesrepublik Deutschland hat. Nach diesem allgemeinen Überblick wird genauer darauf eingegangen, welche wirtschaftliche Bedeutung die untersuchten Produkte Wein und Apfel haben und welche Prozessketten vorzufinden sind. Im diesem Zusammenhang werden Studien vorgestellt, die sich bereits mit dem Thema Energiebilanzierung der Wein- und Apfelproduktion beschäftigen. Im letzten Abschnitt des Literaturteils wird die Auswertung einzelner Transportformen genauer erläutert. Nach der Darstellung der Methoden zur Auswertung und der Ergebnisse wird in der Diskussion geprüft, inwiefern die Betriebe in den untersuchten Regionen sich nach „Ecology of Scale“ [SCHLICH 2005] verhalten und wie

eine optimale Betriebsgröße auszusehen hat. Zusammen mit den Ergebnissen der Transportwege kann für die einzelnen Produkte die Bandbreite der Energieumsätze und das energetische Profil berechnet werden. Zum Abschluss wird genauer auf die Vor- und Nachteile dieser Form der Studiendurchführung eingegangen.

2 Energie: globale, regionale und politische Aspekte

2.1 Energiebilanzierung: Warum und Wie?

Eine Energiebilanz kann laut [DIEPENBROCK 1995 S.10] als „die quantitative Gegenüberstellung von Energieinput und –output eines Systems“ verstanden werden. Die Formen der Energie, die laut [DIEPENBROCK 1995] zu unterscheiden sind, sind Primär-, Sekundär, End- und Nutzenergie. Diese werden in Kapitel 2.2 genauer erläutert. Zum Einstieg in die Betrachtung des Themas Energiebilanzierung muss spezifiziert werden, dass entgegen dem üblichen Sprachgebrauch Energie nicht produziert oder verbraucht wird, sondern nach den Gesetzen der Thermodynamik die arbeitsfähige (Exergie) in eine nicht arbeitsfähige (Anergie) umgewandelt wird. Diese arbeitsfähige Form ist zumeist an Energieträger gebunden und kann über Umwandlungsprozesse (z.B. Verbrennung, mechanischer Antrieb von Windrädern) die gespeicherte Energie als Arbeit oder Wärme zur Verfügung stellen. Dieses erfolgt häufig unter der Entstehung von Koppelprodukten (radioaktive Strahlung, CO₂), die bei der Anreicherung in unserem Lebensraum negative Auswirkungen entfalten. Dieses führt dazu, dass der Energieumsatz einer Gesellschaft und die Möglichkeiten der Reduktion mal mehr und mal weniger ins öffentliche Bewusstsein gerückt werden.

2.1.1 Allgemein

Aktuell ist Energie aus zweierlei Gründen ein wichtiges öffentliches Diskussionsthema. Zum Einen wird die Endlichkeit fossiler Energiequellen, der global steigende Bedarf und mangelnde Alternativen als Bedrohung der aktuellen Versorgung wahrgenommen. Zum Anderen werden mit dem weltweiten Energieumsatz weitere negative Umweltfolgen wie dem Treibhauseffekt, Sommersmog, Feinstaubemission und Waldsterben in Verbindung gebracht [HENNICKE 1996 S. 22-32].

In Deutschland wird das Problem der Abhängigkeit von Gas- und Öl-liefernden Ländern immer größer. Die deutsche Abhängigkeit von „Energie-Importen“ ist von 51 % in 1991 auf 61 % in 2001 angestiegen. Diese wird vor allem durch die fast vollständige Abhängigkeit (97 %) von Ölimporten bestimmt [EUROSTAT 2004]. Das Ressourcenproblem im Energiebereich soll vor allem durch eine Verbesserung der Energieeffizienz bewältigt werden. Die Gründe, die das Grünbuch der [EC 2005] für eine Förderung von Energieeinsparung und

Energieeffizienz angibt sind vor allem die Reduzierung von CO₂-Emissionen und der Ressourcenmangel, aber auch eine Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit. Es weist in diesem Zusammenhang auch darauf hin, dass wirksames Handeln zur Senkung des Energieumsatzes erst sinnvoll ist, wenn die Faktoren ermittelt werden, die Umwandlungsverluste verursachen [EC 2005 S. 14].

In dem neuesten Klimabericht des IPCC wird nochmals verstärkt darauf hingewiesen, dass die Hauptursache der Klimaerwärmung das durch die Verbrennung fossiler Energieträger entstehende CO₂ ist [IPCC 2007]. Dieses wirft eine erneute Diskussion auf, mit welchen Maßnahmen diesem beizukommen ist. Die Empfehlungen, die zur Reduktion ausgesprochen werden, sind, neben verstärkter Nutzung regenerativer Energien eine Reduktion der Umwandlungsverluste und eine allgemeine Verringerung des Energieumsatzes [HENNICKE 1996 S. 53 -58].

Trotz aller Bemühungen, den Energieumsatz und die CO₂-Emission zu reduzieren, fallen die Ergebnisse gering aus. Ein großes Problem stellt in diesem Bereich der Haushaltssektor dar, der über die direkte Nachfrage nach Energieträgern, aber auch indirekt durch den zunehmenden Konsum von Waren und Dienstleistungen den Energieumsatz beeinflusst [UBA 2006]. Daher ist es von besonderem Interesse wie die Vorketten der regelmäßig konsumierten Produkte aus dem Lebensmittelbereich aussehen. Informationen über den tatsächlichen Energiefluss bei bestimmten Prozessketten können mittels Energiebilanzen berechnet werden. Eine Energiebilanzierung kann in vielfältigen Formen vorkommen. In der Literatur findet man sie als Teil einer Ökobilanz, alleinstehend als kumulierter Energieaufwand (KEA) oder means/end analysis (MEA). In dieser Studie wird sie als Vergleich der Energieumsätze unterschiedlicher Betriebe und Prozessschritte angewendet. Die Durchführung einer Energiebilanz entspricht den vier Schritten einer Ökobilanz wie sie in den DIN ISO Normen 14040 bis 14043 festgelegt werden. Zuerst wird auch hier ein Untersuchungsrahmen festgesetzt, in dem Systemgrenzen und funktionelle Einheiten festgelegt werden. Im praktischen Teil (Sachbilanz) werden Umsätze aller relevanten Energieträger erfasst, die bei der weiteren Bearbeitung (der Wirkungsabschätzung) z.B. auf der Datenbasis von Heizwerten, Umwandlungsverlusten und spezifischen CO₂-Emissionen auf den Wert Endenergie, Primärenergie und CO₂-Emission pro funktionelle Einheit umgerechnet werden. Danach kommt es zu einer Bewertung der Ergebnisse mit Handlungsempfehlung. Bei der

Ökobilanz werden im Abschnitt der Sachbilanz und Wirkungsabschätzung weitere Daten zur Umweltwirkung und dementsprechende Indikatoren verwendet, um die Umweltwirkung des Produktes oder Prozesses zu beschreiben. Diese werden z.B. anhand der Wirkbereiche Treibhauseffekt, Eutrophierung, Oxidantienbildung, Ozonabbau, Versauerung, Beanspruchung fossiler Ressourcen und direkte Gesundheitsschädigung eingeteilt und gewichtet. Das Ergebnis wird dann mit Indikatoren wie z.B. Umweltbelastungspunkten (UBP) oder Eco Indikator 99 dargestellt. Andere Methoden zur Bewertung von Umweltauswirkungen sind Materialintensität pro Serviceeinheit (MIPS), Input-Output-Analysen oder der Ökologische Fußabdruck [JUNGBLUTH 2001]. Bei den Wirkungsabschätzungen werden bis zu 51 Kriterien analysiert, die eine eindeutige Aussage erschweren können [JONES 2002]. Außerdem finden sie unterschiedliche Bevorzugungen und es werden länderspezifische Gewichtungen verwendet. Dieses kann zur Folge haben, dass bei der Erstellung von Ökobilanzen regionale und politische Aspekte mit einfließen [SVENSSON 2005] und mit einer Erhöhung der Anzahl der Wirkbereiche eine Abnahme der Transparenz aber auch eine Verfälschung eintreten kann [JONES 2002]. Dieses zeigt, dass bei der Erstellung von Ökobilanzen die Suche nach passenden Indikatoren sehr differenziert zu betrachten ist. [JONES 2002] und [SVENSSON 2005] halten es daher für sinnvoll durch die Reduzierung der Datenanalyse auf den Energieumsatz eine Vereinfachung der Erhebung und weniger interpretationsanfällige Parameter zu erhalten, die allerdings auch nur in einem eingeschränkten Rahmen aussagekräftig sind.

Ein Ziel der Energiebilanzierung ist es, aus den vorliegenden Daten den gesamten Primärenergiebedarf der Produkte und Prozesse sowie die dadurch verursachte Umweltbelastung zu berechnen [JUNGBLUTH 2001]. Diese sind direkt als Energieeffizienz technischer Anlagen im Transport- und Produktionssektor zu erfassen, werden aber auch indirekt durch verwendete Energieträger und Wirkungsgrade der regionalen Stromproduktion beeinflusst. Daher werden diese in Kapitel 2.2 genauer spezifiziert. Eine weitere Form der Energieerhebung ist der „Emergy“ Ansatz bei der Energie als Sonnenenergie berechnet wird, die zur Unterstützung eines Systems benötigt wird [PIZZIGALLO 2006].

Wie schon erwähnt ist für eine vollständige ökologische Bewertung eine reine Energiebilanzierung unzureichend. Faktoren wie Ressourcenverbrauch oder CO₂-Emission stehen zwar in direkter Korrelation zum Energieumsatz, weitere ökologische

Schadenspotentiale werden aber nicht erfasst [JUNGBLUTH 2001, SVENSSON 2005]. [SVENSSON 2005] unternimmt eine Analyse mit welchen Wirkungsbereichen einer Ökobilanz der Energieumsatz im direkten Zusammenhang steht. Er findet, dass je nach verwendeter Energieform mit dem Klimawechsel, dem Verbrauch abiotischer Ressourcen, der Abwärmeerzeugung, der Photo-Oxidantienbildung, der Partikelemission und der Toxizität ein starker Zusammenhang besteht. Er weist aber auch darauf hin, dass bei einer Vereinfachung der Datenauswertung wie es bei einer reinen Energiebilanz der Fall ist, andere umweltrelevante Faktoren übersehen werden können.

Welche Aussagekraft der Ergebnisse benötigt wird, muss vor der Erhebung genauer betrachtet werden. In wissenschaftlichen Studien und Forschungsberichten [JONES 2002, SAUNDERS 2006] wird darauf hingewiesen, dass auch das Verhältnis des Energieaufwandes für die Produktion zu Lagerung und Transport eine Aussage darüber liefern kann, welcher Teil der Prozesskette der energieaufwendigste ist. Für die Klärung dieser Fragestellung ist es also notwendig den gesamten Produktionsprozess und die Transporte differenziert zu betrachten und hierbei auch auf die regionalen Produktionsbedingungen einzugehen [SAUNDERS 2006 S. 7]. Bei [SAUNDERS 2006] wird auch eine ausführliche Literaturlauswertung zum Thema „Food Miles“ unternommen. Diese stellt dar, dass häufig ohne eine wissenschaftliche Datengrundlage mit der scheinbar feststehenden Schlussfolgerung des geringen Energieumsatzes der regionalen Produktion argumentiert wird. Im folgenden Kapitel wird nun auf die aktuelle Situation der zu untersuchenden Prozessschritte Anbau, Verarbeitung und Transport genauer eingegangen.

2.1.2 Dimension und Umweltauswirkung von Transporten allgemein und von Lebensmittel-Transporten

Allgemein:

Dem gesamten Transportsektor wird bei der Betrachtung der Umweltauswirkung ein erhebliches Schadenspotential zugesprochen. [MAIBACH 2001] gibt für die Umweltauswirkungen von Transporten den Energieumsatz, die Klimaemission, die Luftbelastung sowie die Lärm- und Flächenbelastung an. Die Europäische Kommission sieht vor allem in den Bereichen Luftverschmutzung und Lärm ein wichtiges Schadenspotential.