

Digitalisierung und Energie

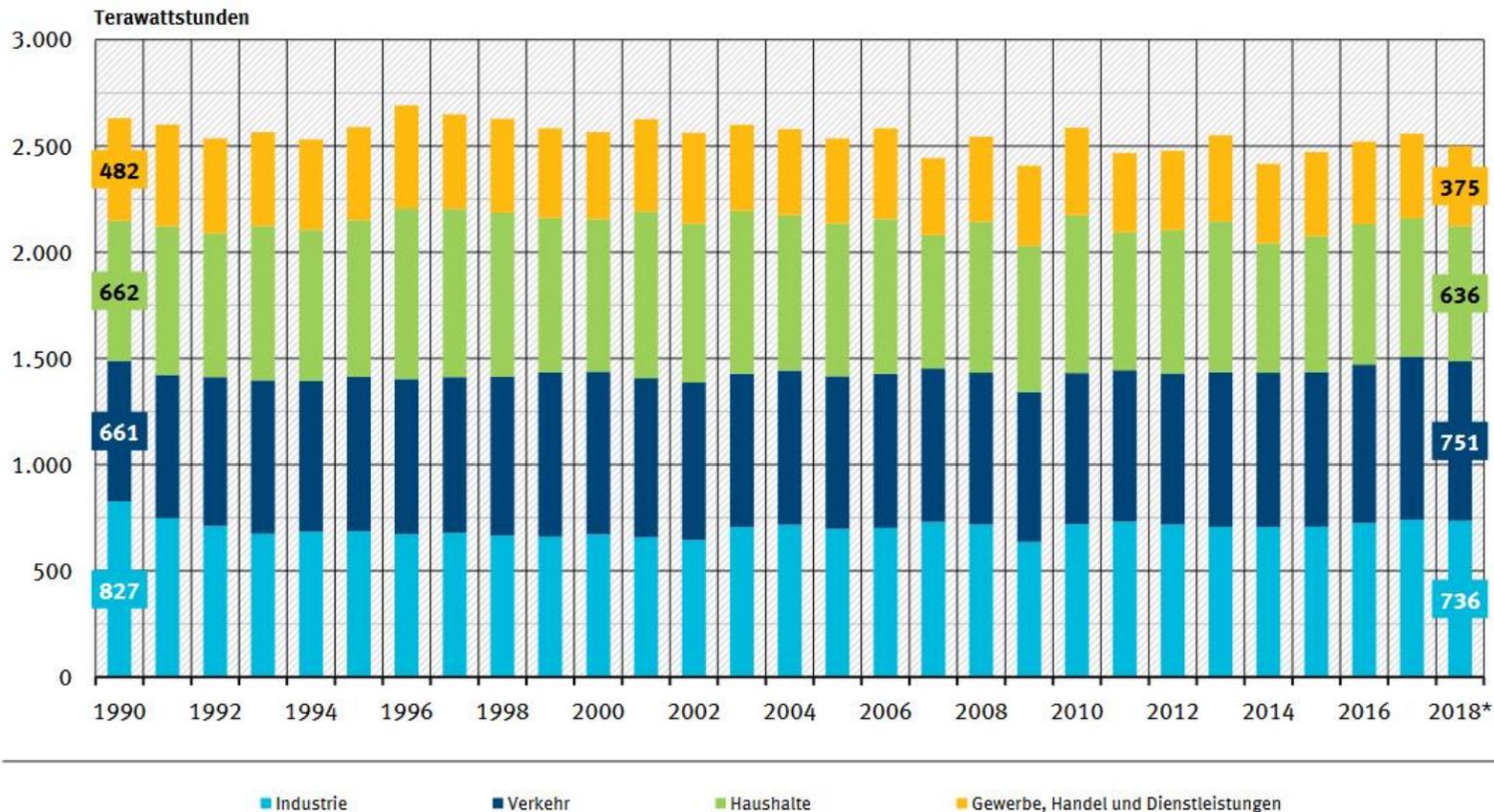
Oliver Mayer Nov 2021

Energie und CO₂

- Grundlage: Kohlenstoff hat die Atommasse 12, Sauerstoff 16. Beim Verbrennen von 12 kg Kohlenstoff mit 32 kg Sauerstoff (O₂) entstehen damit 44 kg CO₂.
- Nach den Klimaschutzzielen DARF jeder Mensch auf der Erde ~ 2 t CO₂ pro Jahr erzeugen.
- Im Durchschnitt der Welt liegt die CO₂ Emission bei ~4,8 t pro Person.
- In Deutschland liegt der Durchschnittswert bei ~ 9 t CO₂ pro Jahr pro Person.
- Insgesamt emittiert Deutschland 2018 ~ 0,900 Mrd. t CO₂.
- Weltweit werden ~ 33 Mrd. t CO₂ emittiert. Davon fallen ca. ½ auf die Nahrungsmittelproduktion.

- Der Stromverbrauch in Deutschland (2018) lag bei ~512 TWh Strom.

Energienutzung in Deutschland



* vorläufige Angaben

Quelle: Umweltbundesamt auf Basis AG Energiebilanzen, Auswertungstabellen zur Energiebilanz der Bundesrepublik Deutschland 1990 bis 2018, Stand 10/2019

Abschätzung CO₂ Fußabdruck?

Wieviel Strom
verbrauchen Sie?

$$\text{Strom in kWh/a} * 0,4 \text{ kg CO}_2 = 480 \text{ kg}$$

Wieviel km
fahren Sie pro
Jahr mit dem
Auto?

$$\text{km} * 0,12 \text{ kg CO}_2 = 1.080 \text{ kg}$$

Wie groß ist Ihr
Wärmeverbrauch
pro Jahr?

$$\begin{aligned} \text{m}^3 \text{ Gas} * 2 \text{ kg CO}_2 &= \\ \text{L Öl} * 2,9 \text{ kg CO}_2 &= \\ \text{kWh Gas} * 0,2 \text{ kg CO}_2 &= \end{aligned} 2.700 \text{ kg}$$

$$\Sigma = 4,26 \text{ tCO}_2$$

Internet

- Rund die halbe Menschheit ist online – 3,5 Mrd. Menschen (das größte Land der Welt).
- Vom weltweiten Stromverbrauch her, liegt das Internet auf Platz 3. Das entspricht 800 Mio. Tonnen CO₂ (3,7% der weltweiten Emissionen).
- Stromverbrauch steigt jährlich um 9%. (2015: 287 TWh, 2017: 350 TWh, 2030: 800 TWh).
- Die Digitalisierung in der EU erhöhte den Stromverbrauch von 57 TWh (2010) auf 88 TWh (2019).
- In D (2018) braucht die Infrastruktur 30 TWh = 20 Mio. Tonnen CO₂.
- Jeder Click, jedes „Like“ erzeugt CO₂.
- „Die Schloten der Digitalisierungen rauchen genauso wie früher die in Gelsenkirchen“ (Martin Wimmer, CDO in BMU).

Internet

- Eine Anfrage bei Google erzeugt einen Strombedarf von 0,3 Wh. Mit 200 Anfragen kann man also ein Hemd bügeln... Pro Minute gehen 4 Mio. Anfragen bei Google ein.
- Ein Tweet benötigt 0,63 Wh (= bei deutschem Strommix 294 g CO₂). Damit kann ich mit einem eCar ca. 4 km fahren.
- Eine Bitcoin-Transaktion braucht rund 819 kWh (CBECI, 2018). 2018 waren das pro Jahr 45,8 TWh (45.800.000.000 kWh), 2019 60 TWh und Anfang 2020 bereits 69 TWh (Die gesamte Schweiz brauchte 2018 45 TWh, Irland 25 TWh). Das sind ca. 22 Mio. t CO₂ (~ 1 Mio. Transatlantikflüge).

Streaming

- 1 Min. Streaming verbraucht ca. 0,03 kWh Strom. Mit den 3,8 Mrd. Aufrufen des Youtube-Videos „Gangnam Style“ ließen sich 10.000 Haushalte ein Jahr mit Strom versorgen.
- Musikhören erzeugte 1977 mit Vinylplatte ca. 140.000 tCO₂, 1988 mit CD 136.000 tCO₂, 2000 mit Downloads 157.000 tCO₂, 2016 mit Streaming 300.000 tCO₂.
- Der Strombedarf von Video-Streaming und Mobilfunknetze wächst pro Jahr um 55% (Cisco). Derzeit werden weltweit ca. 400 TWh benötigt.
- eMail verbrauchen zwischen 1 g und 30 g CO₂ je nach Größe und ANHANG. Aus Sicherheitsgründen werden Dateien in Cloud immer wieder neuabgelegt und umgespeichert. Sie verbrauchen also Strom nur durch ihre Existenz.
- Und Cloud-Computing tut sein übriges.... Auf Dropbox werden pro Minute 800.000 Dateien geladen. Cloud-Computing weltweit verbraucht ca. 600 TWh.

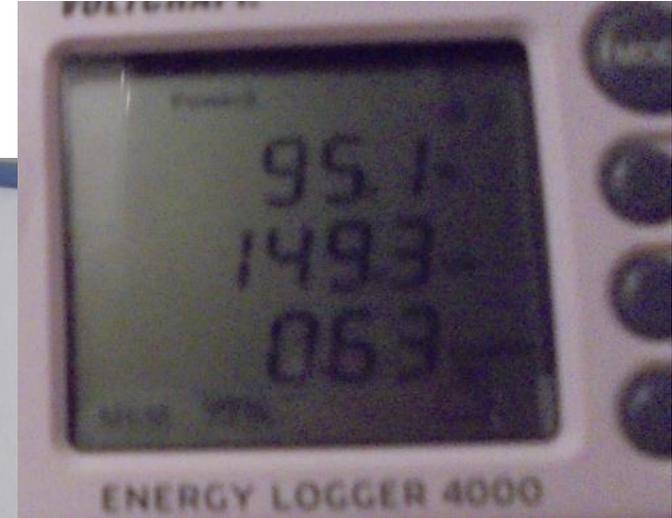
Serverfarmen

- Es gibt ca. 8 Mio. Server weltweit (2018).
- Verbrauch: ca. 200 TWh / Jahr (2018) ~ 1% des Globalen Stromverbrauchs.
- 2010 – 2018: 6x mehr Rechenlast; 10x mehr Internetverkehr, 25x mehr Speicherplatz, d.h. 50% Wachstum pro Jahr. Der Stromverbrauch stieg um 6% wegen Effizienzsteigerung der Prozessoren und besserer Server Auslastung sind das Ziel.
- 2023 werden wir ca. 5 Mrd. Internetuser haben. Die Datenmenge wird um 60% / Jahr steigen (Science / Cisco).
- Luftkühlung bei Anlagen bis 20 kW pro Schrank.
- 2023 wird ein Schrank 100 kW haben -> Wasserkühlung (im Ozean versenken?) Microsofttest mit 240 kW Server: Algen, Kleintier in den Kühllamellen? Die Ausfallrate war nur 1/8 der Landgeräte (Service, Strahlung)?
- Stockholm -> 85°C Heizwasser für die Fernwärme (10 MW für 20.000 Wohnungen)
- Der kühle Norden ist weit weg -> Latenzzeiten 100 km ~ 1/1000 Sekunde, 5000 km ~ 50/1000 Sekunden.

Serverfarmen



Computer Arbeitsplatz



Ein Computerarbeitsplatz
erzeugt einen hohen $\cos\varphi$:
Viel Scheinleistung
erforderlich

Computer Arbeitsplatz

Notebook E-5470, Dockingstation, Monitor 1, Monitor 2,
Laserdrucker s/w, Router Fritzbox 7490,
Tastatur + Maus: Solar/Batterie

Router	14 W
Notebook	34 W
Dockingstation	2 W
Monitor 1	30 W
Monitor 2	15 W
Drucker	13 W
	108 W

Energie pro Tag	$x 24 \text{ h} / 1000 =$	2,6 kWh
Kosten pro Tag	$x 26 \text{ ct/kWh} =$	67 ct
Energie pro Jahr	$x 365 \text{ Tage /Jahr} =$	946 kWh
Kosten pro Jahr	$x 365 \text{ Tage /Jahr} =$	246 €

CO ₂ pro Jahr	$x 0,4 \text{ kg/kWh} =$	378 kg
--------------------------	--------------------------	--------



Computer Arbeitsplatz

Was kann man machen?

Am besten einen Hauptschalter, mit dem alles ausgeschaltet werden kann! Den Geräten macht das nichts, der Notebook fährt nach einiger Zeit von selber runter.

Wenn der Router auch für andere Geräte genutzt wird, braucht der eine getrennte Versorgung!

ABER: das bedeutet Einbuße an Bequemlichkeit: Wenn morgens das System eingeschaltet wird, muss der Notebook gestartet werden (Bitlocker, Programme neu starten, etc.). Eine Option wäre es, von IT aus die Zeit, nach der der Notebook ohne Aktivität heruntergefahren wird, auf 17 Std. gestellt wird, dann würde bei Stromeinschalten der Zustand vom Vortag wieder verfügbar sein. Aber der Stromverbrauch steigt!

Unser geliebter Kaffee

Jeder Deutsche konsumiert im Durchschnitt 166 l Kaffee pro Jahr (mehr als Mineralwasser).

Bis 1 kg ungerösteter Kaffee in Europa ankommt entstehen 15 kg CO₂. Das entspricht etwas dem Fußabdruck von Rindfleisch.

Wenn man das nun auf ein einzelnes Getränk runterrechnet dann sind das 550 g CO₂/ Kaffee Latte, 440 g CO₂ pro Cappuccino und 280 g CO₂ / Espresso.

Bei nachhaltig produziertem Kaffee (teurer) reduzieren sich die Werte folgendermaßen: 330 g CO₂/ Kaffee Latte, 200 g CO₂ pro Cappuccino und 60 g CO₂ / Espresso.

Wenn man Sojamilch verwendet (oder andere Milchalternativen) kann man den CO₂ Ausstoß nochmal um 50% reduzieren.



Homeoffice

Eine Pendelstrecke von 50 km (gesamt hin und zurück), gefahren mit einem PKW, erzeugt ca. 6 kg CO₂ am Tag. Bei 44 Arbeitswochen und 2 Tagen Homeoffice wären das ½ t CO₂ Einsparung pro Jahr.

Eine Stunde Videokonferenz verursacht einen CO₂-Ausstoß von bis zu 1.000 Gramm. Wer ganz auf die Kamera verzichtet, kann bis zu 96 % der verursachten Emissionen einsparen.



Was bedeutet Corona für die Energiewirtschaft und die Netze?

- Netzbetreiber

Moderater Rückgang bei Großkunden an Mittel- / Hochspannung.

Bei Gewerbekunden gibt es einen deutlichen Rückgang. Dadurch sind die Netznutzungsentgelte erheblich gesunken.

Haushalt / Landwirtschaft: Verbrauch geht nach oben, die Netznutzungsentgelte auch.

Tendenziell: Deutlicher Rückgang an Netznutzungsentgelte (das heißt die Preise werden spürbar angehoben werden).

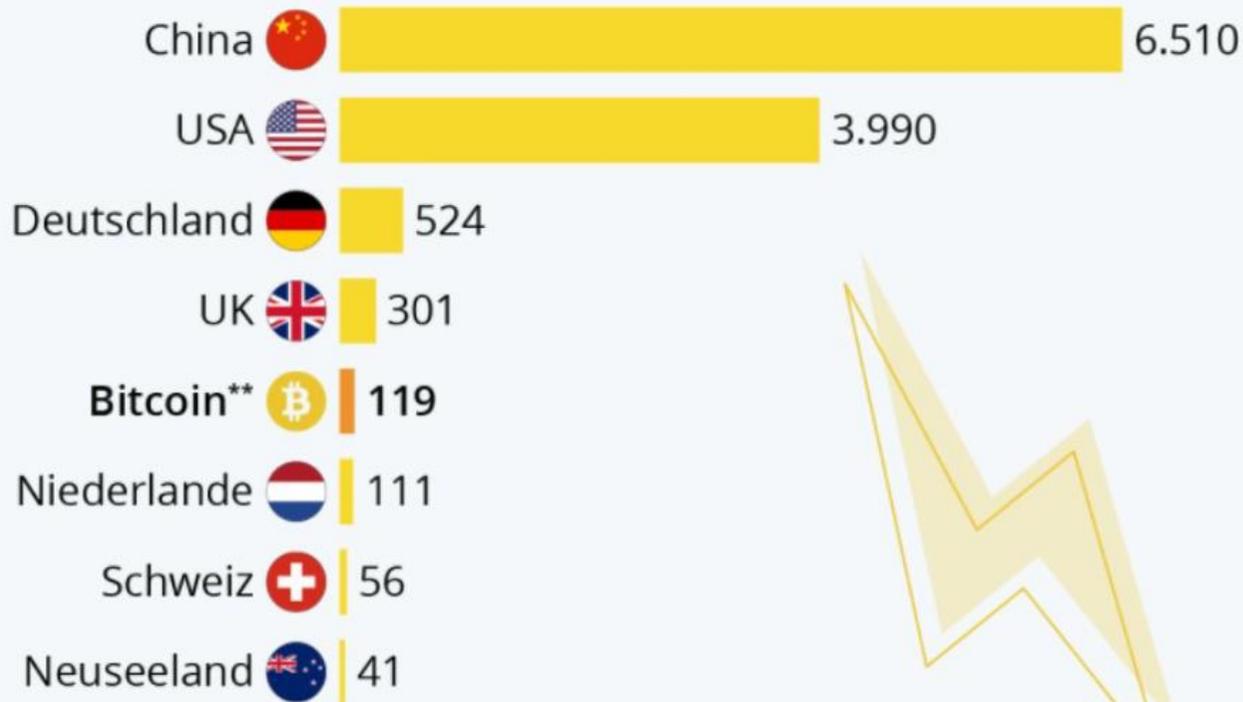
Zahlungsausfälle, Kunden können nicht mehr bezahlen. Das Bayernwerk trifft diese primär im Industriesegment.

Strom Vertrieb: Absatzeinbrüche an der Börse (-> Überangebot), Einbrüche auf der Preisseite, d.h. die Marge geht nach unten, der Strom wird viel zu teuer eingekauft.

Was bedeutet Corona für die Energiewirtschaft und die Netze?

- **Stadtwerke**
Stadtwerke sind meist Multisparten-Unternehmen (Nahverkehr, Schwimmbäder, Parkhäuser). Dies hat negativen Einfluss auf Geschäft. Damit werden Investments in Energie weniger werden.
Schnee ist ein größeres Problem als Corona.
Netzwartung, Netzausbau, Erneuerbare Energien Anschluss und Zählermontagen laufen ohne Probleme.
- **Netzleitstelle**
Da die Netzleitstelle für die Aufrechterhaltung der Versorgungssicherheit unbedingt erforderlich ist, wurden größte Anstrengungen unternommen, um sicher zu stellen, dass das Personal maximal geschützt ist und im Extremfall sogar dort von der Außenwelt abgeschnitten bzw. geschützt werden kann (Kasernierung). Wenn unter den Leuten dort ein starker Krankheitsausbruch wäre, könnte das massive Folgen haben.

Geschätzter Stromverbrauch pro Jahr (in TWh)*



kWh pro Einwohner pro Jahr

4.650

12.200

6.400

4.500

6.500

6.500

8.200

* Werte für die Länder beziehen sich auf das Jahr 2019

** Stand: 17. Februar 2021

Quelle: University of Cambridge | Bitcoin Electricity Consumption Index

Was sind die Erkenntnisse?

- Die Energieversorgung hat sich als resilient und stabil erwiesen
- Bei der Digitalisierung / Telekommunikation kommen die Unterschiede Stadt / Land deutlicher zutage
- Die Mobilität wird sich ändern (Homeoffice fähige Jobs und nicht Homeoffice fähige Jobs)

- Als Staat können wir sehr gut „normal“ – mit Krisen tun wir uns schwer
- Es ist schwierig mit VUCA zurecht zu kommen

- Wir sind derzeit noch mitten in der Krise – was bedeutet DANN wieder normal?

