

8. Wasserkraft

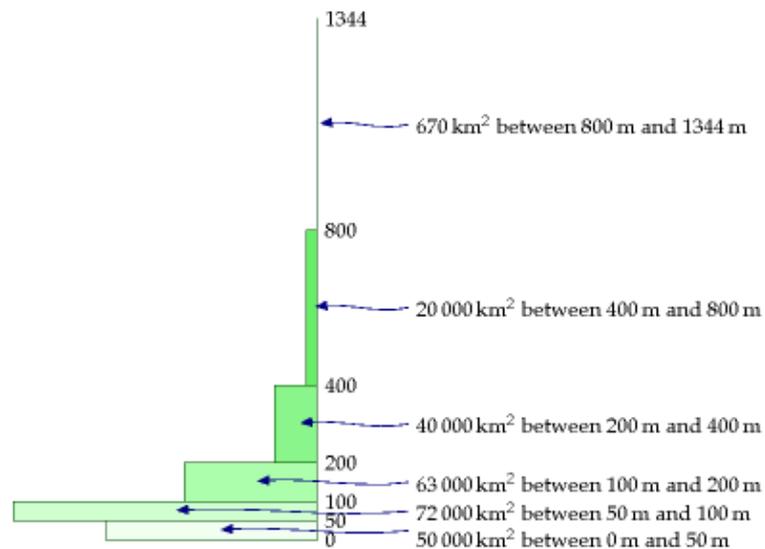


Fig.8.1: Nanty-Moch Damm, Teil eines 55 MW Wasserkraftwerks in Wales.
Foto von Dave Newbould
www.origins-photography.co.uk



Um aus Wasserkraft Strom zu erzeugen, braucht man Höhe und man braucht Regen. Lassen Sie uns die Gesamtenergie für den gesamten Regen, der auf Meeresniveau hinabfließt, abschätzen. Für diese Schätzung teile ich England in zwei Regionen: die tiefergelegenen, trockeneren Gegenden, die sog. „Lowlands“ und die höhergelegenen, niederschlagsreichen, die „Highlands“. Ich wähle Bedford und Kinlochewe als Repräsentanten der beiden Gegenden.

Fig.8.2: Landhöhen in England. Die Rechtecke zeigen, wie viel Landfläche auf jeder Höhe liegt.



Betrachten wir zuerst die „Lowlands“. Zur Bestimmung der gravitativen Leistung von Lowlands-Regen multiplizieren wir den Regen von Bedford (584 mm pro Jahr) mit der Dichte von Wasser (1000 kg/m^3), der Erdanziehung ($g = 10 \text{ m/s}^2$) und der typischen Höhe der „Lowlands“ über Meeresspiegel, sagen wir 100 m. Pro Flächeneinheit erhalten wir so $0,02 \text{ W/m}^2$. Das ist die Leistung pro Flächeneinheit Land, auf die Regen fällt.

Wenn wir das mit der Fläche pro Person (2.700 m^2 , wenn die „Lowlands“ gleichmäßig auf alle 60 Millionen Engländer verteilt werden) vergleichen, ergibt sich eine mittlere Leistung von etwa 1 kWh pro Tag pro Person. Das ist das absolute obere Limit für Wasserkraft, wenn jeder Fluss aufgestaut und jeder Tropfen genutzt würde.

Realistischerweise würden wir natürlich nur Flüsse mit genügend Höhendifferenz aufstauen, deren Einzugsgebiet viel kleiner ist als das gesamte Land. Ein Großteil des Wassers verdunstet, bevor er eine Turbine trifft, und kein Wasserkraftwerk kann die gesamte potentielle Energie des Wassers umwandeln. Das steckt enge Grenzen für die Wasserkraft in den „Lowlands“. Die Leute mögen gerne Wasserräder betreiben und kleinere Kraftwerkskonzepte umsetzen, aber solche Anlagen werden nie mehr als 1 kWh pro Tag pro Person liefern können.

Betrachten wir nun die „Highlands“. Kinlochewe ist ein regnerischer Fleck: 2.278 mm im Jahr, viermal soviel wie in Bedford. Die Höhenunterschiede sind hier ebenfalls größer - weite Teile liegen oberhalb 300 m. Insgesamt führt das zu einer zwölfwachen Leistung pro Quadratmeter, also zu 0,24 W/m². Verteilt man die Wasserkraft der „Highlands“ großzügig unter allen Engländern (zu 1.300 m² pro Person), ergibt das eine obere Schranke von 7 kWh pro Tag pro Person, wie in der „Lowland“-Betrachtung wieder ohne Berücksichtigung von Verdunstung und Verlusten.

Was schätzen wir, ist das plausible praktische Limit? Nehmen wir 20% davon - 1,4 kWh/d und runden es auf, weil ja auch in den „Lowlands“ ein gewisser Anteil möglich ist: **1,5 kWh pro Tag pro Person.**

Aktuell wird Wasserkraft im Umfang von 0,2 kWh/d pro Person in England genutzt, d.h. es wäre eine Versiebenfachung der Kraftwerksanlagen erforderlich, um diese 1,5 kWh/d/p zu realisieren.

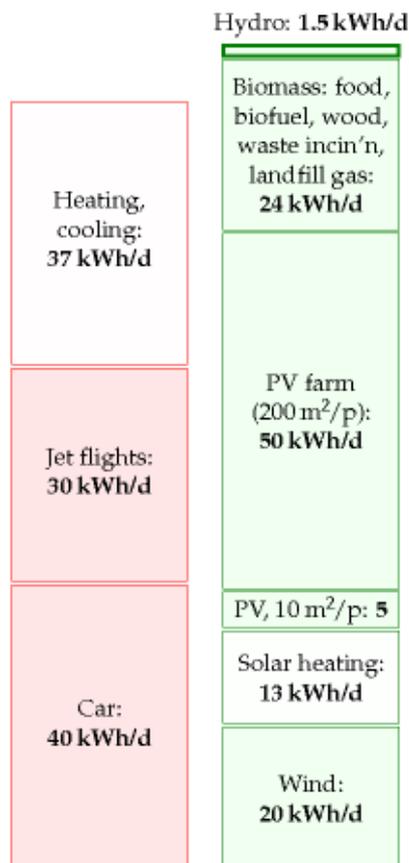


Fig.8.3: Elektrizität aus Wasserkraft



Fig.8.4: Ein 60 kW Wasserrad

Anmerkungen und Literaturhinweise

Seite

- 61 Regen Statistik vom BBC Wetterzentrum
- 62 **zwölffachen Leistung pro Quadratmeter, also zu $0,24 \text{ W/m}^2$** : Das kann man mit den aktuellen Leistungsdichten des Loch Sloy Wasserkraftwerks nachprüfen (Ross, 2008). Das Einzugsgebiet von Loch Sloy ist etwa 83 km^2 , der Regen hier liegt etwa bei 2.900 mm pro Jahr (etwas höher als die 2.278 mm/y von Kinlochewe); und der Elektrizitäts-Output im Jahr 2006 war 142 GWh im Jahr, was einer Leistungsdichte von $0,2 \text{ W pro m}^2$ Einzugsgebiet entspricht. Loch Sloy hat eine Wasserfläche von etwa $1,5 \text{ km}^2$, das Wasserkraftwerk produziert also mit einer Leistungsdichte pro Einheits-Seefläche von 11 W/m^2 . Die Hänge, Aquädukte und Tunnel, die das Wasser ins Loch Sloy bringen, wirken also wie ein 55-facher Leistungsverstärker.
- 62 **Aktuell wird Wasserkraft im Umfang von $0,2 \text{ kWh/d}$ pro Person in England genutzt**
Quelle: MacLeay et al. (2007). Im Jahr 2006 erzeugten große Wasserkraftwerke insgesamt 3.515 GWh (Kraftwerkskapazität 1.37 GW); kleine Wasserkraftwerke 212 GWh ($0,01 \text{ kWh/d/p}$) (Kapazität 153 MW). Im Jahr 1943, als der Bau von Wasserkraftwerken voll im Gange war, schätzten Ingenieure von North of Scotland Hydroelectricity Board, dass die Schottischen Highlands $6,3 \text{ TWh}$ pro Jahr in 102 Anlagen produzieren könnten – das wären $0,3 \text{ kWh/d}$ pro Person in England (Ross, 2008). Glendoe, das erste neue große Wasserkraft-Projekt Englands seit 1957, wird zusätzliche Kapazität von 100 MW schaffen und 180 GWh pro Jahr liefern können. Glendoe's Einzugsgebiet umfasst 75 km^2 , seine Leistungsdichte ergibt sich somit zu $0,27 \text{ W pro m}^2$ Einzugsgebiet. Glendoe sollte "groß genug sein, um Glasgow zu versorgen". Verteilt man jedoch seine 180 GWh pro Jahr auf die 616.000 Einwohner von Glasgow, erhalten wir nur $0,8 \text{ kWh/d}$ pro Person. Das sind nur 5% der benötigten mittleren Energie von kWh/d pro Person. Diese 20-fache Übertreibung kommt daher, dass auf Glendoe's Spitzen-Output statt auf den 5mal kleineren Mittelwert abgestellt und über Haushalte statt Gesamtverbrauch diskutiert wurde (siehe Seite 346).