

# Anhang H: Dinge des täglichen Gebrauchs II

## Importierte Energie

Dieter Helm und seine Kollegen schätzten den Fußabdruck der Importe aus einem Land X auf Basis ihres Geldwertes ab, indem sie die CO<sub>2</sub>-Intensität der Wirtschaft im Land X (das ist das Verhältnis der CO<sub>2</sub>-Emission zum Bruttonationaleinkommen) zu Grunde legten. Sie kamen zu dem Schluss, dass die CO<sub>2</sub>-Belastung aus der grauen (d.h. der zu Herstellung und Transport erforderlichen) Energie der nach England importierten Waren (die an sich ja zum offiziellen CO<sub>2</sub>-Fußabdruck Englands von 11 Tonnen CO<sub>2</sub>e pro Jahr pro Person addiert werden sollte) etwa 16 Tonnen CO<sub>2</sub>e pro Jahr pro Person beträgt. Eine detailliertere Nachfolgestudie der DEFRA bezifferte dieses importierte „graue CO<sub>2</sub>“ mit einem kleineren, aber dennoch signifikanten Wert: etwa 6,2 Tonnen CO<sub>2</sub>e pro Jahr pro Person. In Energieeinheiten entsprechen 6 t CO<sub>2</sub>e etwa 60 kWh/d. Wir wollen nun versuchen, diese Folgerungen zu reproduzieren, indem wir nicht die Geldwerte, sondern das Gewicht der Importe benutzen.



Fig.H.1: Strangguss von Stahl in einer koreanischen Eisen- und Stahlfabrik

Fig.H.2 zeigt Englands Importe im Jahr 2006 auf drei verschiedene Arten: Links ist der gesamte Wert der Importe nach Herkunftsland aufgeschlüsselt. In der Mitte ist dasselbe Finanzvolumen aufgeteilt nach Warengruppen gemäß der Klassifikation der Steuerbehörde. Rechts sind die Seeimporte nach ihrem Gewicht und aufgeschlüsselt nach der Klassifikation des Verkehrsministeriums, die nicht unterscheidet zwischen Lederwaren und Tabak, sondern nach dem Gewicht der Waren, ob fest oder flüssig, ob Containerfracht oder Schüttgut.

Die Energiekosten importierter Brennstoffe (oben rechts) sind bereits in den Standardrechnungen zum englischen Energiebedarf mit berücksichtigt; die Energiekosten aller anderen Waren nicht. Für die meisten Materialien ist die graue Energie pro Gewichtseinheit größer oder gleich 10 kWh pro kg – die selbe wie die Energie pro Gewichtseinheit fossiler Brennstoffe. Das gilt für alle Metalle und Legierungen, alle Polymere und Verbundstoffe, die meisten Papierprodukte und keramische Materialien. Ausnahmen sind Rohmaterialien wie Erze, poröse Keramik wie Beton, Ziegel oder Porzellan, deren Energiekosten etwa 10mal niedriger liegen; Holz und Gummi, und Glas, dessen Energiekosten etwas geringer als 10 kWh pro kg sind. [r22oz]

Damit können wir eine grobe Abschätzung des energetischen Fußabdrucks unserer Importe einfach aus deren Gewicht erhalten, wenn wir Dinge wie Erz oder Holz ausnehmen. Bei der vorliegenden Ungenauigkeit unserer verwendeten Zahlen werden wir sicherlich abgleiten und unabsichtlich Dinge aus Holz oder Glas mit einschließen, doch können wir hoffen, dass solche Ausrutscher durch Unterschätzung der grauen Energie in den meisten Metall- und Plastikartikeln und in komplexeren Gütern aufgehoben wird, die häufig statt der angenommenen 10 kWh/kg eher 30 kWh/kg oder mehr aufweisen.

Für die Berechnung nehme ich mir aus der rechten Spalte der Fig.H.2 die Eisen- und Stahlprodukte heraus („Iron, steel products“), sowie die Massen- („dry bulk“), Container- und sonstige („other“) Fracht, die eine Summe von 98 Millionen Tonnen pro Jahr ausmacht. Davon ziehe ich noch geschätzte 25 Millionen Tonnen Lebensmittel ab, die wohl größtenteils in der sonstigen Fracht versteckt sind (die gesamten Lebensmittelimporte 2006 waren 34 Millionen Tonnen), verbleiben somit 73 Millionen Tonnen.

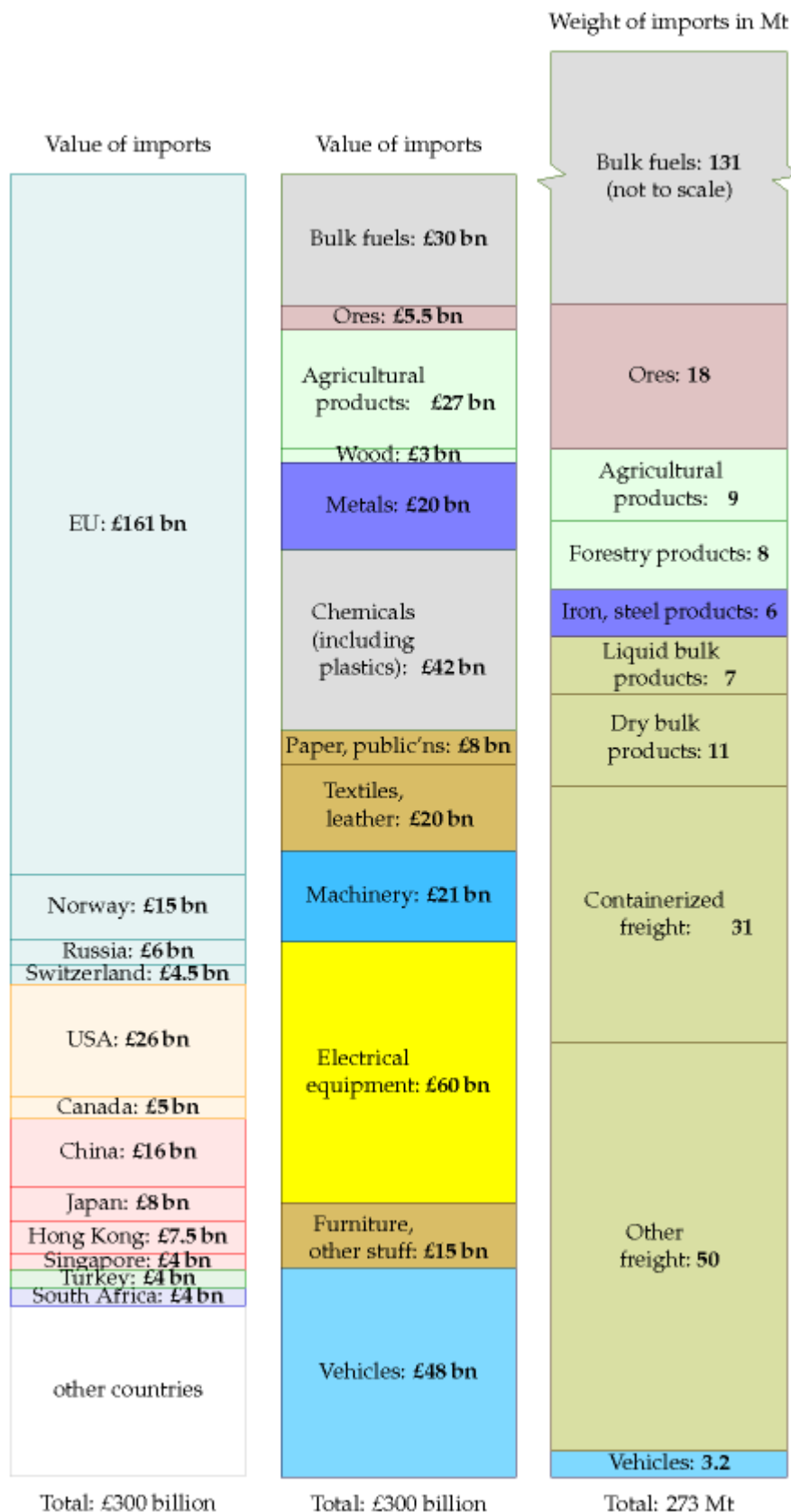


Fig.H.2: Warenimporte nach England, 2006

Bewerten wir diese 73 Mio Tonnen mit der oben genannten grauen Energierate und teilen das durch 60 Millionen Menschen, erhalten wir 33 kWh/d pro Person.

Für die Autos müssen wir weniger aus der hohlen Hand schätzen, weil wir mehr wissen: Die Anzahl importierter Autos im Jahr 2006 war 2,4 Millionen. Nehmen wir 76.000 kWh grauer Energie (der Zahl von Seite 103) pro Fahrzeug, tragen die Autoimporte zur grauen Energie im Umfang von 8 kWh/d pro Person bei.

Ich habe die flüssige Massenfracht („liquid bulk“) vernachlässigt, weil ich nicht sicher bin, welche Produkte damit gemeint sind. Sollte es sich großteils um flüssige Chemikalien handeln, wäre ihr Beitrag möglicherweise signifikant.

Zusammengenommen haben wir 41 kWh/d pro Person an grauer Energie in Importen – tatsächlich in der Größenordnung der Abschätzung von Dieter Helm und seinen Kollegen.

Ich vermute, dass die 41 kWh/d pro Person zu gering geschätzt sind, weil die angenommene Energieintensität (10 kWh/kg) zu gering ist für die meisten Waren-Endprodukte wie Maschinen oder Elektrogeräte. Doch ohne jetzt das genaue Gewicht aller Import-Kategorien zu kennen, ist das die bestmögliche Abschätzung.



Fig.H.3: Niob-Tagebau in Brasilien

## Lebenszyklus-Analyse für Gebäude

Die Tabellen H.4 und H.5 zeigen Abschätzungen der erforderlichen Prozessenergie für Bau- und Konstruktionsmaterialien. Sie beinhalten auch den Energieaufwand für den Transport der Rohmaterialien in die Herstellerfabrik, nicht jedoch die für den Transport des Fertigprodukts an die Baustelle.

Tabelle H.6 benutzt diese Zahlen, um die Prozessenergie für den Bau eines Einfamilienhauses abzuschätzen. Der Brutto-Energieverbrauch zieht die Grenze noch weiter und berücksichtigt auch die anteilige graue Energie aus der städtischen Versorgungs-Infrastruktur und z.B. die graue Energie der zur Herstellung der Baumaterialien erforderlichen Maschinen. Als Faustregel gilt, dass der Brutto-Energieverbrauch etwa das Doppelte des Prozessenergie-Verbrauchs ist [3kmcks].

Verteilen wir die 42.000 kWh über 100 Jahre und verdoppeln das, um auf die Brutto-Energiekosten zu kommen, ergibt das 2,3 kWh/d für die gesamte graue Energie eines Gebäudes. Dabei ist nur die Gebäudehülle gemeint – die Steine, Ziegel, Dachbalken. ♦Auch eine zeitgemäße Gebäudedämmung ist dabei unberücksichtigt, sie würde diesen Wert nochmals etwa verdoppeln.°



Material	Graue Energie	
	(MJ/kg)	(kWh/kg)
Weichholz, ofengetrocknet, geschnitten	3,4	0,94
Hartholz, ofengetrocknet, geschnitten	2,0	0,56
Hartholz, luftgetrocknet, geschnitten	0,5	0,14
Hartfaserplatte	24,2	6,7
Spanplatte	8,0	2,2
MDF	11,3	3,1
Sperrholz	10,4	2,9
Leimholz	11	3,0
Furnierschichtholz	11	3,0
Stroh	0,24	0,07
Terracotta	0,7	0,19
Dimensionierter Granit, Import	13,9	3,9
Dimensionierter Granit, lokal	5,9	1,6
Gipsputz	2,9	0,8
Gipskartonplatte	4,4	1,2
Faserzement	4,8	1,3
Zement	5,6	1,6
Ortbeton	1,9	0,53
Betonfertigteile, dampfgehärtet	2,0	0,56
Betonfertigteile, ausgegossen	1,9	0,53
Ziegel	2,5	0,69
Betonstein	1,5	0,42
Porenbeton	3,6	1,0
Kunststoff - allgemein	90	25
PVC	80	22
synthetischer Kautschuk	110	30
Acrylfarbe	61,5	17
Glas	12,7	3,5
Glasfaser (Glaswolle)	28	7,8
Aluminium	170	47
Kupfer	100	28
galvanisierter Stahl	38	10,6
rostfreier Stahl	51,5	14,3

Tabelle H.4: Graue Energie in Baumaterialien (unter der Annahme, dass kein Recyclingmaterial verwendet wird). (Dimensionierter Stein ist Naturstein oder Fels, der in passende Form und Größe geschnitten wurde). Quellen: [3kmcks], Lawson (1996).

	Graue Energie (kWh/m <sup>2</sup> )
<b>Wände</b>	
Holzrahmen, Holz-Außenverkleidung, Gipskarton	52
Holzrahmen, Klinker, Gipskarton	156
Holzrahmen, Alu-Außenverkleidung, Gipskarton	112
Metallrahmen, Klinker, Gipskarton	168
Doppelte Klinkerwand, Gipskarton	252
Zement-stabilisierte Lehmziegel	104
<b>Böden</b>	
Dielenlagerboden	81
110 mm Betonplatte	179
200 mm Betonfertigteile (T-Träger, verfüllt)	179
<b>Dächer</b>	
Holzsparren, Betonziegel, Gipskartonverkleidung	70
Holzsparren, Ziegeldeckung, Gipskartonverkleidung	75
Holzsparren, Blechdach, Gipskartonverkleidung	92

Tabelle H.5: Graue Energie in verschiedenen Wand- Boden und Dachmaterialien. Quelle : [3kmcks], Lawson (1996).

	Fläche x (m <sup>2</sup> )	Energiedichte (kWh/m <sup>2</sup> )	=	Energie (kWh)
Böden	100 x	81	=	8.100
Dach	75 x	75	=	5.600
Außenwände	75 x	252	=	19.000
Innenwände	75 x	125	=	9.400
Gesamt				42.000

Tabelle H.6: Prozessenergie für die Herstellung eines Einfamilienhauses

Fig.H.7: Das Millau-Viadukt in Frankreich, die höchste Brücke der Welt. Stahl und Beton, 2,5 km lang und 353 m hoch.



## Anmerkungen und Literaturhinweise

Seite

347 Eine detailliertere Nachfolgestudie der DEFRA subsequent more-detailed study commissioned by DEFRA estimated that the embodied carbon in imports is about 6.2 tons CO<sub>2</sub>e per person. Wiedmann et al. (2008).

349 Tabellen H.4 und H.5: ♦Weitere Daten findet man etwa in den Veröffentlichungen der schweizerischen KBOB [7ozytqn] und unter [www.bauteilkatalog.ch](http://www.bauteilkatalog.ch).

◦Weitere Quellen:

[www.greenbooklive.com](http://www.greenbooklive.com) zu Lebenszyklen-Bewertungen von Bauprodukten.

Einige hilfreiche Warnungen zur Lebenszyklen-Analyse: [www.gdrc.org/uem/lca/life-cycle.html](http://www.gdrc.org/uem/lca/life-cycle.html).

Weitere Links: [www.epa.gov/ord/NRMRL/lcaccess/resources.htm](http://www.epa.gov/ord/NRMRL/lcaccess/resources.htm).