

Solar | Haustechnik | E-Mobilität
Spielmobil | Essen | Trinken

Energie Wende Messe

17.-18.06.2023
Stadtparkhalle Bretten

www.energie-wende-messe.de




Alle Folien nur zum privaten Gebrauch!
Der Vortrag ist urheberrechtlich geschützt!

Elektromobilität mit Strom aus Erneuerbaren Energien

Bretten, 17. Juni 2023

Dr. Volker Behrens

1

1

Kurze Vorstellung:



Volker Behrens, Jahrgang 1956
Bretten, verheiratet, 2 Kinder, 3 Enkel
Physiker, Dr.rer.nat.
1986-2021 in der industriellen Forschung & Entwicklung
jetzt in Rente & Beratertätigkeit
BehrensVolker@web.de




Seit Frühjahr 2017 fahren wir ein E-Auto (Renault ZOE)
– und sind sehr zufrieden!



Dr. Volker Behrens

2

2

Warum ?

Aktiver Klimaschutz und Verantwortung für die Zukunft der Kinder und Enkel !
Und aktuell überdeutlich: mit fossilen Energieträgern von autokratischen Ländern unterstützen wir deren Unterdrückung, Kriege (Ukraine, Jemen, ...) und Umweltzerstörung.



Initiativkreis Energie Kraichgau e.V.
 Ziel: Umstellung auf 100% Erneuerbare Energien
 in allen Bereichen – so schnell wie möglich
 gegründet 2003, gemeinnützig
www.energie-kraichgau.de



NABU Bretten
 Arbeitskreis Klimaschutz
www.nabu-bretten.de

... und außerdem: E-Mobilität macht richtig Spaß !

Dr. Volker Behrens

3

3

Gliederung

- a. Elektroautos und CO₂ – Einsparung
- b. Erneuerbare Energien für Elektroautos

Die Folien werden nach der EnergieWendeMesse
 auf der web-Seite www.Energie-Wende-Messe.de
 zum download bereit gestellt

Dr. Volker Behrens

4

4

Wieviel CO₂ wird durch Elektroautos eingespart ?



Vergleich E-Autos / Verbrenner

Gesamtbetrachtung des Lebenszyklus:

- Herstellung des Fahrzeuges und der dafür benötigten Rohstoffe
- Nutzungsphase des Autos: CO₂-Emissionen beim Fahren und Wartung
- Lebensdauer-Ende: Recycling – Wiedergewinnung der eingesetzten Rohstoffe

Zu a.
 CO₂ – Freisetzung durch die Herstellung eines Mittelklasse-Verbrenner-PKW: ca. 6,5 Tonnen CO₂
 CO₂ – Freisetzung durch die Herstellung eines Mittelklasse-E-Autos: ca. 13,5 Tonnen CO₂
 Ursachen: * hoher Energiebedarf für die Herstellung des Akkus
 * Zellenfertigung aktuell überwiegend in China, dort viel Stromerzeugung durch Kohleverbrennung

Dr. Volker Behrens

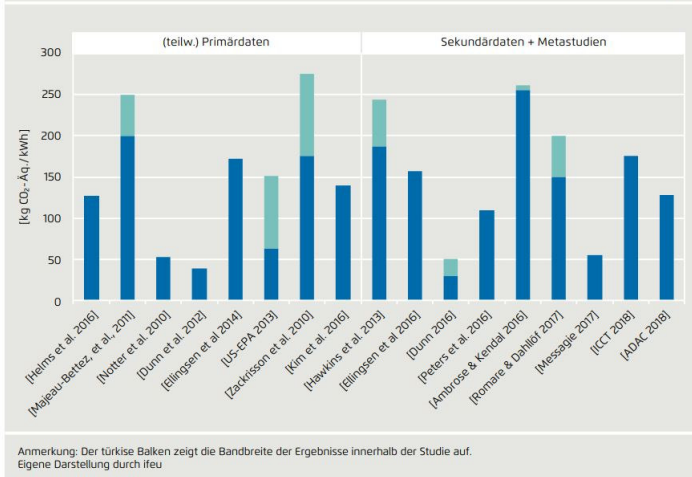
5

5

Wovon hängt die CO₂ – Freisetzung bei der Akkuherstellung ab ?



Vergleich der Treibhausgasemissionen aus der Batterieherstellung bezogen auf eine Kilowattstunde Batteriekapazität Abbildung 4



Anmerkung: Der türkise Balken zeigt die Bandbreite der Ergebnisse innerhalb der Studie auf. Eigene Darstellung durch ifeu

aus: Agora Verkehrswende: Klimabilanz von Elektroautos – Einflussfaktoren und Verbesserungspotenzial (2. Aufl. Mai 2019)

Dr. Volker Behrens

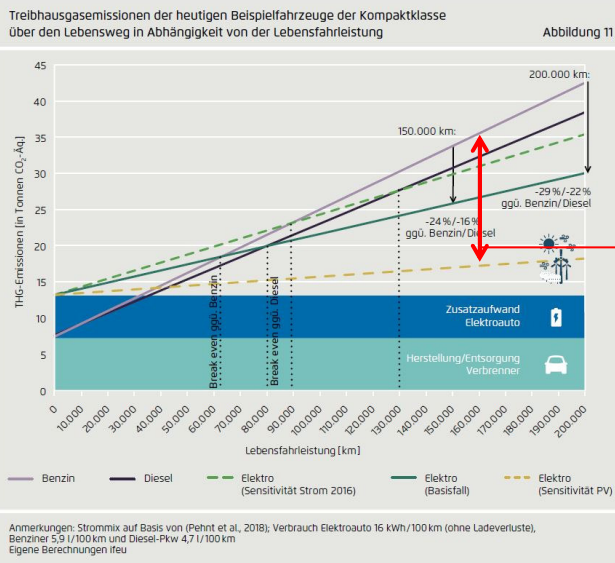
- von der Akkugröße: je höher die Kapazität, um so mehr Einzel-Zellen sind verbaut
- von der Art der Li-Gewinnung (aus Gestein oder aus Salzen)
- von der Art der Stromerzeugung für die Zell-Fertigung
- von der Bauart und der Chemie im Akku (Kathodenmaterial):
 - Nickel-Mangan-Kobaltoxid (NMC) (Li₃NiMnCoO₆)
 - Nickel-Kobalt-Aluminiumoxid (NCA) (Li₂₀Ni₁₆Co₃AlO₄₀)
 - Eisenphosphat (LFP) (LiFePO₄)
 - Manganoxid (LMO) (LiMn₂O₄)

**Akku-Herstellung in D mit Strom aus Erneuerbaren Energien
 → CO₂-Emission der Akku-Herstellung merklich reduziert**

6

6

zu b. (Nutzung) und c. (Recycling)



CO₂-Einsparung eines Elektroautos (Strom aus Solarzellen (PV)) im Vergleich zu einem Benzinzer nach 160.000 km: ca. 19.000 kg

aus: Agora Verkehrswende: Klimabilanz von Elektroautos – Einflussfaktoren und Verbesserungspotenzial (2. Aufl. Mai 2019)

Dr. Volker Behrens

7

7



Strom aus Erneuerbaren Energien – reicht der für das Elektrische Mobilität ?

Aktueller Gesamt-Stromverbrauch in D pro Jahr: etwa 550 TerraWattStunden

Wenn alle PKW in D mit Strom fahren würden – wie groß wäre der zusätzliche Strombedarf (Elektrofahrzeuge mit Batterie: BEV)

?

ca. 130 TWh

Dr. Volker Behrens

8

8



Woher kommt der Strom ?

Energiebedarf eines BEV für 100 km: ca. 20 kWh

(BEV = E-Auto mit Batterie)

Durchschnittliche Fahrleistung pro Jahr: 13.000 km

also: durchschnittlicher Strombedarf pro Jahr: $13.000 \text{ km} * 20 \text{ kWh}/100 \text{ km} = 2600 \text{ kWh}$

Deckung des Strombedarfs aus Erneuerbaren Energien?

a. Photovoltaik

bei mir zu Hause – PV-Anlage, 18 Jahre alt:

Leistung 12,8 kWp - jährlicher Energieertrag: **11.000 kWh**

Strombedarf privat (2 Personen: 2000 kWh/a) + Mobilität (2600 kWh) = 4600 kWh

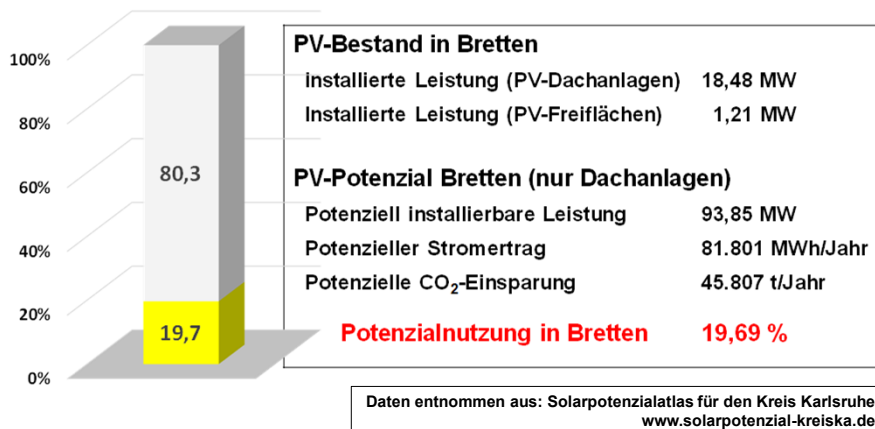
Dr. Volker Behrens

9

9



Unser Stand in Bretten bei der Solarstrom-Nutzung



Dr. Volker Behrens

10

10



Strom aus Windenergie

Ein Rechenbeispiel:

Windrad bei uns in der Region: Leistung 5 MW, Nabenhöhe 160 m, Flügellänge 80 m

Wie viele km mit dem Elektroauto kann ich fahren, wenn der Wind in einer Herbstnacht bläst ?

Energieerzeugung in der einen Nacht:

$$5 \text{ MW (= 5000 kW) } * 12 \text{ h } = 60.000 \text{ kWh}$$

Energiebedarf des Elektroautos: mit 20 kWh fährt es 100 km

also: Reichweite: $60.000 \text{ kWh} / 20 \text{ kWh} * 100 \text{ km} = 300.000 \text{ km}$

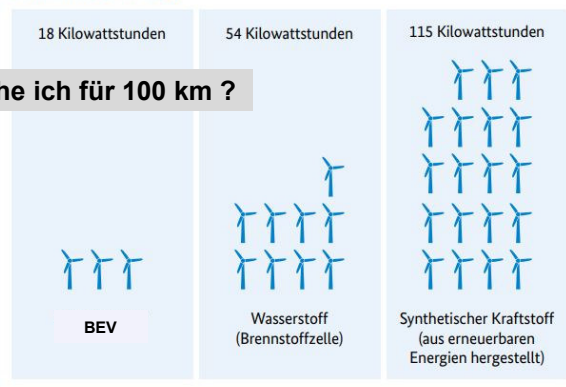
oder: Jahresbedarf von 23 Autos

Alternativen zu batterie-elektrischen Autos (BEV)



- a. Vollelektrischer Antrieb, Strom aus dem Akku (BEV)
- b. Vollelektrischer Antrieb, Strom aus einer Brennstoffzelle (fuel cell (FC)) auf der Basis von H₂
- c. Verbrenner mit synthetischem Kraftstoff (Kraftstoff-Herstellung aus EE)

Abbildung 3: Strombedarf aus erneuerbaren Energien für verschiedene theoretische Antriebs- und Kraftstoffkombinationen pro 100 Kilometer für aktuelle Fahrzeuge



Wieviel Erneuerbare Energie brauche ich für 100 km ?

Also ist b. und c. grundsätzlich Unsinn ?
Meine Meinung: b. und c. für PKW nicht sinnvoll, aber durchaus :

- b. für Langstrecken-Schwerlastverkehr
- c. für Mittel- und Langstrecken-Flugverkehr

aus: BMU: Wie umweltfreundlich sind Elektroautos?, 5. Aufl., Jan. 2021



Zusammenfassung:

- a. Sind Elektroautos ein Beitrag zum Umwelt- und Klimaschutz ? **ja !**
- b. Zusatzbemerkung: nicht vergessen
Mobilität / Mobilitätswende ist mehr als Autofahren: E-bikes, ÖPNV, home office
- c. Gibt es genug Erneuerbare Energien für die Elektromobilität ? **ja !**
- d. Dafür müssen PV und Windenergie konsequent
ausgebaut werden !
PV und WEA ergänzen sich jahreszeitlich:
PV im Sommerhalbjahr, Wind im Winterhalbjahr