

Input zur Energieeffizienz



Vortragender:

Tobias Pröll

Universität für Bodenkultur Wien

Institut für Verfahrens- und Energietechnik

AG Energietechnik und Energiemanagement

tobias.proell@boku.ac.at

Ziele/Inhalte des Webinar-Beitrages

- Motivation für energieeffizientes Handeln
- Nutzenergie-Bereitstellung
- Energieeffizienz als messbare Größe
- Energiebedarf und Effizienzsteigerungspotenziale im Haushalts- und Gebäudebereich
- Möglichkeiten für Projekte im Schul-Umfeld
 - Energie-Monitoring
 - Effizienzsteigernde Maßnahmen

Klimawandel und Energie: Kaya-Formel¹

$$CO_2 = POP \cdot \frac{GDP}{POP} \cdot \frac{Energy}{GDP} \cdot \frac{CO_2}{Energy}$$

POP = Population, *GDP* = BIP

- Treibhausgasausstoß demnach abhängig von
 - Anzahl der Menschen (steigt)
 - BIP pro Kopf (steigt)
 - Energieintensität der Wirtschaft (muss sinken)
 - CO₂-Intensität der Energie (muss sinken)

→ **Einzig Lösung: Effizienzsteigerung UND Erneuerbare**

¹) Kaya, Y., Yokobori, K., 1993, "Environment, Energy, and Economy: strategies for sustainability", at: Conference on Global Environment, Energy, and Economic Development, Tokyo, 1993.

Energie im Alltag: End- und Nutzenergie

Klimafreundliche
Bereitstellung

Endenergie



Nutzenergie

- Brennstoffe
- Treibstoffe
- Elektrische Energie

- Raumwärme und Warmwasser
- Antriebsenergie
- Beleuchtung
- Kühlung und Klimatisierung

→ **Senkung Endenergiebedarf durch Effizienzsteigerung**

→ **Umstieg auf umweltfreundlichere Endenergieträger**

Energieeffizienz als messbare Größe

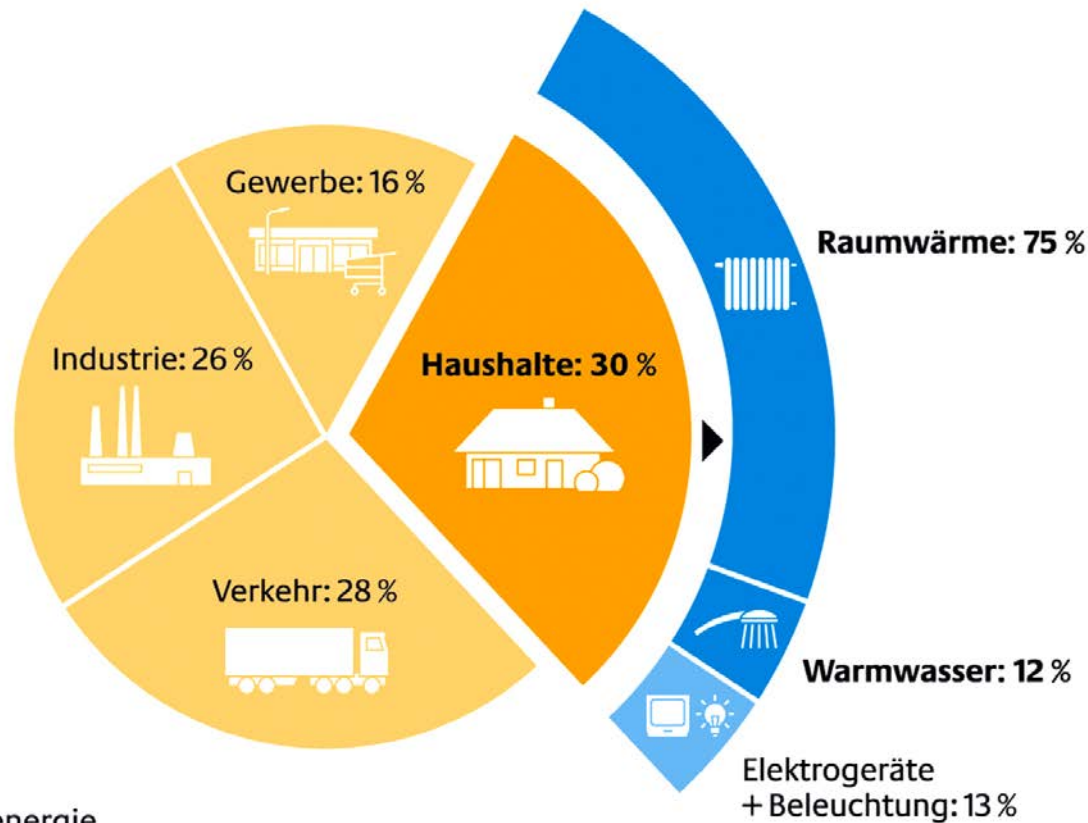
$$\text{Wirkungsgrad} = \frac{\text{Nutzen}}{\text{Aufwand}}$$

„Energetischer“ Wirkungsgrad: Nutzen und Aufwand sind Energien [J bzw. kWh] oder Leistungen [W]

Abgewandelte Effizienz-Kennzahlen:

- Energie-Output bezogen auf die Kosten [kWh/EUR]
- Lichtstrom / Leistungsaufnahme [lm/W]
- Kraftstoffverbrauch / Distanz [Liter/100 km]
- etc.

Energiebedarf und Energieeffizienzsteigerung im Haushalts- und Gebäudebereich



*Endenergie

Quelle: dena / Energiedaten BMWi

- Wärme dominiert den Energiebedarf insgesamt
- Beleuchtung macht ca. 50% des Strombedarfs aus
- Unterschied, ob Lüftungssystem vorhanden oder nicht

Gezielte Fragen der Effizienz-Detektive

1. Ist die derzeitige Nutzenergie bedarfsgerecht?
 - Ist die Raumtemperatur passend? – ca. 6%/°C Einsparung
 - Brennt das Licht wo niemand ist? – Bewegungsmelder
 - Ist die Lüftung zweckmäßig? Korrel. W+E m. Luftwechsel
2. Kann der gleiche Nutzen effizienter erreicht werden?
 - Energieeffiziente Geräte, Umstellung auf LED, etc.
3. Kann durch Umstellung des Endenergieträgers der CO₂-Ausstoß gesenkt werden?
 - Umstellung von Heizöl auf Biomasse, Fernwärme, etc.
 - Antriebsenergie elektrisch

Alles kWh – oder was? Ist Energie gleich Energie?

Umstieg auf andere Endenergieträger

Woher kommt der Strom?

- z.B. Gaskraftwerk: 1,67 kWh Erdgas pro kWh Strom

Aber: Strom-Mix, viel Erneuerbare, jahreszeitlich schwankend, im Winter Gaskraftwerk als Richtschnur

Heizen/Warmwasser mit Strom?

- Erdgas und Strom: ca. 1 kWh Wärme/kWh Gas od. Strom
- Direkte Stromheizung: Faktor 1,67 mehr Gaseinsatz
- Wärmepumpe (WP): 3-4 kWh Wärme pro kWh Strom
- Gaskraftwerk + WP: Faktor 1,8-2,4 weniger Gaseinsatz

Partizipative Energieeffizienzprojekte an Schulen

Woher kommt die Wärme, das Warmwasser?

- Erkundungsreise in den Heizraum, Temperatur- und Durchflussmessung Heizsystem
- Wärmeleistungsaufzeichnung, Energie-Monitoring an Schule

Wohin gehen Wärme und Warmwasser?

- Charakterisierung Gebäudehülle (Wand, Fenster, ...)
- Effekt Raumtemperaturabsenkung messen
- Wo wird Warmwasser abgenommen/gebraucht?

Wofür brauchen wir die elektrische Energie?

- Lokale elektrische Leistungsmessung, etc.

Intelligenz für mehr Effizienz

Intelligentes Verhalten erhöht die Effizienz

- a) Intelligente NutzerInnen (Bewusstseinsbildung)
- b) Intelligente Systeme (Investitionen)

Beispiel: Luftqualitätsmessung in den Klassenräumen



- Problem: Wärmeverlust durch dauernd gekippte Fenster
- Ziel: Stoßlüften bei kritischer CO₂-Konzentration
- Nebeneffekt: bessere Luft

Wirklich etwas bewirken... Bereich Effizienz

Größte Hebel für Energieverbrauchssenkung

- Bei Gebäuden mit Zwangslüftungsanlage
 - Luftwechsel reduzieren/an den Bedarf anpassen
 - Sollwert-Toleranzbereiche ausweiten
- Bei Gebäuden ohne Zwangslüftung
 - Richtig lüften (kurz und effektiv)
 - Warmwasserverbrauch reduzieren
 - Beleuchtung optimieren (Leuchtmittel, Einschaltzeit)

Zusammenfassung

- CO₂ Emissionsreduktion durch
 - a) Effizienzsteigerung UND
 - b) Umstieg auf erneuerbare Energie
- Beides kann wirtschaftliche Vorteile bringen, Maßnahmenreihung nach Klimaeffekt pro zu investierendem Euro, ? Durchrechnungszeitraum
- Intelligenz bewirkt Effizienz
 - Intelligenz der NutzerInnen UND
 - Intelligenz technischer Systeme

Folien mit Zusatzinformationen

Energieinhalt von Stoffen: Heizwert

Reaktionswärme = Energie, die bei einer chemischen Reaktion freigesetzt wird

„Heizwert“ = Reaktionswärme einer vollständigen Oxidation mit Sauerstoff zu $\text{CO}_2(\text{g})$, $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$, $\text{N}_2(\text{g})$ und $\text{SO}_2(\text{g})$, ausgewertet pro Masse Brennstoff bei 25°C :

Heizöl/Dieselmotorkraftstoff: 11.8 kWh/kg bzw. 9.7 kWh/Liter

Benzin (Ottomotorkraftstoff): 11.5 kWh/kg bzw. 8.6 kWh/Liter

Methan (Erdgas): 10 kWh/Nm³

Steinkohle: 8.5 kWh/kg

Holz (lufttrocken = 20 Gew% Wassergehalt): 4.2 kWh/kg

Brennstoffwärmeleistung

= chemische Energiefreisetzung pro Zeiteinheit, d.h.

= Mengenstrom x Heizwert, Einheit Watt

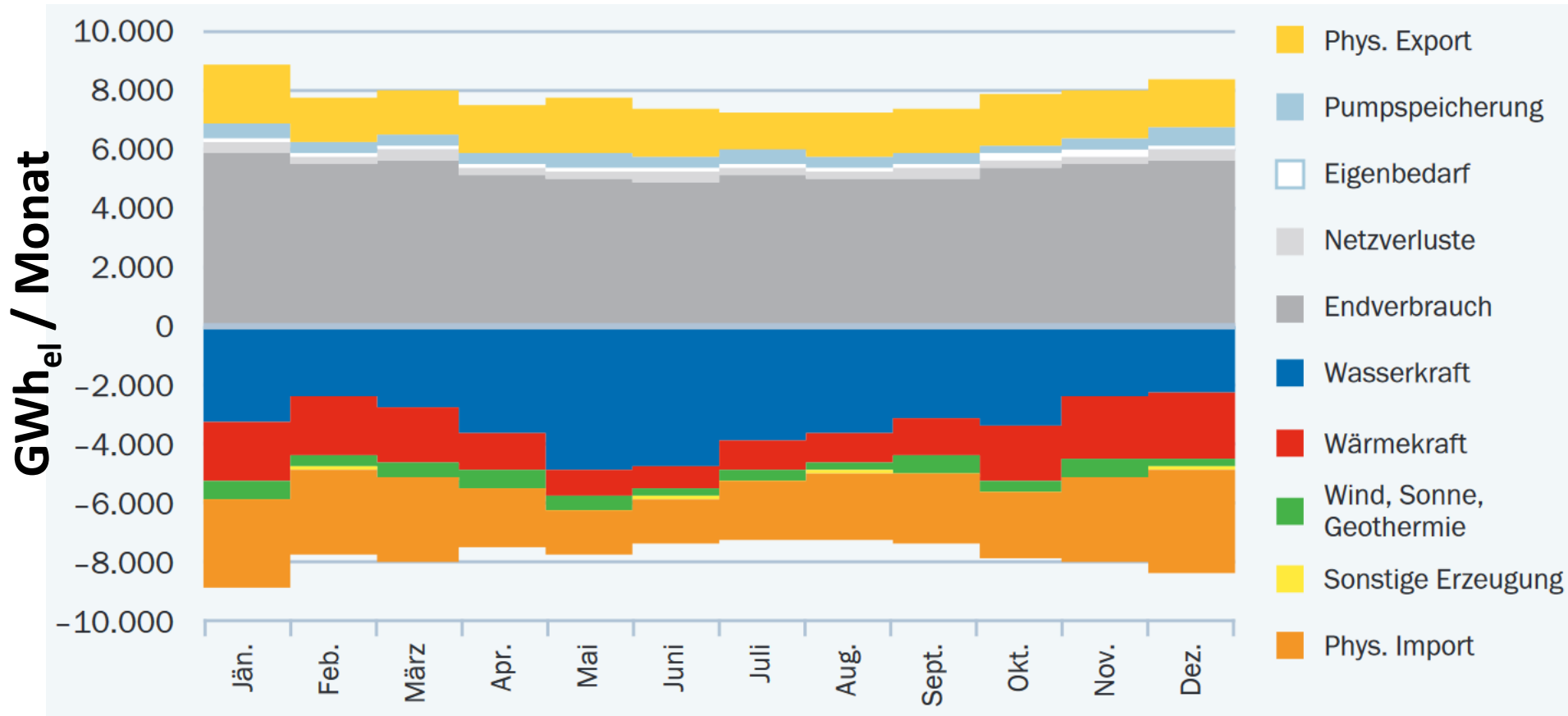
→ Menge kann Masse oder Volumen sein

Typische Bezugsgröße für Wirkungsgraddefinitionen,
z.B. elektrischer Wirkungsgrad Kraftwerk:

$$\eta_{el} = \frac{P_{el}}{\dot{m} \cdot H_u} = \frac{\text{Nutzen}}{\text{Aufwand}}$$

Wichtig bei Nutzenergie-Bereitstellungsketten!

Woher kommt der Strom? Elektrizitätsbilanz Österreich



Quelle: e-Control, Statistikbericht 2016, online

Nutzenergie-Bereitstellungsketten (1)

Wärme

	aus Brennstoffen	} hohe Temperatur möglich
	elektrisch	
	als Nebenprodukt → begrenzte Temperatur	

Wirkungsgrade Wärmebereitstellung

- Aus Brennstoffen: $\eta_Q = 90\%$ (bis 105% bei Brennwertkesseln)
- elektrisch: $\eta_Q = 100\%$
- mit Wärmepumpe: Leistungszahl > 1 , hängt von T ab.

Nutzenergie-Bereitstellungsketten (2)

Antriebsenergie | aus Brennstoffen über Wärme
 | elektrisch (E-Motor)
 | direkt mechanisch (z.B. hist. Mühlen)

Wirkungsgrade Bereitstellung Antriebsenergie

- aus Brennstoffen: $\eta_A = 20-45\%$
- elektrisch: $\eta_A = 92-97\%$

Energietransport bzw. –übertragung (Tankwagen, Stromnetz, etc.)

$$\eta_T = 1 - \frac{P_{\text{Verlust}}}{P} \quad P_{\text{Verlust}} \text{ proportional zur Distanz}$$

Energieverbrauchsmessung im Haushalt



Elektrische Wirkleistungserfassung und Integration nach dem Ferraris-Prinzip

Zeigt auf 0.1 kWh genau an

Zählerkastenschlüssel



Balgengaszähler misst Volumenstrom

Zeigt auf 1 Normliter genau an

$100 \text{ NL} = 1 \text{ kWh}_{\text{Hu}}$; $1 \text{ Nm}^3 = 10 \text{ kWh}_{\text{Hu}}$



Improvisierte Messungen

- Andere Verbraucher ausschalten
(bei elektrischer Energie kann Zusatzmessgerät zwischengesteckt werden)
- Zählstand vor und nach dem Versuch auswerten
- In Kosten umrechnen und ggf. auf Monat oder Jahr extrapolieren
1 kWh Gas ca. 6 ct.
1 kWh Strom ca. 22 ct.