

# !!! Energie !!!

## Grundlagen - Beispiele - Perspektiven

Einführung ins Thema für interessierte Lehrer\*innen

G .Willeitner 2021

### 1. Was sind 12,8 EJ ? - Energieeinheiten

Vorsätze	engl.	Vorsatz zeichen	Wissensch. Notation	Faktor	
Exa	exa	E	10 E 18	10 <sup>18</sup>	1 000 000 000 000 000 000
Peta	peta	P	10 E 15	10 <sup>15</sup>	1 000 000 000 000 000
Tera	tera	T	10 E 12	10 <sup>12</sup>	1 000 000 000 000
Giga	giga	G	10 E 9	10 <sup>9</sup>	1 000 000 000
Mega	mega	M	10 E 6	10 <sup>6</sup>	1 000 000
Kilo	kilo	k	10 E 3	10 <sup>3</sup>	1 000
Hekto	hecto	h	10 E 2	10 <sup>2</sup>	1 00
Deka		da	10 E 1	10 <sup>1</sup>	10
			10 E 0	1	1
Dezi	deci	d	10 E -1	10 <sup>-1</sup>	0,1
Zenti	centi	c	10 E -2	10 <sup>-2</sup>	0,01
Milli	milli	m	10 E -3	10 <sup>-3</sup>	0,001
Mikro	micro	μ	10 E -6	10 <sup>-6</sup>	0,000 001
Nano	nano	n	10 E -9	10 <sup>-9</sup>	0,000 000 001
Pico	pico	p	10 E -12	10 <sup>-12</sup>	0,000 000 000 001
Femto	femto	f	10 E -15	10 <sup>-15</sup>	0,000 000 000 000 001
Atto	atto	a	10 E -18	10 <sup>-18</sup>	0,000 000 000 000 000 001

Umrechnungsfaktoren verschiedener Energieeinheiten:

	<b>kJ</b>	<b>kcal</b>	<b>kWh</b>	<b>kg SKE</b>	<b>kg RÖE</b>	<b>m<sup>3</sup> Erdgas</b>
<b>1 kJ</b>	1	0,2388	0,000278	0,000034	0,000024	0,000032
<b>1 kcal</b>	4,1868	1	0,001163	0,000143	0,0001	0,00013
<b>1 kWh</b>	3.600	860	1	0,123	0,086	0,113
<b>1 kg SKE</b>	29.308	7.000	8,14	1	0,7	0,923
<b>1 kg RÖE</b>	41.868	10.000	11,63	1,428	1	1,319
<b>1 m<sup>3</sup> Erdgas</b>	31.736	7.580	8,816	1,083	0,758	1

Abschätzung zum Energieinhalt eines Liters Kraftstoff:

.....

.....

.....

.....

### Was begreift der Mensch?

Energie in einem Liter Heizöl/Kraftstoff oder einem Kubikmeter Erdgas

- etwa 10 kWh Heizenergie

Energie in einem Pedelec-Akku

- enthält typisch 500 Wh = 0,5 kWh elektrische Energie

### Begreifen wir es wirklich?

Schätzen Sie ab, wie hoch man ein Fahrzeug der Masse 1,0 t mit der Energie eines Liters Kraftstoff heben kann!

.....

.....

.....

### Was ist Leistung?

Leistung = Energie / Zeit

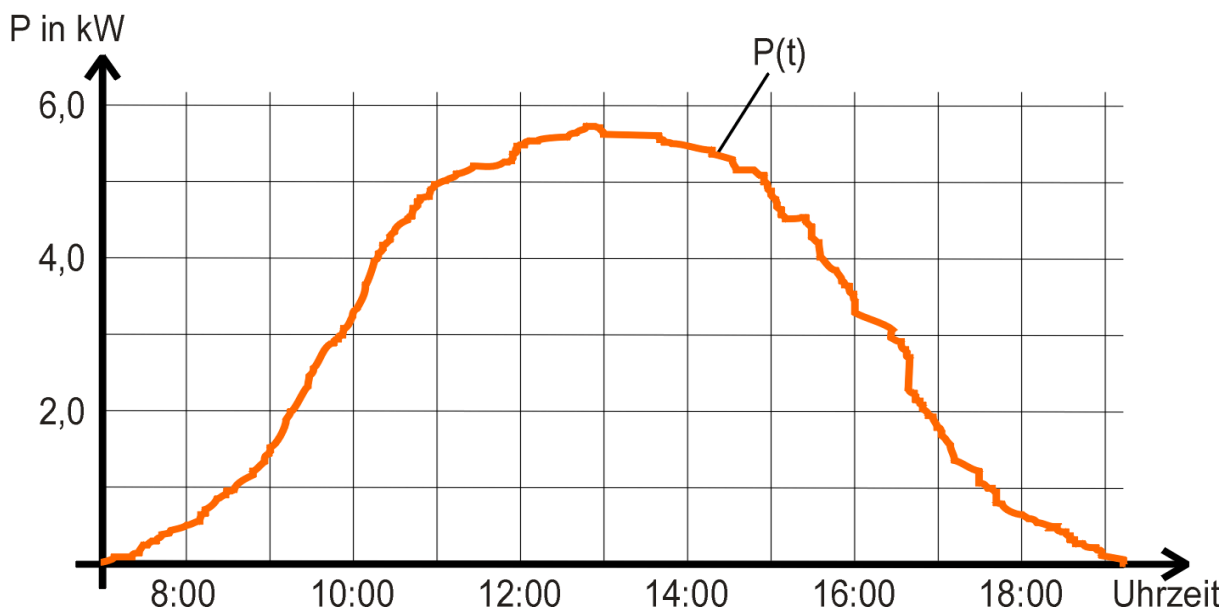
Energie = Leistung · Zeit

$$P = E / t$$

$$E = P \cdot t$$

Sie sehen das t-P Diagramm einer ca. 100m<sup>2</sup> großen Photovoltaik-Anlage

Ermitteln Sie die Energie, die diese PV-Anlage an einem Tag erzeugt hat.



.....

.....

.....

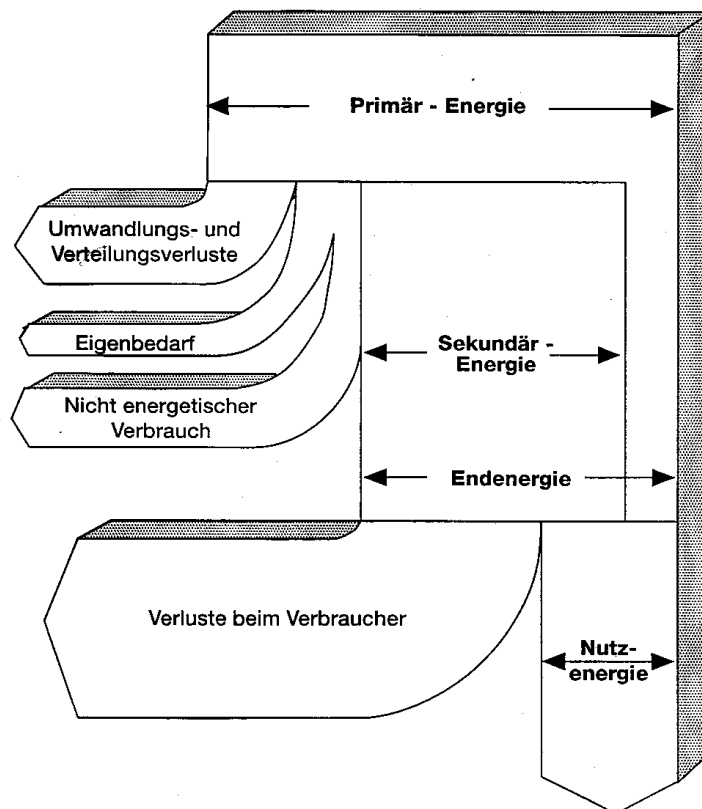
### Was sind nun 12,8 EJ?

Der Primärenergieverbrauch 2019 in Deutschland !

Wie lange wäre ein Zug, der pro 20m Waggon 50t Steinkohle laden kann, um diese Energiemenge zu transportieren? Bitte rechnen!

.....  
 .....  
 .....  
 .....

## 2. Primär- /Sek.- und Endenergie



Der Wirkungsgrad:

$$\eta = \frac{\text{Nutzenergie}}{\text{Zugeführte Energiemenge}}$$

### 3. Beispiele für Energieverschwendung

#### A Semmeln holen mit dem SUV

Verbrauch im kalten Zustand: ca. 20 l/100km, für 5 km also einen 1,0 Liter Kraftstoff, entspricht einer Energie von 10 kWh

Ein Radler braucht für 5 km etwa 15 min. Bei einer Tretleist. v. ca. 80 W verbraucht er die Energie:

.....

.....

.....

#### B Über den Wolken ...

Balance-Umwelt-Bericht 2019 (über das Jahr 2018) der Lufthansa: Durchschnittlicher spezifischer Verbrauch im ...

... Passagierverkehr: 3,65 l pro 100 Personenkilometer:

... Frachttransport: 213 g pro Frachttonnenkilometer:

Wie hoch ist der anteilmäßige Verbrauch einer vierköpfigen Familie für MUC – LAX (Entfernung ca. 10000 km) u. zurück:

.....

.....

.....

Wie lange muss ein Frachtstück geflogen werden, bis für seinen Transport eine Menge Kerosin verbrannt wurde, die dieselbe Masse besitzt wie das Frachtstück?

.....

.....

.....

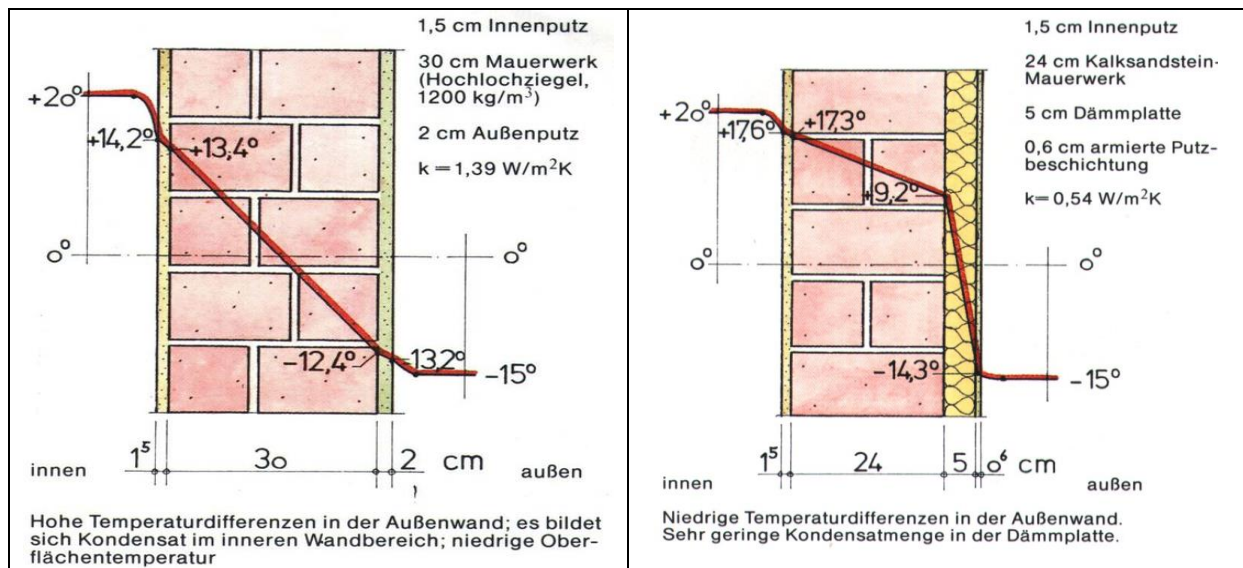
#### Mehr Infos zur Luftfahrt

Von Lufthansa: <https://www.lufthansagroup.com/de/themen/balance-2019.html>

NABU: <https://www.nabu.de/umwelt-und-ressourcen/verkehr/luftverkehr/kerosinsteuer.html>

Umweltbundesamt: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/verkehr-laerm/emissionsstandards/luftverkehr>

## C Wärmeverlust durch Wände und Fenster



### Vollwärmeschutz:

- Spart Energie und verbessert die Behaglichkeit
- Faustregel für den Ölverbrauch in Litern in unseren Breiten:  
u-Wert x Fläche in m<sup>2</sup> x 10
- Sinnvoll vor allem bei der Altbausanierung (Förderungen durch KfW-Bank!)
- Diskussion dazu oft mit unsinnigen Argumenten

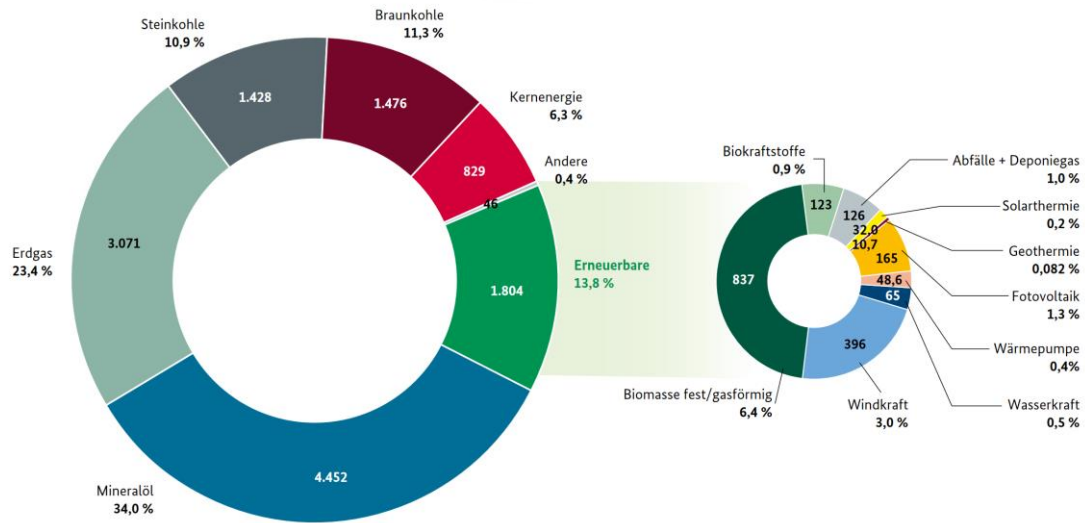
## D Fleischproduktion verschwendet Energie und Natur

- Eiweißproduktion in Form von Rindern ist extrem ineffektiv! Ca. Faktor 10!
- Rinderhaltung verursacht 10% der globalen Treibhausgasemissionen und damit doppelt soviel als der weltweite Flugverkehr!!! (SZ 27.11.17)
- Riesen Flächenverbrauch: 1/3 der weltweit landwirtschaftlich nutzbaren Flächen wird für die Futtermittelproduktion verwendet.  
([Umweltbundesamt: Globale Landflächen und Biomasse - nachhaltig und ressourcenschonend nutzen](#))
- Weitere enorme Zunahme erwartet: Brasilien, 1960: ca. 5 Mio Rinder; 2020: > 200 Mio; für 2050: Verdoppelung erwartet  
(<https://www.faszination-regenwald.de/info-center/zerstoerung/viehzucht/>)

Hervorragende Quelle für Daten zur Fleischwirtschaft: <https://www.boell.de/de/fleischatlas>

## 4. Erneuerbare Energiequellen

### 3. Primärenergieverbrauch in Deutschland 2018 (13.106 PJ\*)

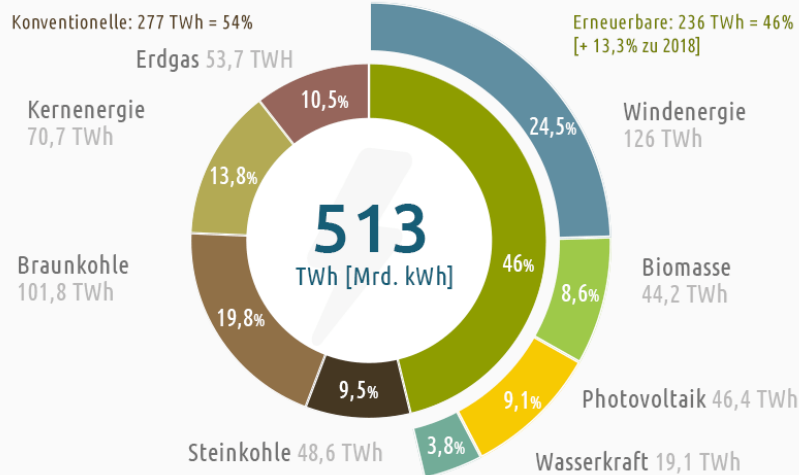


\* vorläufig

Quelle: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (AGEB), Stand: August 2019, Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat)

## DER STROMMIX IN DEUTSCHLAND 2019 [NETTO]

Anteil der Energieträger an der Nettostromerzeugung in Deutschland



Daten: Fraunhofer ISE 12|2019

strom-report.de/strom



STROM-REPORT

Sehr gute Sammlungen von Daten und Graphiken:

<https://www.umweltbundesamt.de/daten/energie>

<https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Artikel/Energie/energiedaten-gesamtausgabe.html>

<https://www.ag-energiebilanzen.de/>

## Warum die EVUs die regenerative Energie nicht mögen

In der folgenden Tabelle stehen die 2006 installierte Gesamtleistung

- aller deutschen Kernkraftwerke
- aller deutschen Windkraftwerke

Berechnen Sie die pro Jahr zu erwartende produzierte Stromenergie in TWh

	install. Leistung P	erz. Energie E <sub>el</sub>	E <sub>el</sub> /P
<b>Kernkraft (brutto)</b>	21,4 GW	167 TWh	
<b>Windkraft</b>	20,6 GW	30,5 TWh	

- Berechnen Sie die die Anzahl der Vollaststunden indem Sie die erzeugte Energie durch die installierte Leistung teilen. Bitte in die Tabelle eintragen!
- Der Wind bläst leider nicht immer, manchmal aber sehr stark!
- Herausforderung: Aufbau eines leistungsstarken Netzes von vielen 1000 km Durchmesser

	install. Leistung P	erz. Energie E <sub>el</sub>
<b>Kernkraft (brutto)</b>	10 GW	75 TWh
<b>Windkraft</b>	53,9 GW	131,8 TWh

## Wächst das Benzin in Zukunft auf dem Acker?

Pro Jahr treffen auf jeden m<sup>2</sup> in unseren Breiten etwa 1,0 MWh Sonnenenergie.

Der Netto-Ertrag an Biodiesel pro ha Raps liegt bei ca. 38 GJ

Berechnen Sie den Wirkungsgrad dieser Energieumwandlung

$$\eta = (\text{chem. Energie im Biodiesel}) / (\text{dafür aufgewendete Sonnenenergie}) =$$

.....

.....

.....

Eine moderne PV-Anlage erzeugt auf der gleichen Fläche die etwa 150-fache Menge an Energie.