

Kumulierter Energieaufwand und CO₂-Emissionsfaktoren verschiedener Energieträger und –versorgungen

Bei der Berechnung des Primärenergieaufwands für die Beheizung von Gebäuden ist es wichtig, die Verluste zu kennen, die bei unterschiedlichen Endenergieträgern während der Gewinnung und Weiterverarbeitung in der vorgelagerten Kette auftreten (z.B. Heizöl: Förderung am Bohrloch → Rohöltransport → Raffinerie → Transport von Heizöl EL zum Endverbraucher). Diese Verluste sind im Primärenergiefaktor zusammengefasst, der dann der besseren Vergleichbarkeit unterschiedlicher Energieträger dient.

Die bisher vom IWU für die Berechnung des Primärenergiebedarfs im Rahmen des Energiepass Heizung/Warmwasser publizierten Primärenergiefaktoren waren mit früheren Versionen des Globalen Emissions-Modell Integrierter Systeme (GEMIS) des Öko-Instituts berechnet. In der Version seit GEMIS 4.xx wird jedoch nicht mehr ein Primärenergiefaktor bestimmt, sondern der Kumulierte Energie-Aufwand (KEA) für den jeweiligen Energieträger, den das IWU nun für die Berechnung im Energiepass Heizung/Warmwasser übernimmt.

Der KEA beinhaltet alle energetischen Aufwendungen bei Herstellung, Nutzung und Entsorgung von Produkten oder Dienstleistungen und ist somit umfassender als der bisherige Primärenergieaufwand.

GEMIS weicht bei der Bestimmung des KEAs von der entsprechenden VDI-Richtlinie 4600 in zwei wichtigen Punkten ab:

- Es werden Teil-KEAs ausgegeben ($KEA_{\text{nichterneuerbar}}$, $KEA_{\text{erneuerbar}}$, KEA_{andere} , KEA_{Summe}), die eine getrennte Betrachtung der fossilen / nicht regenerativen Anteile und der regenerativen Anteile des KEA_{Summe} erlauben.
- GEMIS rechnet mit der „100 %-Regelung“, d.h. bei der Gewinnung von fossilen Energieträgern und bei der Nutzung regenerativer Energien werden der Quelle (z.B. Wind) immer 100 % Primärenergie entnommen. Bei einer Berechnung gemäß VDI-Richtlinie 4600 würde den regenerativen Energieträgern ein Wirkungsgrad bei der Entnahme aus der Quelle (z.B. 25-30 % Wirkungsgrad bei Windkraftanlagen) zugewiesen, den fossilen Energieträgern jedoch ein Wirkungsgrad von 100 %, was zu einer Ungleichbehandlung führen würde. Die „100 %-Regelung“ greift jedoch ausschließlich auf der Ebene der Energiegewinnung.

Die folgende Tabelle zeigt die mit GEMIS 4.5 (Stand Januar 2009) ermittelten KEA-Werte für 8 Brennstoffe, den Strommix für Deutschland sowie Nah- und Fernwärme. Bei den für die Energieversorgung von Gebäuden relevanten Energieträgern und Prozessen ändert sich am Rechenwert durch den Übergang vom Primärenergiefaktor zum KEA wenig.

Bei den Brennstoffen und der Nah- und Fernwärmeversorgung ist der KEA immer bis zur Übergabe des Endenergieträgers im Haus inklusive des Materialeinsatzes für den Wärmeerzeuger, aber *ohne Hilfsenergien* im Haus angegeben. Der Strom-KEA ist „frei Steckdose“ gerechnet. Bei der Rubrik $KEA_{\text{regenerativ}}$ wurden zur Vereinfachung die Anteile $KEA_{\text{regenerativ}}$ und KEA_{andere} zusammengefasst, da letzterer sekundäre Ressourcen berücksichtigt, die Restholz für die Energieträger Holzhackschnitzel, Holz-Pellets und Brennholz sowie Müll bei der Stromerzeugung beinhaltet.

In der DIN V 4701-10:2003-08 und der DIN V 18599-1:2007-02 sind ebenfalls Primärenergiefaktoren für verschiedene Energieträger angegeben. Biomasse fehlt in diesen Normen bzw.

ist nicht weiter differenziert. Hier bietet die folgende Tabelle weitere Werte für Holzhackschnitzel, Brennholz und Holzpellets.

Zusätzlich sind in der folgenden Tabelle auch die zugehörigen Emissionen an Treibhausgasen ausgewiesen, die auf CO₂-Äquivalente umgerechnet sind (Bezugszeit sind 100 Jahre). Dabei können sich bei den Berechnungen mit Gemis auch negative CO₂-Äquivalente ergeben, wenn z. B. Wärme und Strom gemeinsam erzeugt werden (Gutschriftmethode). In der DIN V 18599-1:2007-02 (Abschnitt A.2), die nur Primärenergiefaktoren behandelt, würden bei Nah- und Fernwärme negative Primärenergiefaktoren zu Null gesetzt. Dies würde bei einer Übertragung auf die CO₂-Emissionen bedeuten, dass auch negative CO₂-Emissionsfaktoren zu Null gesetzt werden. Diese Vorgehensweise wurde in der Tabelle *nicht* umgesetzt sondern hier sind die tatsächlichen Rechenwerte nach Gemis dokumentiert.

Institut Wohnen und Umwelt
Marc Großklos

Kumulierter Energieaufwand verschiedener Energieträger und Energieversorgungen					
Ergebnisse berechnet mit GEMIS Version 4.5					
Energieart	Prozeß ¹⁾	Kumulierter Energieaufwand [kWh _{Prim} /kWh _{End}]			Treibhausgase CO ₂ -Äquivalent [g/kWh _{End}]
		Gesamt	nicht regenerativer Anteil	regenerativer Anteil ⁴⁾	
Brennstoffe ²⁾	Heizöl EL	1,11	1,11	0,00	302
	Erdgas H	1,12	1,12	0,00	244
	Flüssiggas	1,11	1,11	0,00	263
	Steinkohle	1,08	1,07	0,00	438
	Braunkohle	1,21	1,21	0,00	451
	Holzhackschnitzel	1,07	0,06	1,01	35
	Brennholz	1,01	0,01	1,00	6
	Holz-Pellets	1,16	0,14	1,03	41
Strom	Strom-mix	2,96	2,61	0,34	633
Fernwärme ³⁾	Fernwärme 70 % KWK	0,77	0,76	0,01	219
	Fernwärme 35 % KWK	1,15	1,14	0,01	313
	Fernwärme 0 % KWK	1,52	1,51	0,01	407
Nahwärme ³⁾	Nahwärme 70 % KWK	0,71	0,70	0,01	-79
	Nahwärme 35 % KWK	1,08	1,07	0,01	119
	Nahwärme 0 % KWK	1,46	1,44	0,01	318

¹⁾ Vorgelagerte Kette für die Endenergie bis Übergabe im Gebäude inkl. Materialaufwand für Wärmeerzeuger, ohne Hilfsenergie im Haus

²⁾ Bezugsgröße: unterer Heizwert H_u

³⁾ Stromgutschrift für Kohlestrom

⁴⁾ Der regenerative Anteil beinhaltet auch sekundäre Ressourcen, z.B. Restholz und Müll

Fernwärmeversorgung durch Steinkohle-Kondensationskraftwerk(=Anteil KWK) + Heizöl-Spitzenkessel

Nahwärmeversorgung durch Erdgas-BHKW (=Anteil KWK) + Erdgas-Spitzenkessel