

Graue Energie und Umweltbelastungen von Heizungssystemen

von Markus May

Um den **Naturverbrauch** (nicht erneuerbare Energieträger, Rohstoffe, Luft, Wasser, Boden) **von Energiesystemen** ganzheitlich anzugeben, genügt es nicht die Energiebereitstellung auf Stufe Endenergie zu betrachten (wie viele Liter Heizöl verbrannt, wie viele Kilowattstunden Strom verbraucht).

Es ist notwendig auch die **vor- und nachgelagerten Prozesse** zu berücksichtigen (Rohstoffsuche, Bau und Betrieb der notwendigen Anlagen, Abbruch und Deponierung).

Der **methodische Aufwand** für solch eine ganzheitliche Betrachtungsweise ist gross.

Es gilt, immer mit den gleichen Methoden und Systemgrenzen zu arbeiten (**Konsistenz**) und alle Annahmen und Eingabedaten anzugeben (**Transparenz**).

Diese Forderungen werden durch die **Studie Oekoinventare für Energiesysteme** erfüllt (alle gebräuchlichen Energiesysteme, technischer IST-Stand 1990-95 in Westeuropa).

Im folgenden wurden ausschliesslich die Daten aus den **Oekoinventaren für Energiesysteme** benutzt.

Herausgegeben wurde die Studie **im Auftrag** des BEW und NEFF im Jahre 1994. Die Daten wurden 1995 erstmals überarbeitet, die 3. Auflage erschien 1996.

- BEW Bundesamt für Energiewirtschaft (1. + 3. Auflage)
- NEFF Nationaler Energieforschungsfonds - gespiesen durch Oel-, Gas-, Strom- und Kohleindustrie (1. Auflage)
- PSEL Projekt-und Studienfonds der Elektrizitätswirtschaft (3. Auflage)

Die Auftraggeber garantieren für Ausgewogenheit und gegenseitige Kontrolle (scharfe Konkurrenten auf dem Energiemarkt, offizieller Charakter durch das Bundesamt).

Verfasst und weiterverarbeitet für die 3. Auflage wurde die Studie an der ETHZ und am PSI in rund 35'000 Arbeitsstunden.

- ETHZ Eidgenössisch Technische Hochschule Zürich
- Institut für Energietechnik, P. Suter, R. Frischknecht, u.v.a.
- PSI Paul Scherrer Institut, Würenlingen
- vormals eidgenössisches Reaktorinstitut EIR, R. Dones, E. Zollinger, U. Gantner

Erstmals wurden, alle gebräuchlichen Energiesysteme mit gleichen Methoden ganzheitlich untersucht (von einem Autorenteam durch die gleiche Brille angeschaut).

Die Daten wurden durch **Prozesskettenanalysen** ermittelt.

Dabei wurde die Rohstoffbereitstellung ebenso bilanziert wie Betrieb, Bau und Unterhalt der Anlagen, mit anschliessendem Abbruch und Deponierung.

Ganzheitliche Betrachtungsweise.

Kumulierter Primärenergiebedarf / Erntefaktoren

Wärme	Isolation 10 auf 20 cm	Sonne	Holz	Gas	BHKW	Oel	Kohle	Erdwärme Strom CH imp.	Erdwärme Strom UCPTE
		5.2	4.5	6.7	0.7	0.7	0.6	0.6	0.7
	8.7	6.0	9.3	0.7	0.7	0.7	0.6	1.3	0.8

Strom	UCPTE	CH imp.	BHKW	Sonne	Wind	Negawatt (Strom- sparlampe)
		0.2	0.2	0.5	1.1	4.8
	0.3	0.4	0.5	1.5	5.2	111

Erntefaktor	$\frac{\text{Nutzenergie}}{\text{nicht erneuerbarer Energieeinsatz}}$

Primärenergieträger mit oberem Heizwert eingerechnet,

< Atomkraft mit 900'000 MJ/kg Uran U235.

< 460'000 MJ

Erntefaktoren in Abhängigkeit der gewählten Abbrandwerte von Uran.

Bei der Bestimmung des Heizwertes von Uranbrennstoffen bekommen wir es mit einem ersten, massiven Bewertungsproblem zu tun. Vom eingesetzten Brennstoff werden tatsächlich nur 51 % physikalisch umgesetzt. 16 % bleiben in den abgebrannten Brennelementen, 33 % im abgereicherten Urangestein auf Halde. Prinzipiell

sind sie noch verfügbar. Praktisch aber nur mit erhöhtem (Energie)-Aufwand. Es stellt sich die Frage, ob wir es mit Energiereserven oder mit Altlasten zu tun haben. Diskussion und Konsensfindung dringend notwendig (Strombereitstellung und Wärmepumpe)!

Wasserkraft, Sonnenenergie, Holz, Erdwärme nicht belastet, da erneuerbare Energieformen.

Trotz häufig anderslautenden Angaben kann mit den klassischen Umweltenergien Holz, Sonne und Wind mehr Nutzenergie geerntet werden, als nicht erneuerbare Primärenergie hineingesteckt werden muss (Erntefaktor grösser 1).

Energiespartechiken gehören, trotz vermeintlich höherem Materialaufwand, punkto Umweltentlastung zu den absoluten Spitzenreitern (Verhältnis eingesparte Nutzenergie zu nicht erneuerbarer Energie).

Bei den fossilen Systemen (Gas, Oel, Kohle) erstaunt es nicht, dass sie Energieverbraucher sind (Erntefaktor kleiner 1).

Bei Wärmepumpenheizungen hingegen, die landläufig als energiesparend, da umweltenergienutzend, angepriesen werden, ist es auf den ersten Blick erstaunlich, dass sie, in Bezug auf den Verbrauch nicht erneuerbarer Energieträger, im Bereich von Oel- oder Gasheizung abschneiden.

		Kohle	Öl	Gas	Wasser- kraft	Kern- kraft	Andere
CH ¹	%		1		60	38	1
CH ²	%	7	2	2	40	48	1
UCPTE ³	%	28	10	10	15	37	0
¹ Nettoinlandproduktion 1990-94							
² Nettoinlandproduktion unter Berücksichtigung des Stromaustausches 1990-94							
³ UCPTE-Länder 1990-94: CH, D-West, F, B, I, NL, LUX, GR, E, P, A, Ex-Jugoslawien							

Strom wird überwiegend thermisch erzeugt (3 Teile Wärme = 1 Teil Strom).

Eine gute Wärmepumpe macht aus 1 Teil Strom - 3 Teile Wärme. Dann müssen noch die Kraftwerke, die Stromverteilung und die Wärmepumpe hergestellt, betrieben und entsorgt werden.

Wärmepumpen nutzen zwar Umweltenergie, doch dies macht den Abwärmeverlust der thermischen

Kraftwerke und den Aufwand für die Stromverteilung kaum wett.

Bewerteter und kumulierter Treibhauseffekt

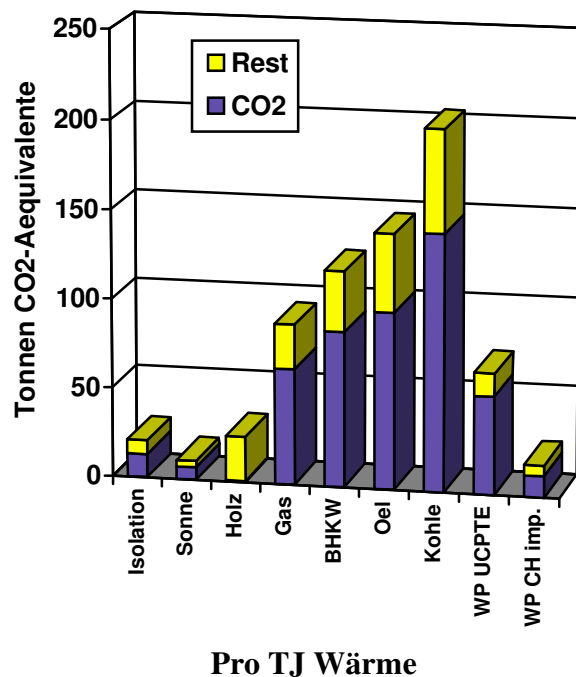
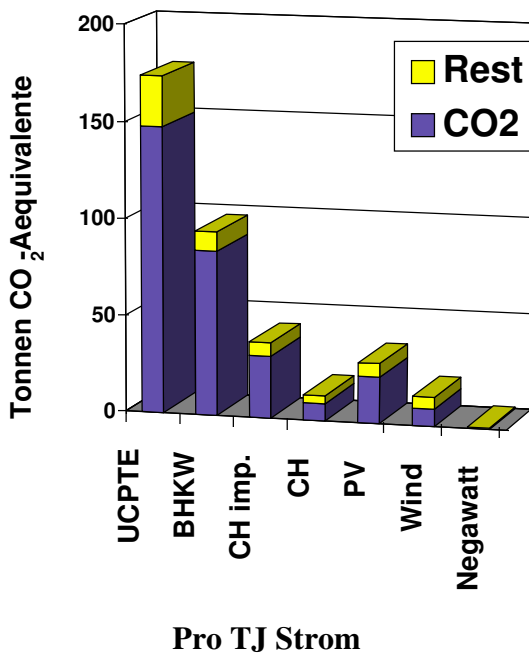
Die Studie gibt auch Auskunft über Emissionen von Energiesystemen (150 Luftemissionen erfasst).

Kohlendioxid	Methan	Lachgas	Nicht Methan Kohlenwasserstoffe	Fluor-Chlor-Kohlenwasserstoffe
CO ₂	CH ₄	N ₂ O	NMVOG	R22
1	36	232	163	2600

0 für Holz

Die Potentiale der Treibhausgase sind unterschiedlich (kg CO₂ - Äquivalente).

Selbstverständlich besteht auch bei diesen Werten kein widerspruchsfreier Konsens. Hier dargestellt ist das arithmetische Mittel, der herumgebotenen Werte die ein Normalsterblicher mit etwas Aufwand finden kann.



Punkto Treibhauseffekt schneiden die klassischen Alternativenergien sehr gut ab.

Wärmepumpen betrieben mit Strom vorwiegend aus CH-Inlandproduktion ebenfalls. Dabei handelt es sich allerdings um einen Sonderfall, welcher weder die europäische noch die weltweite Wirklichkeit der Stromproduktion abbildet. In Zukunft wird sich die Stromzusammensetzung in der Schweiz jener des europäischen Stromverbundes UCPTe angleichen (Aufbrechen der Strommonopole).

Der Trend des guten Abschneidens der Energiesysteme Sonne und Holz setzt sich auch bei allen anderen Naturverbräuchen fort (Luftschadstoffe, Wasserbelastung, Schwermetalle, Radioaktivität, Rohstoffverbrauch, Deponievolumen, Flächeninanspruchnahme).