

# ERNTEFAKTOR

In der Energietechnik gelten ähnliche Überlegungen. Um ein Kraftwerk zu bauen, gleich welcher Art, braucht es Energie. Diese Energie ist wie eine Geld-Investition, von der man hofft, dass sie einen Ertrag abwerfen wird. In der (angelsächsisch dominierten) Betriebswirtschaft spricht man von „Return On Investment“ (ROI), also von dem durch die Investition generierten Ertrag. Wie bei den Kartoffeln hofft man, dass der insgesamt zurückfliessende Ertrag grösser ist als die Investition, dass der ROI grösser sei als 1. Bei der Investition von Energie spricht man logischerweise von „Energy Returned on Energy Invested“ (EROEI), meistens kurz EROI.

***Bild rechts:** Wie man sieht, sind die Unterschiede frappant! Was heisst „Ökonomische Schwelle“? Damit ist der EROI gemeint unterhalb dem kein lohnender Betrieb der Anlage möglich ist. Gemäss dieser Grafik beträgt diese Grenze 7. Warum? Erinnern Sie sich an den Bauern mit den Kartoffeln? Eben! Der ist mit einem Erntefaktor von 3 auch nicht zufrieden.*

Den EROI einer bestimmten Energie-Erzeugungsanlage zu berechnen ist keine einfache Aufgabe. Jeder Fall ist anders und man kann sich oft darüber streiten, welche aufgewendete Energie berücksichtigt werden muss, wo die Abgrenzung liegt. Wie viel Energie ein Kraftwerk schliesslich liefert, hängt von seiner Lebensdauer ab, ebenfalls eine Grösse, die nicht zum Vornherein genau bekannt ist. Das PSI (Paul Scherrer Institut) verfügt mit der Gruppe von Stefan Hirschberg über weltweit anerkannte Fachkompetenz. Grundlage für die Berechnung des EROI ist eine „Life Cycle Analysis“, also die Untersuchung des ganzen Lebenszyklus' einer Anlage von ihrem Bau – einschliesslich der Herstellung der Bestandteile und der Transporte – den Betrieb, die Stilllegung und Entsorgung. Eine andere Gruppe, die ähnliche Arbeiten publiziert hat, ist die von Daniel Weissbach in Berlin. Wir verwenden hier beide Quellen.

Eine methodische Schwierigkeit bei der Berechnung des EROI einer Anlage ergibt sich daraus, dass verschiedene Arten von Energie unterschiedlich wertvoll sind. Es ist wie beim Bauern, der sowohl grosse wie auch kleine Kartoffeln erntet; man kann sie nicht einfach nur zählen. Man muss sie wägen. Bei der Umwandlung von Wärmeenergie in mechanische oder elektrische Energie findet man meist einen Wirkungsgrad von 30 bis 35%. Deshalb setzt man bei der Berechnung der Energieinvestition die Wärmeenergie zu 1/3 ein.

Es gibt Kraftwerke, die ihre Produktion zu jeder Zeit dem Bedarf anpassen können, zum Beispiel unsere Speicherkraftwerke. Andere können das nicht und benötigen eine Zwischenspeicherung, eine Pufferung. Beispiele sind Photovoltaikanlagen und Windturbinen. Bei der Berechnung des EROI muss der Energieaufwand für die Herstellung der Puffer mit einbezogen werden. In der oben stehenden Grafik sind beide Varianten dargestellt, mit und ohne Pufferung.

Allerdings ist die Sache hier ein wenig komplizierter. Keine Angst! Wir machen es einfach:

- Alles Geld, das in der Schweiz in einem Jahr verdient wird, nennt man das Brutto-Inland-Produkt (BIP). Es beträgt zur Zeit grob 600 Milliarden Franken.

- Für die Herstellung all der Güter und die Erbringung der Dienstleistungen, welche diese 600 Milliarden wert sind, braucht man Energie. Das ist der Endenergieverbrauch. Er beträgt gegenwärtig etwa 240 Terawattstunden pro Jahr – das sind 240 Milliarden kWh.

- Wenn man den Wert der geschaffenen Güter und Dienstleistungen durch die aufgewendete Energie dividiert, erhält man eine Zahl, welche die Energieeffizienz unserer Volkswirtschaft beschreibt. Sie beträgt Fr. 2.50 pro kWh.

Der Endenergieverbrauch setzt sich zu 1/4 aus elektrischer und zu 3/4 aus thermischer Energie (in Form von Brenn- und Treibstoffen) zusammen. Elektrische Energie ist 3 mal wertvoller als thermische Energie, sie erbringt darum etwa die Hälfte der Wertschöpfung, also Fr. 1.25 pro kWh. Für eine kWh bezahlen die Stromkonsumenten im Mittel 15 bis 18 Rappen. Mit anderen Worten: mit einer Investition von 15 bis 18 Rappen schafft man einen Wert von 1 Fr. 25 – das 7-fache. Wenn man dieses Geld in etwas investiert, das weniger als das 7-fache zurückgibt, dann ist das tendentiell eine Fehlinvestition. So gesehen ist jede Investition in Photovoltaik und Strom aus Biomasse eine Fehlinvestition, aber auch Windstrom ist nur dann sinnvoll, wenn er ohne Zwischenspeicherung direkt genutzt wird. Die ganzen „Energy-to-Gas“-Konzepte sind damit reine Energieverschwendung.

Warum hat man das nicht längst erkannt? Schliesslich ist diese Erkenntnis so etwas wie ein Todesurteil für die Energiewende! Drei mögliche Gründe:

- Die meisten Energiepolitiker sind keine Kartoffelbauern. Wir streiten uns darüber, ob PV-Panels einen EROI von mehr als 1 haben oder nicht, aber wir sind uns nicht bewusst, dass „besser als 1“ bei weitem nicht genügt.

- Dass es bei weitem nicht genügt wird durch Subventionen versteckt. Zwischen Energie und Geld besteht gemäss Energieeffizienz ein enger Zusammenhang. Was energetisch nicht rentiert, rentiert auch monetär nicht. Wenn man das, was nicht rentiert, durch Subventionen künstlich rentabel macht, bleibt die Tatsache bestehen, dass es energetisch nicht rentiert.

- Der durch die Fehlinvestition angerichtete Schaden trifft weder den Produzenten der Anlagen, noch den Käufer derselben. Den Schaden trägt die Volkswirtschaft als Ganzes, also die Allgemeinheit und da ist er weder leicht zu sehen noch genau zuzuordnen. Aber angerichtet ist er!

Ja, das Todesurteil für die Energiewende ist gesprochen, aber es ist noch nicht vollstreckt. Das Stimmvolk wird's richten.

## **Ergänzung**

- **Für einmal haben wir selbst einen Kommentar: Ein renommierter**

Ökonom macht uns mit Recht darauf aufmerksam, dass das Gleichnis mit dem Kartoffelbauern nur stimmt, wenn der Preis für Kartoffeln gleich bleibt. Wenn Kartoffeln im Herbst 10 mal teurer sind, genügt auch ein kleinerer Erntefaktor.

Das gilt sinngemäss auch für Strom. Darum können Pumpspeicherwerke rentieren, obwohl ihr EROI kleiner ist als 1. Das sind aber Speicher und nicht Produktionsanlagen.

Simon Aegerter

---

—  
D. Weißbach et al. „Energy“ April 6, 2013,

□ [http://festkoerper-kernphysik.de/Weissbach\\_EROI\\_preprint.pdf](http://festkoerper-kernphysik.de/Weissbach_EROI_preprint.pdf)

Peter Lang: Solar Power Realities

□ <https://bravenewclimate.files.wordpress.com/2009/08/peter-lang-solar-realities.pdf>

Hirschberg, S. Externalities in the Global Energy System. In: Energy for Development: Resources, Technologies, Environment, Environment & Policy., Springer Science+Business Media, Dordrecht, Netherlands

John Morgan: „The Catch-22 in Energy Storage“

□ <http://bravenewclimate.com/2014/08/22/catch-22-of-energy-storage/>

Schweizerische Gesamtenergiestatistik 2013, BfE

Übernommen vom Blog ["Kalt Duschen mit Doris" hier](#)

.

## Über die Autoren

.

Irene und Simon Aegerter haben vor 50 Jahren haben Physik studiert. Dabei haben sie auch gelernt, einen Leichtwasserreaktor zu „fahren“.

Simon studierte bei Hans Oeschger, einem der Klimaforscher der ersten Stunde. Im Militär war er Chefphysiker; als solcher weiss man, was Radioaktivität ist und wie sie wirkt. Während einiger Jahre arbeitete er in einem Energie Think-Tank und

hat an der Weltenergiekonferenz referiert.

Irene doktorierte im damaligen Eidgenössischen Institut für Reaktorforschung über radioaktiven Bombenfallout. Später arbeitete sie u.a. beim Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke, war Mitglied der Eidgenössischen Kommission für die Sicherheit der Atomanlagen und sie gründete das weltweite Netzwerk „Women in Nuclear“ (WiN).

Sie verfügen über Faktenwissen rund um die komplexen Zusammenhänge in der Stromversorgung. Und wir vertreten niemanden, ausser unsere Nachkommen. Wir sind finanziell völlig unabhängig und gehören keiner Lobby an. Uns bezahlt niemand.