

13. Lebensmittel und Landwirtschaft

Modern agriculture is the use of land to convert petroleum into food.

Albert Bartlett

In Kapitel 6 haben wir bereits behandelt, wie viel erneuerbare Energie durch Pflanzen erzeugt werden kann, hier diskutieren wir, wie viel Leistung derzeit *verbraucht* wird, um uns unser tägliches Brot zu geben.

Eine mittelmäßig aktive Person mit 65 kg Körpergewicht benötigt Nahrung mit einem Energiegehalt von etwa 2600 „Kalorien“¹⁷ täglich. Die Bezeichnung „Kalorie“ in Nahrungsmittelkreisen steht eigentlich für 1 Kilokalorie (1 kcal), also 1000 Kalorien nach der chemischen Definition. 2600 „Kalorien“ pro Tag entsprechen etwa 3 kWh pro Tag. Das meiste dieser Energie verlässt den Körper als Wärme, also wirkt eine typische Person als Raumheizung mit etwas über 100 W, ähnlich einer Glühbirne. Stecken Sie 10 Personen in einen kleinen kalten Raum und Sie können den 1kW-Heizlüfter abstellen.

Wie viel Energie verbrauchen wir tatsächlich, um diese 3 kWh pro Tag zu bekommen? Wenn wir unseren Blickwinkel erweitern und auch die unausweichlichen Kosten für die Nahrungsmittelproduktion mit berücksichtigen, ist unser energetischer Fußabdruck nennenswert größer. Es hängt davon ab, ob wir Veganer, Vegetarier oder Fleischesser sind.



Fig.13.1: Ein Salat Nicoise

Minimum: 3 kWh/d

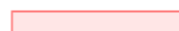


Fig.13.2: Mindestenergieverbrauch einer Person

Der Veganer hat den kleinstmöglichen Fußabdruck: **3 kWh pro Tag** von den Pflanzen, die er isst.

Die Energiekosten von Trinkmilch

Ich liebe Milch. Wenn ich jeden Tag ein Glas Milch trinke, welche Energie benötigt das? Eine typische Milchkuh gibt 16 Liter Milch am Tag. Mein tägliches Glas Milch (1/2 Liter) benötigt also 1/32 Kuh. Ich liebe außerdem Käse. Und für 1 kg irischen Cheddar braucht man etwa 9 kg Milch. Jeden Tag 50 g Käse zu essen erfordert also weitere 450 g Milch. OK: Mein Milch- und Käsekonsum erfordert also 1/16 Kuh. Und wie hoch ist nun der Energieverbrauch einer Kuh? Wenn eine Kuh mit 450 kg denselben Energiebedarf pro Körpergewicht wie ein Mensch hat (dessen 65 kg ja 3 kWh täglich verbrennen), braucht die Kuh 21 kWh/d. Fühlen Sie sich unwohl bei der Extrapolation vom Mensch zur Kuh? Überprüfen wir die Daten: www.dairyaustralia.com sagt, dass die Haltung einer Kuh mit 450 kg Gewicht 85 MJ/d erfordert, das sind 24 kWh/d. Großartig, unsere Näherung war nicht weit daneben! Mein 1/16-Anteil der Kuh braucht also **1,5 kWh pro Tag**. Unberücksichtigt bleiben dabei weitere Energiekosten, etwa um die Kuh zu melken, aus der Milch Käse zu produzieren oder Milch und Käse von der Kuh zu mir zu transportieren.

¹⁷ Die alte „Kalorie“ ist in deutschsprachigen Veröffentlichungen auch im Lebensmittelbereich bereits weitgehend durch die SI-Einheit Joule (1 kcal≈4,2 kJ) ersetzt.

Wir berücksichtigen einige dieser Kosten in Kapitel 15, wenn wir Fracht und Supermärkte diskutieren.

Milk, cheese: 1.5 kWh/d



Fig.13.3: Milch und Käse

Eier

Eine Legehennen frisst etwa 110 g Hühnerfutter pro Tag. Bei einem angenommenen metabolisierbaren Energieinhalt des Hühnerfutters von 3,3 kWh pro kg ist das ein Energiebedarf von 0,4 kWh pro Tag pro Huhn. Legehühner liefern im Mittel 290 Eier pro Jahr. Zwei Eier täglich zu essen erfordert 1 kWh/d. Das Ei selbst hat 80 kcal, das sind etwa 0,1 kWh. Aus energetischer Sicht ist Eierproduktion also 25% effizient.

Eggs: 1 kWh/d



Fig.13.4: Zwei Eier pro Tag

Die Energiekosten von Fleisch

Sagen wir, ein enthusiastischer Fleischesser verzehrt ein halbes Pfund Fleisch am Tag, oder 227 g (das ist der Mittelwert bei den Amerikanern). Um die erforderliche Energie für die Haltung und Mast der Schlachttiere abzuschätzen, müssen wir wissen, wie lang diese Tiere leben und Energie verbrauchen. Hähnchen, Schwein oder Rind?

Hähnchen, der Herr? Jedes Hähnchen, das Sie essen lief etwa 50 Tage lang als Hahn herum. Der regelmäßige Verzehr von einem halben Pfund Hähnchen täglich erfordert also 25 Pfund Masthühnchen, die herumlaufen und sich aufs Gegessenwerden vorbereiten. Und diese 25 Pfund konsumieren Energie.

Schwein, Madam? Schweine laufen länger herum – vielleicht 400 Tag von Geburt bis zum Schinken, darum benötigt der regelmäßige Verzehr von einem halben Pfund Schwein am Tag etwa 200 Pfund lebende Schweine, die auf die Schlachtung warten.

Rind? Rindfleischproduktion erfordert die längste Vorlaufzeit. Es braucht etwa 1000 Tage Kuh-Lebenszeit, um ein Steak zu werden. Der regelmäßige Verzehr eines halben Pfunds Rindfleisch benötigt also 500 Pfund Lebendfleisch auf den Kuhweiden.

Carnivory: 8 kWh/d



Fig.13.5: Fleischverzehr verbraucht mehr Energie, da wir die Schlange von Tieren ernähren müssen, die sich zum späteren Verzehr anstellen.

Um aus all diesen Ansätzen eine einzige Zahl zu erhalten, nehmen wir an, das halbe Pfund Fleisch täglich setze sich aus gleichen Anteilen Hähnchen, Rind und Schwein zusammen. Dieses Konsumverhalten benötigt eine laufende Tierhaltung von 8 Pfund Hähnchen, 70 Pfund Schwein und 170 Pfund Rind. Das ist eine Summe von 110 kg Fleisch, oder 170 kg Tier (denn etwa 2/3 des Lebendgewichtes eines Tieres kann zu Fleisch verarbeitet werden). Und wenn nun diese 170 kg Tiere einen ähnlichen Energiebedarf wie Menschen haben (deren 65 kg ja 3 kWh/d verbrennen), ergibt das einen Energiefluss von

$$170 \text{ kg} \times \frac{3 \text{ kWh/d}}{65 \text{ kg}} \approx 8 \text{ kWh/d.}$$

Wieder benutzte ich die physiologische Analogie „Tiere sind wie Menschen“; eine genauere Abschätzung zur Hühnchenproduktion findet sich in den Anmerkungen am Ende dieses Kapitels. Macht nichts, ich wollte nur die Größenordnung abschätzen, und

das haben wir hier. Die Energie, die zur Herstellung des Essens eines typischen Konsumenten von Gemüse, Milchprodukten, Eiern und Fleisch erforderlich ist, liegt bei $1,5 + 1,5 + 1 + 8 = 12 \text{ kWh pro Tag}$. Die tägliche Ernährungsbilanz dieser Diät ist 1,5 kWh aus Gemüse, 0,7 kWh aus Milcherzeugnissen, 0,2 kWh aus Eiern und 0,5 kWh aus Fleisch – insgesamt 2,9 kWh pro Tag.

Diese Zahl enthält keine Anteile aus Energieverbrauch im Zusammenhang mit Ackerbau, Mast, Verarbeitung, Kühlung und Transport der Lebensmittel. Einige dieser Kosten werden wir unten in Kapitel 15 abschätzen.

Gibt uns diese Berechnung ein Argument, aus energetischen Gründen Vegetarismus zu bevorzugen? Das kommt darauf an, wo die Tiere aufwachsen. Nehmen sie die steilen Hügel und Berge von Wales als Beispiel. Könnte man das Land anders als zum Beweiden verwenden? Entweder nutzt man diese Gegenden zur Schafzucht, oder sie tragen nichts zur Nahrungsversorgung von Menschen bei. Man kann sich also diese natürlichen Grünstreifen vorstellen als wartungsfreie Biotreibstoff-Plantage, und die Schafe als automatisierte selbst-replizierende Biotreibstoff-Erntemaschinen. Die Energieverluste vom Sonnenlicht bis zum Schaffleisch sind gravierend, doch gibt es wahrscheinlich keine effizientere Möglichkeit, Sonnenenergie in solch unwirtlichen Gegenden einzusammeln. (Ich bin nicht sicher, ob dieses Argument für walisische Schaffarmen tatsächlich Sinn macht: Während des schlechten Wetters werden die walisischen Schafe in tiefergelegene Felder geführt und ihre Kost mit Soja und anderen Futtermitteln, die unter Verwendung energieintensiver Dünger angebaut werden, aufge bessert. Was sind da die wahren Energiekosten? Ich weiß es nicht.) Ähnliche Argumente kann man zur Verteidigung des Fleischverzehr in den Steppen Afrikas oder Australiens anführen oder für Milchverzehr in Indien, wo Millionen von Kühen durch Nebenprodukte des Reis- und Maisanbaus ernährt werden.



Fig.13.6: Erntet Energiepflanzen als Futter

Wo andererseits Tiere in Käfigen gehalten werden und mit Korn gefüttert werden, das auch Menschen hätten essen können, dort ist es fraglos energetisch günstiger, die Henne oder die Sau dazwischen auszulassen und das Korn direkt an die Menschen zu verfüttern.

Dünger und andere Energiekosten der Landwirtschaft

Die in europäische Düngemittel eingebrachte Energie ist etwa $2 \text{ kWh pro Tag pro Person}$. Nach einer Veröffentlichung der DEFRA durch die Universität von Warwick wurden in der englischen Landwirtschaft $0,9 \text{ kWh pro Tag pro Person}$ für Traktoren und Maschinen, Heizung (insbesondere Gewächshäuser), Beleuchtung, Belüftung und Kühlung aufgewendet.

Die Energiekosten von Minka, Rex und Flicka

Haustiere! Sind Sie der Sklave eines Hundes, einer Katze oder eines Pferdes?

Es gibt vermutlich 8 Millionen Katzen in England. Nehmen wir an, Sie kümmern sich um eine davon. Die Energiekosten von Minka? Wenn sie 50g Fleisch am Tag bekommt (Hähnchen, Schwein, Rind), so sagt unsere Kalkulation aus dem letzten Abschnitt, entspricht das einer Energie von **2 kWh pro Tag**. Eine vegetarische Katze käme günstiger.

Wenn ihr Hund Rex täglich 200g Fleisch frisst und dazu Kohlehydrate mit 1 kWh pro Tag, dann verbraucht sein Futter **9 kWh pro Tag**.

Die Stute Flicka wiegt 400 kg und braucht **17 kWh pro Tag**.



Fig.13.7: Die Energie im Futter von Haustieren

Sagen und Mythen

Ich hörte, dass der energetische Fußabdruck unserer Nahrung so groß ist, dass „es besser ist zu fahren als zu Fuß zu gehen.“

Ob das stimmt, hängt von Ihrer Ernährung ab. Sicher kann man Nahrung finden, deren Fußabdruck an fossiler Energie höher ist als ihr Nährwert für den Menschen. Eine Tüte Crisps hat beispielsweise eine eingebrachte Energie aus fossilen Brennstoffen von 1,4 kWh pro kWh Nährwert. Die in Fleisch eingebrachte Energie ist höher. Nach einer Studie der Universität von Exeter hat ein typischer Nahrungsmix etwa 6 kWh eingebrachte Energie pro kWh Nährwert. Um herauszufinden, ob eine Autofahrt oder ein Fußmarsch mehr Energie verbraucht, müssen wir die Transport-Effizienz beider Fortbewegungsmodi abschätzen. Das typische Auto aus Kapitel 3 brauchte 80 kWh auf 100 km. Ein Fußmarsch braucht dagegen 3,6 kWh pro 100 km – 22 mal weniger. Leben Sie also ausschließlich von Nahrung, deren Fußabdruck größer ist als 22 kWh pro kWh Nährwert, ja, dann ist der Energieverbrauch eines Fahrzeugs, das Sie von A nach B bringt, geringer als wenn Sie die Strecke aus eigener Kraft bewältigen. Wenn Sie sich aber durchschnittlich ernähren (3 kWh pro kWh) dann ist „besser fahren als gehen“ ein Mythos. Gehen braucht etwa ein Viertel der Energie.

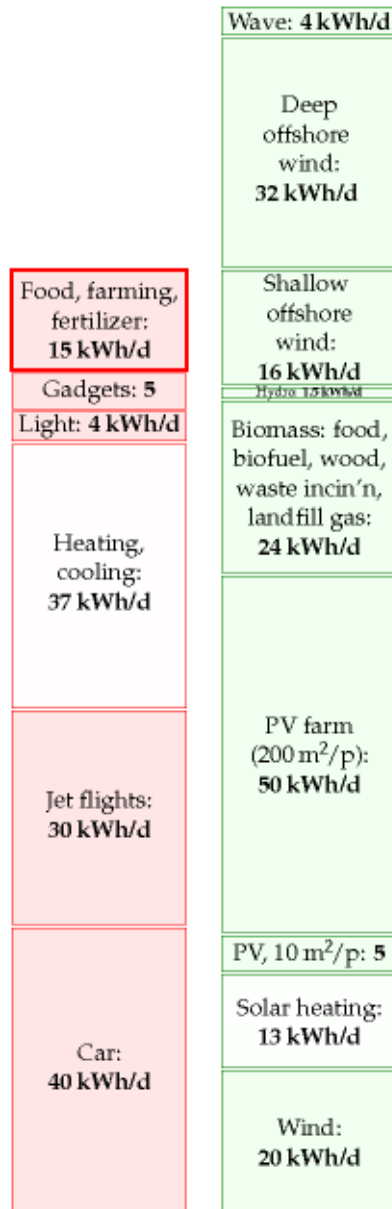


Fig.13.8: Nahrungsmittel und Ackerbau

Anmerkungen und Literaturhinweise

Seite

- 86 **Eine typische Milchkuh gibt 16 Liter Milch am Tag.** A typical dairy cow produces 16 litres of milk per day. There are 2.3 million dairy cows in the UK, each producing around 5900 litres per year. Half of all milk produced by cows is sold as liquid milk. www.ukagriculture.com, www.vegsoc.org/info/cattle.html
- 87 **Es braucht etwa 1000 Tage Kuh-Lebenszeit,** 77 It takes about 1000 days of cow-time to create a steak. 33 months from conception to slaughterhouse: 9 months' gestation and 24 months' rearing. www.shabdenparkfarm.com/farming/cattle.htm
- 87 **Hühnchen:** – Chicken. A full-grown (20-week old) layer weighs 1.5 or 1.6 kg. Its feed has an energy content of 2850 kcal per kg, which is 3.3 kWh per kg, and its feed consumption rises to 340 g per week when 6 weeks old, and to 500 g per week when aged 20 weeks. Once laying, the typical feed required is 110 g per day. Meat

chickens' feed has an energy content of 3.7 kWh per kg. Energy consumption is 400–450 kcal per day per hen (0.5 kWh/d per hen), with 2 kg being a typical body weight. A meat chicken weighing 2.95 kg consumes a total of 5.32 kg of feed [5h69fm]. So the embodied energy of a meat chicken is about 6.7 kWh per kg of animal, or 10 kWh per kg of eaten meat. If I'd used this number instead of my rough guess, the energy contribution of the chicken would have been bumped up a little. But given that the mixed-meat diet's energy footprint is dominated by the beef, it really doesn't matter that I underestimated the chickens.

Sources: Subcommittee on Poultry Nutrition, National Research Council (1994), www.nap.edu/openbook.php?isbn=0309048923, MacDonald (2008), and www.statistics.gov.uk/statbase/datasets2.asp.

- 87 **nehmen wir an, das halbe Pfund Fleisch täglich setze sich aus gleichen Anteilen Hühnchen, Rind und Schwein zusammen.** 77 let's assume you eat half a pound (227 g) a day of meat, made up of equal quantities of chicken, pork, and beef. This is close to the average meat consumption in America, which is 251 g per day – made up of 108 g chicken, 81 g beef, and 62 g pork (MacDonald, 2008).
- 88 **Die in europäische Düngemittel eingebrachte Energie ist etwa 2 kWh pro Tag pro Person.** 78 The embodied energy in Europe's fertilizers is about 2 kWh per day per person. In 1998–9, Western Europe used 17.6Mt per year of fertilizers: 10Mt of nitrates, 3.5Mt of phosphate and 4.1Mt potash. These fertilizers have energy footprints of 21.7, 4.9, and 3.8 kWh per kg respectively. Sharing this energy out between 375 million people, we find a total footprint of 1.8 kWh per day per person. Sources: Gellings and Parmenter (2004), International Fertilizer Industry Association [5pwojp].
- 88 **wurden in der englischen Landwirtschaft 0,9 kWh pro Tag pro Person aufgewendet.**– Farming in the UK in 2005 used an energy of 0.9 kWh per day per person. Source: Warwick HRI (2007).
- 89 **Eine Tüte Crisps hat beispielsweise eine eingebrachte Energie aus fossilen Brennstoffen von 1,4 kWh pro kWh Nährwert.** 79 A bag of crisps has an embodied energy of 1.4 kWh of fossil fuel per kWh of chemical energy eaten. I estimated this energy from the carbon footprint of a bag of crisps: 75 g CO₂ for a standard 35 g bag [5bj8k3]. Of this footprint, 44% is associated with farming, 30% with processing, 15% packaging, and 11% transport and disposal. The chemical energy delivered to the consumer is 770 kJ. So this food has a carbon footprint of 350 g per kWh. Assuming that most of this carbon footprint is from fossil fuels at 250 g CO₂ per kWh, the energy footprint of the crisps is 1.4 kWh of fossil fuel per kWh of chemical energy eaten.
- 89 **hat ein typischer Nahrungsmix etwa 6 kWh eingebrachte Energie pro kWh Nährwert.**– The typical diet has an embodied energy of roughly 6 kWh per kWh eaten. Coley (2001) estimates the embodied energy in a typical diet is 5.75 times the derived energy. Walking has a CO footprint of 42 g/km; cycling, 30 g/km. For comparison, driving an average car emits 183 g/km.
- 89 **Ein Fußmarsch braucht dagegen 3,6 kWh pro 100 km** – Walking uses 3.6 kWh per 100 km. A walking human uses a total of 6.6 kWh per 100 km [3s576h]; we subtract off the resting energy to get the energy footprint of walking (Coley, 2001).

Weiterführende Literatur: Weber and Matthews (2008).