

## 15. Dinge des täglichen Gebrauchs

Ein riesiger Energieverbrauch in der „entwickelten“ Welt ist die Herstellung von „Dingen“. In ihrem natürlichen Lebenszyklus durchlaufen diese drei Phasen: Zuerst wird das neugeborene Ding in einer Hochglanzverpackung im Regal eines Geschäftes angeboten. In dieser Phase heißt das Ding „Ware“. Sobald das Ding gekauft und ausgepackt ist, transformiert es sich in seine zweite Form: „Zeug“. Dieses Zeug lebt nun mit seinem Besitzer für ein paar Monate oder Jahre. Währenddessen wird das Zeug größtenteils vom Besitzer ignoriert, weil der ja in den Geschäften ist und neue Waren einkauft. Gelegentlich wird das Zeug dann, wie durch ein Wunder moderner Alchemie, in seine finale Form transformiert: „Abfall“. Für das ungeübte Auge kann es oft schwierig sein, „Abfall“ und „Waren“ voneinander zu unterscheiden. Wie auch immer, hat der Besitzer diese Erkenntnis gewonnen, bezahlt er den Müllmann, damit er dieses Ding entsorgt.



Fig.15.1: Müll-Werbung von Selfridge

Sagen wir, wir wollten die vollen Energiekosten dieser Dinge des täglichen Gebrauchs verstehen, vielleicht um noch bessere Dinge zu entwickeln. Das heißt dann Lebenszyklus-Analyse. Es ist üblich, dabei die Energie-Kosten eines Dings – vom Haarföhn bis zum Kreuzfahrtschiff – in vier Abschnitte zu gliedern:

**Phase R:** Herstellung der Rohmaterialien. Dazu gehört der Bergbau der Minerale, das Schmelzen und Reinigen, und die Umwandlung in die Bausteine, die der Hersteller benötigt: Plastik, Glas, Metall, Keramik etc. Die Energiekosten dieser Phase beinhalten auch die Lieferung der Rohstoffe zu ihrer nächsten Verarbeitungsstelle.

**Phase P:** Produktion: Dabei werden die Rohstoffe nun in ein fertiges Produkt verwandelt. Die Fabriken, in denen die Spulen des Haarföhns gewickelt werden, sein ansprechendes Gehäuse gegossen wird oder seine Komponenten sorgfältig ineinandergesetzt werden, benutzen Wärme und Licht. Diese Phase beinhaltet auch Verpackung und Weitertransport.

**Phase U:** Use – Benutzung: Haarföhns und Kreuzfahrtschiffe verbrauchen Energie, wenn sie bestimmungsgemäß verwendet werden.

**Phase D:** Entsorgung: Dazu gehört der Energiebedarf für das Verbringen in Deponien, oder die Rückverwandlung in Rohmaterialien (Recycling). Und das Reinigen all der Verschmutzung, die in Zusammenhang mit diesen Dingen entstand.

Um zu verstehen, wie viel Energie der Lebenszyklus eines „Dings“ erfordert, sollten wir die Kosten all dieser vier Phasen einzeln abschätzen und dann addieren. Gewöhnlich dominiert eine Phase die Energiekosten. Für eine vernünftige Abschätzung muss also insbesondere die dominante Phase relativ genau abgeschätzt werden. Wenn wir Dinge energieschonender designen wollen, sollten wir uns gewöhnlich auf die dominante Phase konzentrieren. Dabei ist zu beachten, dass Einsparungen in der dominanten Phase nicht durch zusätzlichen Aufwand in den anderen drei Phasen wieder aufgehoben werden.

Anstatt im Detail den Energiebedarf abzuschätzen, den die fortwährende Gesamtproduktion aller Dinge des täglichen Bedarfs hat, wollen wir zuerst ein paar allgemein bekannte Beispiele abhandeln: Getränkebehälter, Computer, Batterien, Werbung, Autos und Häuser. Dieses Kapitel fokussiert sich auf die Phasen R und P. Diese Energiekosten sind oft als „Graue Energie“ (embodied energy) eines Gegenstandes bezeichnet.

Graue Energie (embodied energy) (kWh pro kg)	
fossile Brennstoffe	10
Holz	5
Papier	10
Glas	7
PET Plastik	30
Aluminium	40
Stahl	6

Tabelle 15.2: Graue Energie in Materialien, in kWh pro kg

### Getränkebehälter

Nehmen wir folgendes Coke-Verbraucherverhalten an: Sie trinken täglich fünf Dosen einer multinationalen Chemikalie und werfen die Alubüchse weg. Für dieses Ding dominiert die Rohmaterial-Phase die Energiekosten. Die Metallproduktion ist energieintensiv, vor allem die Aluminiumproduktion. Eine Aludose verbraucht in der Herstellung 0,6 kWh. Ein 5-Dosen-pro-Tag Verbraucherverhalten benötigt Energie in Höhe von **3 kWh/d**.

Eine 0,5l-PET-Wasserflasche (25 g Gewicht) hat 0,7 kWh Graue Energie – auch nicht besser als Aluminium.

### Andere Verpackung

Der durchschnittliche Brite wirft 400 g Verpackung täglich weg – hauptsächlich Lebensmittelverpackung. Die Graue Energie von Verpackung liegt zwischen 7 und 20 kWh pro kg, wenn wir das Spektrum von Glas und Papier bis zu Plastik und Metallkannen durchlaufen. Nimmt man den Durchschnitt bei 10 kWh/kg an, liegt der energetische Fußabdruck von Verpackung bei **4 kWh/d**. Ein kleiner Teil dieser Energie ist recyclebar durch Müllverbrennung, wie wir in Kapitel 27 diskutieren werden.



Aluminium: 3 kWh/d



Packaging:  
4 kWh/d



Fig.15.3: (links) Fünf Aludosen pro Tag sind 3 kWh/d. Die Graue Energie in anderen Verpackungen, die ein durchschnittlicher Engländer wegwirft, beträgt 4 kWh/d.

Chips: 2.5 kWh/d



Fig.15.4: (rechts) Sie macht Chips. Foto: ABB. Herstellung eines PC alle 2 Jahre kostet 2,5 kWh pro Tag.

### **Computer**

Die Herstellung eines PC kostet 1800 kWh. Kauft man alle 2 Jahre einen neuen Rechner, ergibt das einen Energieverbrauch von **2,5 kWh/d**.

### **Batterien**

Die Energiekosten der Herstellung eines AA Nickel-Cadmium-Akkus, der 0,001 kWh speichern kann und 25 g wiegt, liegt bei 1,4 kWh (Phasen R und P). Wenn die Energiekosten von Wegwerf-Batterien ähnlich sind, schlagen zwei AA-Batterien pro Monat mit **0,1 kWh/d** zu Buche. Die Energiekosten sind deshalb vermutlich ein vernachlässigbarer Punkt in Ihrer Energiebilanz.

### **Zeitungen, Zeitschriften und Werbepost**

Ein 36-Seiten-Wochenblatt, gratis verteilt an den U-Bahn-Stationen, wiegt 90 g, eine Tageszeitung (56 Seiten) 150 g. „The Independent“ (56 Seiten) 200 g. Eine 56-seitige Werbe-Illustrierte und das Cambridgshire Pride Magazine (32 Seiten), beide kostenlos nach Hause verteilt, wiegen jeweils 100 g und 125 g.



Newspapers,  
junk mail,  
magazines:  
**2 kWh/d**

House-building: **1 kWh/d**

Dieser Strom von Lesestoff und Werbepost, der durch unsere Briefkästen fließt, enthält Energie. Außerdem braucht man Energie für die Herstellung und Auslieferung. Papier hat einen Grauen Energieanteil von 10 kWh/kg. Also liegt die gesamte Graue Energie der Flut von Werbung, Magazinen und Zeitungen bei angenommenen 200 g pro Tag und Person (das ist äquivalent mit einem „Independent“ pro Tag) bei etwa **2 kWh pro Tag**.

Car-making:  
**14 kWh/d**

Road-building: **2 kWh/d**



Papier-Recycling rettet etwa die Hälfte dieser Energie. Müllverbrennung rettet auch einen Teil dieser Energie, oder wenn ich das Papier zu Hause in meinem offenen Kamin verbrenne.

### **Größere Dinge**

Für viele ist das größte Ding, das sie jemals kaufen, ein Haus.

In Kapitel H schätze ich die Energiekosten eines Neubaus ab. Angenommen, wir ersetzen jedes Haus nach 100 Jahren, wäre das ein energetischer Beitrag von 2,3 kWh/d. Dabei ist nur die Gebäudehülle berücksichtigt – Grundfest, Steine, Fliesen, Dachziegel. Wird ein Haus durchschnittlich von 2,3 Leuten bewohnt, ist der durchschnittliche Energieverbrauch, den eine Person durch das Gebäude verursacht, **1 kWh/d pro Person**.

Wie sieht es mit einem Auto aus, einer Straße? Einige von uns besitzen ersteres, aber alle benutzen letzteres. Die Graue Energie eines Neuwagens ist 76 000 kWh, wird er alle 15 Jahre ersetzt, sind das im Mittel **14 kWh pro Tag**. Eine Lebenszyklus-Analyse von Treloar, Love und Crawford schätzt den Bau einer australischen Straße auf 7600 kWh pro Meter (eine verbundbewehrte Betonstraße) und die Gesamtkosten einschließlich Unterhalt über 40 Jahre auf 35.000 kWh pro Meter. Schätzen wir damit die Größenordnung für britische Straßen ab. Es gibt 28.000 Meilen<sup>21</sup> Fern- und Landstraßen (ohne Autobahnen). Mit 35.000 kWh pro Meter in 40 Jahren kostet uns dieses Straßennetz **2 kWh/d pro Person**.



Fig.15.5: Lebensmittel-Meilen: Pastetchen, handgemacht in Cornwall, 580 km transportiert zum Verbrauch in Cambridge

## Der Transport der „Dinge“

Bisher versuchte ich, personenbezogenen Verbrauch abzuschätzen. „Wenn Sie 5 Coladosen wegwerfen, sind das 3 kWh, wenn Sie den „Independent“ kaufen, sind das 2 kWh“. Im folgenden werden die Dinge jedoch etwas weniger persönlich. Wenn es um Transport von Gütern im Land und um den Globus geht, werde ich nationale Gesamtzahlen verwenden und diese durch die Bevölkerung teilen.

Frachttransport wird gemessen in Tonnen-Kilometern (t-km). Wenn eine Tonne Cornwall-Pastetchen 580 km transportiert werden, sind das 580 t-km. Die Energieintensität des Straßentransports in England liegt bei **1 kWh pro t-km**.

Wenn ein Containerschiff wie in Fig.15.6 50.000 Tonnen Ladung über 10.000 km transportiert, sind das 500 Millionen t-km Frachttransport. Die Energieintensität dieses Containerschiffs liegt bei **0,015 kWh pro t-km**. Bemerkenswert, um wie viel günstiger die Verschiffung im Vergleich mit der Straßenfracht ist. Diese und weitere Energieintensitäten sind in Fig.15.8. dargestellt.

### *Transport auf der Straße*

Im Jahr 2006 lag der gesamte Straßentransport durch LKWs in England bei 156 Milliarden t-km. Auf 60 Millionen Briten verteilt sind das 7 t-km pro Tag pro Person, was **7 kWh pro Tag pro Person** kostet (bei 1 kWh pro t-km). Ein Viertel dieses Transports beinhaltet übrigens Lebensmittel, Getränke und Tabak.

<sup>21</sup> entspricht 45.000 km (1 Meile = 1,6 km)

Road freight: 7 kWh/d



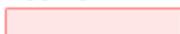
Fig.15.7: Der Lastwagen hat's gegeben und der Lastwagen hat's genommen. Energiekosten der englischen LKW-Fracht: 7 kWh/d pro Person.

**Transport auf dem Wasser**

Im Jahr 2002 wurden in britischen Häfen 560 Millionen Tonnen Güter umgeschlagen. Tyndall-Centre berechnete, dass der britische Anteil am internationalen Schiffsverkehr **4 kWh/d pro Person** ausmacht.



Shipping: 4 kWh/d



Transport auf dem Wasser verbraucht Energie, weil das Boot Wellen erzeugt. Dennoch ist Schifffracht überraschend energieeffizient.

Fig.15.6: (unten) Das Containerschiff Ever Liberty am Thamesport Container Terminal. Foto von Ian Boyle [www.simplonpc.co.uk](http://www.simplonpc.co.uk)

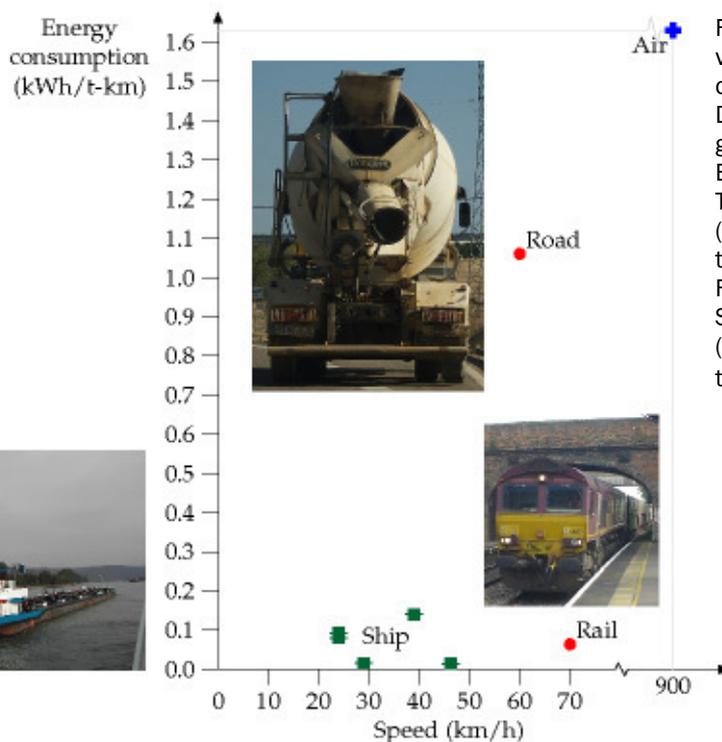


Fig.15.8: Energie für verschiedene Formen des Frachttransports. Die Vertikalkoordinate gibt die verbrauchte Energie pro Netto Tonnen-km in kWh an (das ist die Energie pro t-km Fracht ohne das Fahrzeuggewicht). Siehe auch Fig. 20.23 (Energie für Passagiertransport)

**Transport von Wasser und Abwasser**

Wasser ist kein besonderer Stoff, doch wir benutzen viel davon – etwa 160 Liter pro Tag pro Person. In der Folge produzieren wir auch an die 160 Liter Abwasser pro Tag pro

Person, das wir an die Entsorger weitergeben. Die Kosten für Wasserversorgung und Abwasserentsorgung liegen bei etwa **0,4 kWh/d pro Person**.

Water delivery  
and removal:  
**0.4 kWh/d**

---

Fig.15.9: Wasserlieferung 0,3 kWh/d,  
Abwasserentsorgung 0,1 kWh/d

### ***Meerwasserentsalzung***

Derzeit verwendet England keine Energie zur Meerwasserentsalzung. Es wird aber die Errichtung einer Entsalzungsanlage in London diskutiert. Welche Energiekosten fallen an, wenn man Salzwasser in Trinkwasser verwandelt? Die energiesparendste Methode ist die reverse Osmose. Nehmen Sie eine Membran, die nur Wasser durchlässt, dann geben Sie Salzwasser auf eine Seite davon und setzen es unter Druck. Das Wasser sickert langsam durch die Membrane, und wird zu reinerem Wasser – langsam, weil das reine Wasser getrennt vom Salz eine niedrigere Entropie hat, und die Natur einen Zustand höherer Entropie, in dem alles durcheinandergemischt ist, bevorzugt. Wir müssen Energie hoher Stufe zuführen um eine Entmischung zu erreichen.

Die Insel Jersey hat eine Entsalzungsanlage, die 6000 m<sup>3</sup> reines Wasser täglich liefern kann (Fig.15.10). Einschließlich der Pumpen, die das Wasser aus dem Meer und durch eine Reihe von Filtern bringen, benötigt die Anlage eine Leistung von 2 MW. Das sind 8 kWh pro produziertem Kubikmeter Wasser. Bei 8 kWh pro m<sup>3</sup> erfordert der tägliche Verbrauch von 160 Litern eine Leistung von **1,3 kWh/d**.



Fig.15.10:  
Teile der Osmose-Anlage in der Meerwasserentsalzungsanlage auf Jersey. Die Pumpe rechts im Vordergrund hat eine Leistung von 355 kW und schaufelt Seewasser bei einem Druck von 65 Bar in 39 spiralförmige Membranen. Das sind die in Bänken angeordneten waagrechten blauen Röhren (links). Sie liefert 1500 m<sup>3</sup> Trinkwasser am Tag. Das Trinkwasser dieser Anlage verursacht Energiekosten von 8 kWh pro m<sup>3</sup>.

### **Einzelhandel**

Die Supermärkte Englands verbrauchen 11 TWh pro Jahr. Gleichmäßig auf 60 Millionen glücklicher Kunden verteilt ergibt das **0,5 kWh pro Tag pro Person**.

Supermarkets:  
**0.5 kWh/d**

---

## Die Signifikanz von importierten Gütern

In Standard-Zählungen des „Energieverbrauchs in Großbritannien“ oder des „CO<sub>2</sub>-Fußabdrucks von Großbritannien“ werden importierte Güter *nicht* mitgerechnet<sup>22</sup>. England war es gewohnt, sein eigenes Ding zu machen, und unser pro-Kopf-Fußabdruck war 1910 so groß wie der Amerikas heute ist. Heutzutage fertigt England nicht mehr so viel (auch unser Energieverbrauch und unsere CO<sub>2</sub>-Emission sanken etwas), aber wir lieben die „Dinge“ immer noch, und wir bekommen sie nun aus anderen Ländern geliefert.

Sollten wir nun die Herstellungs-Energiekosten eines Dinges ignorieren, weil es importiert ist? Ich denke nicht. Dieter Helm und seine Kollegen in Oxford schätzen, dass Englands CO<sub>2</sub>-Fußabdruck nahezu doppelt so groß ist wie die offiziellen „11 Tonnen CO<sub>2</sub>e pro Person“, nämlich 21 Tonnen. Das impliziert, dass der höchste Beitrag im energetischen Fußabdruck eines durchschnittlichen Engländers die Energiekosten von importierten Waren sind.

In Anhang H erforsche ich diese Idee weiter, im Hinblick auf das Gewicht britischer Importe. Ohne Brennstoffimporte liegen diese bei etwas über 2 Tonnen pro Person und Jahr, wovon 1,3 Tonnen auf verarbeitete und gefertigte Waren wie Fahrzeuge, Maschinen, weiße Ware, elektrisches und elektronisches Equipment entfallen. Das sind etwa 4 kg pro Tag pro Person. Solche Waren sind größtenteils aus Materialien, deren Herstellung mindestens 10 kWh pro kg erfordert. Daher rechne ich diesem Haufen von Autos, Kühlschränken, Mikrowellen, Computern, Fotokopierern und Fernsehern eine Graue Energie von mindestens 40 kWh/d pro Person zu.<sup>23</sup>

Um all diese Formen von Dingen des täglichen Gebrauchs und deren Transport zusammenzufassen, werde ich auf den Verbrauchsstapel **48 kWh/p pro Person** legen (40 für Importe, 2 für Zeitungen, 2 für Straßenbau, 1 für Hausbau, 3 für Verpackung) für die Güter selbst und weitere **12 kWh/d pro Person** für den

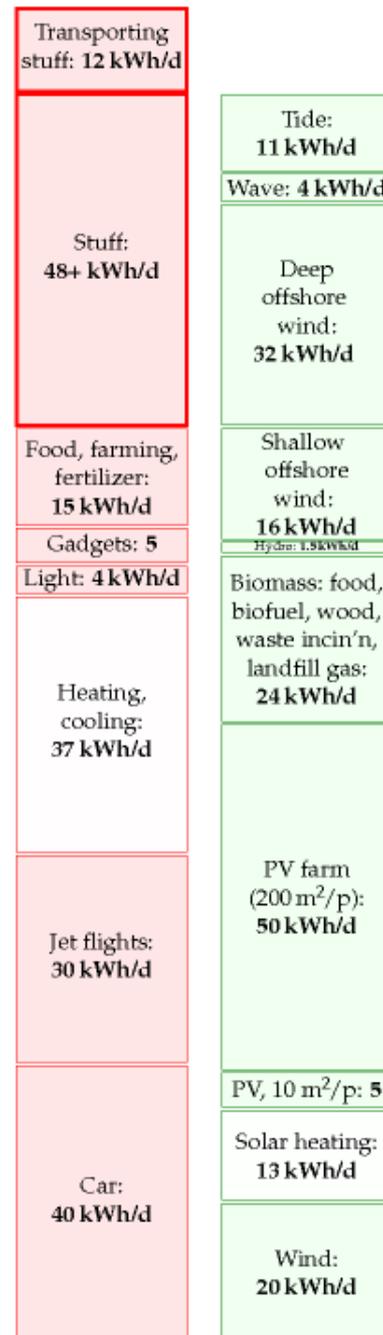


Fig.15.11: Die Herstellung unserer Gebrauchsgegenstände verbraucht mindestens 48 kWh/d, die Auslieferung weitere 12 kWh/d.

<sup>22</sup> Zählt man die Graue Energie importierter Waren zum nationalen Zahlenwerk, müsste grundsätzlich auch die Graue Energie exportierter Waren aus den nationalen Zahlen herausrechnen. Dies führt bei landesweiten Statistiken zu größeren Abgrenzungsproblemen (insbesondere wenn der Energiemix des Herstellerlandes und der des Verbraucherlandes deutliche Unterschiede aufweisen, vgl. Anhang H). Die graue Energie in britischen Exporten ist nach Angaben des Autors etwa 50% der importierten grauen Energie.

<sup>23</sup> Diese Zahl ist sehr grob abgeleitet, weil sie gewerbliche Importe nicht von privatem Verbrauch unterscheidet. Aus den gesamten Importen wären zumindest zuerst die Industriegüter (Fertigungsmaschinen, LKWs) oder Importe des Bauwesens, das oben im Hausbau schon einmal berücksichtigt war, herauszurechnen. Ähnliches gilt für importierten Dünger, importierte Lebensmittel, importierte Computer, Aludosen, Autos, Zeitschriften usw., die oben bereits in einer früheren Abschätzung nach ihrer Art mit berücksichtigt wurden.

Transport auf See, auf der Straße und durch Leitungen, und für die Lagerung in den Supermärkten.

*Work till you shop.*

Traditional saying

## Anmerkungen und Literaturhinweise

Seite

- 102 **Eine Aludose verbraucht in der Herstellung 0,6 kWh** 89 *One aluminium drinks can costs 0.6 kWh.* The mass of one can is 15 g. Estimates of the total energy cost of aluminium manufacture vary from 60 MJ/kg to 300 MJ/kg. [yx7zm4], [r22oz], [yhrest]. The figure I used is from The Aluminum Association [y5as53]: 150 MJ per kg of aluminium (40 kWh/kg).
- 102 **Eine 0,5l-PET-Wasserflasche** –*The embodied energy of a water bottle made of PET.* Source: Hammond and Jones (2006) – PET’s embodied energy is 30 kWh per kg.
- 102 **Der durchschnittliche Brite wirft 400 g Verpackung täglich weg** –*The average Brit throws away 400 g of packaging per day.* In 1995, Britain used 137 kg of packaging per person (Hird et al., 1999).
- 103 **Die Herstellung eines PC kostet 1800 kWh** –*A personal computer costs 1800 kWh of energy.* Manufacture of a PC requires (in energy and raw materials) the equivalent of about 11 times its own weight of fossil fuels. Fridges require 1–2 times their weight. Cars require 1–2 times their weight. Williams (2004); Kuehr (2003).
- 103 **Herstellung eines AA Nickel-Cadmium-Akkus** –*...a rechargeable nickel-cadmium battery.* Source: Rydh and Karlström(2002). ...steel... From Swedish Steel, “The consumption of coal and coke is 700 kg per ton of finished steel, equal to approximately 5320 kWh per ton of finished steel. The consumption of oil, LPG and electrical power is 710 kWh per ton finished product. Total [primary] energy consumption is thus approx. 6000 kWh per ton finished steel.” (6 kWh per kg.) [y2ktgg]
- 103 **Die Graue Energie eines Neuwagens ist 76 000 kWh** 90 *A new car’s embodied energy is 76 000 kWh.* Source: Treloar et al. (2004). Burnham et al. (2007) give a lower figure: 30 500 kWh for the net life-cycle energy cost of a car. One reason for the difference may be that the latter life-cycle analysis assumes the vehicle is recycled, thus reducing the net materials cost.
- 103 **Papier hat einen Grauen Energieanteil von 10 kWh/kg** 90 *Paper has an embodied energy of 10 kWh per kg.* Making newspaper from virgin wood has an energy cost of about 5 kWh/kg, and the paper itself has an energy content similar to that of wood, about 5 kWh/kg. (Source: Ucuncu (1993); Erdinçler and Vesilind (1993); see p284.) Energy costs vary between mills and between countries. 5 kWh/kg is the figure for a Swedish newspaper mill in 1973 from Norrström (1980), who estimated that efficiency measures could reduce the cost to about 3.2 kWh/kg. A more recent full life-cycle analysis (Denison, 1997) estimates the net energy cost of production of newsprint in the USA from virgin wood followed by a typical mix of landfilling and incineration to be 12 kWh/kg; the energy cost of producing newsprint from recycled material and recycling it is 6 kWh/kg.
- 104 **Die Energieintensität des Straßentransports in England liegt bei 1 kWh pro t-km** 91 *The energy intensity of road transport in the UK is about 1 kWh per t-km.* Source: [www.dft.gov.uk/pgr/statistics/datatablespublications/energyenvironment](http://www.dft.gov.uk/pgr/statistics/datatablespublications/energyenvironment).

- 104 Die Energieintensität dieses Containerschiffs liegt bei 0,015 kWh pro t-km – *The energy intensity of freight transport by this container ship is 0.015 kWh per ton-km.* The *Ever Liberty* – length 285 m, breadth 40 m – has a capacity of 4948 TEUs, deadweight 63 000 t, and a service speed of 25 knots; its engine's normal delivered power is 44 MW. One TEU is the size of a small 20-foot container – about 40 m<sup>3</sup>. Most containers you see today are 40-foot containers with a size of 2 TEU. A 40-foot container weighs 4 tons and can carry 26 tons of stuff. Assuming its engine is 50%-efficient, this ship's energy consumption works out to 0.015 kWh of chemical energy per ton-km. [www.mhi.co.jp/en/products/detail/container\\_ship\\_ever\\_uberty.html](http://www.mhi.co.jp/en/products/detail/container_ship_ever_uberty.html)
- 104 der britische Anteil am internationalen Schiffsverkehr – *Britain's share of international shipping...* Source: Anderson et al. (2006).
- 106 Fig.15.8: 92 *Figure 15.8. Energy consumptions of ships.* The five points in the figure are a container ship (46 km/h), a dry cargo vessel (24 km/h), an oil tanker (29 km/h), an inland marine ship (24 km/h), and the NS Savannah (39 km/h).  
**Dry cargo vessel** 0.08 kWh/t-km. A vessel with a grain capacity of 5200 m<sup>3</sup> carries 3360 deadweight tons. (Dead-weight tonnage is the mass of cargo that the ship can carry.) It travels at speed 13 kn (24 km/h); its one engine with 2 MW delivered power consumes 186 g of fuel-oil per kWh of delivered energy (42% efficiency). [conoship.com/uk/vessels/detailed/page7.htm](http://conoship.com/uk/vessels/detailed/page7.htm)  
**Oil tanker** A modern oil tanker uses 0.017 kWh/t-km [6lbrab]. Cargo weight 40 000 t. Capacity: 47 000 m<sup>3</sup>. Main engine: 11.2 MW maximum delivered power. Speed at 8.2 MW: 15.5 kn (29 km/h). The energy contained in the oil cargo is 520 million kWh. So 1% of the energy in the oil is used in transporting the oil one-quarter of the way round the earth (10 000 km).  
**Roll-on, roll-off carriers** The ships of Wilh. Wilhelmsen shipping company deliver freight-transport with an energy cost between 0.028 and 0.05 kWh/t-km [5ctx4k].
- 111 Die Kosten für Wasserversorgung und Abwasserentsorgung liegen bei etwa 0,4 kWh/d pro Person 92 *Water delivery and sewage treatment costs 0.4 kWh/d per person.* The total energy use of the water industry in 2005–6 was 7703 GWh. Supplying 1 m<sup>3</sup> of water has an energy cost of 0.59 kWh. Treating 1 m<sup>3</sup> of sewage has an energy cost of 0.63 kWh. For anyone interested in greenhouse-gas emissions, water supply has a footprint of 289 g CO<sub>2</sub> per m<sup>3</sup> of water delivered, and wastewater treatment, 406 g CO<sub>2</sub> per m<sup>3</sup> of wastewater. Domestic water consumption is 151 litres per day per person. Total water consumption is 221 l/d per person. Leakage amounts to 57 litres per day per person. Sources: Parliamentary Office of Science and Technology, [[www.parliament.uk/documents/upload/postpn282.pdf](http://www.parliament.uk/documents/upload/postpn282.pdf)], Water UK (2006).
- 106 Supermärkte Englands verbrauchen 11 TWh pro Jahr 93 *Supermarkets in the UK consume 11 TWh/y.* [yqbz13]
- 107 Helm und seine Kollegen schätzen, dass Englands CO<sub>2</sub>-Fußabdruck nahezu doppelt so groß ist, nämlich 21 Tonnen – *Helm et al. suggest that, allowing for imports and exports, Britain's carbon footprint is nearly doubled to about 21 tons.* Helm et al. (2007).

