

**Universität Stuttgart**

Institut für Gebäudeenergetik, Thermotechnik und Energiespeicherung (IGTE)



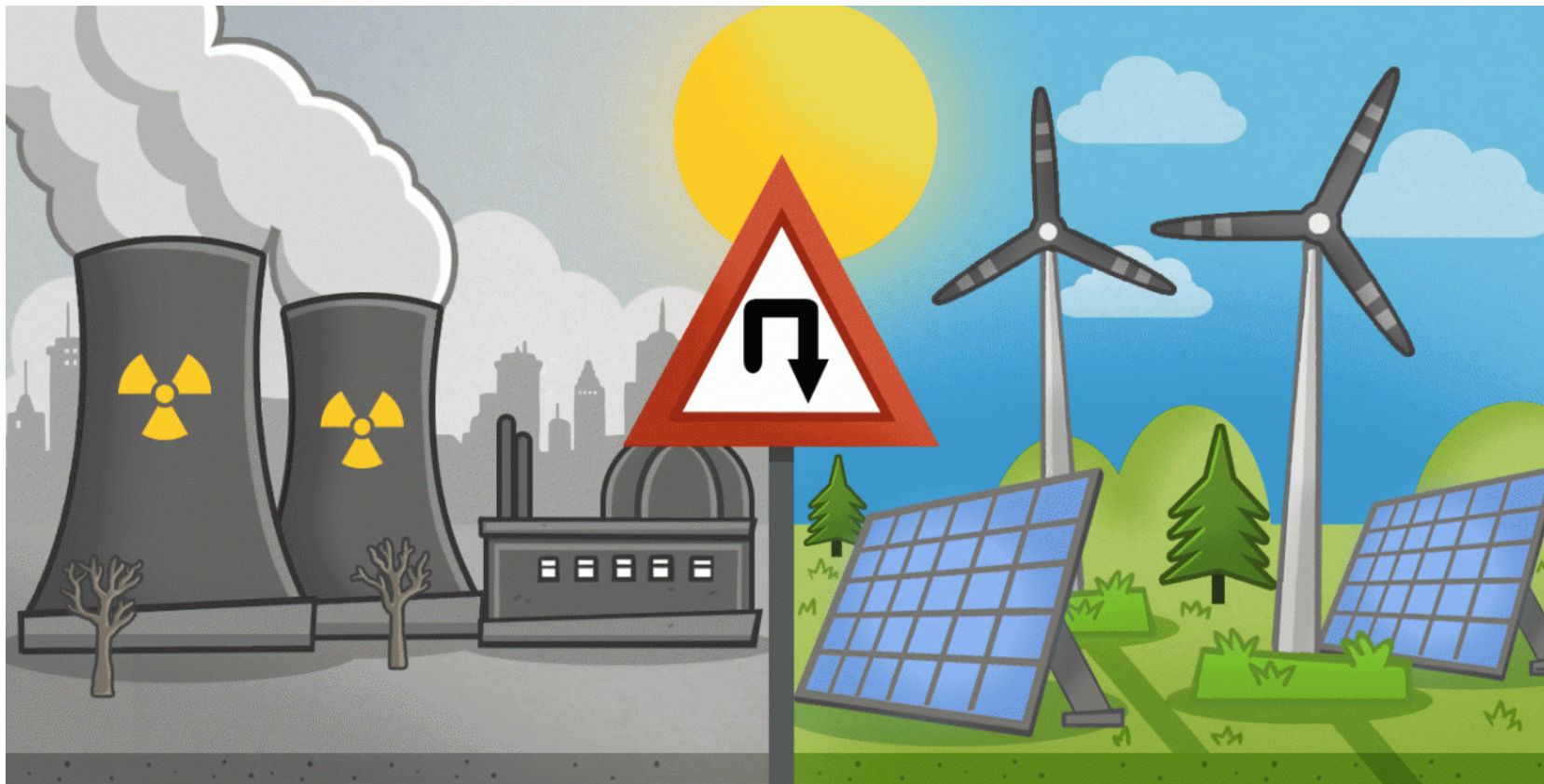
# Forschen für die Energiewende

**IGTE-FORUM**

in Stuttgart am 30.03.2023

**Dr. Harald Drück**

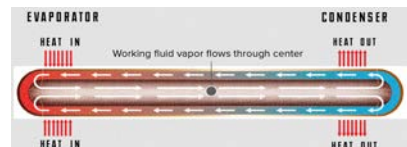




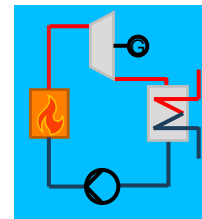
Source: <https://industrie.de/top/verbraucher-sind-noch-zurueckhaltend/>

# Dreiklang der Energiewende der Bundesregierung

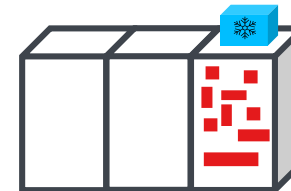
## 1. "Efficiency First"



Passive Wärmeabfuhr  
mit Wärmerohren



Absorptionswärme-  
transformator



effiziente Schalt-  
schrank-Kühlung

## 2. Erneuerbare Energien



Solar-Aktiv-Häuser

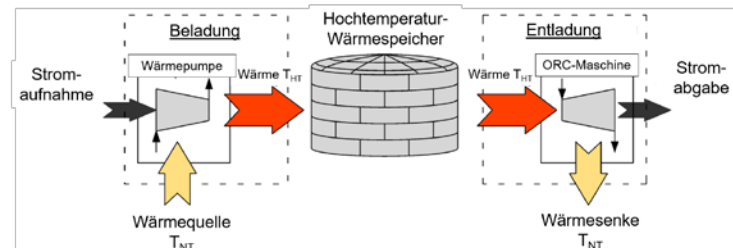


PVT-Kollektoren



Geothermie

## 3. Sektorkopplung



Strom-Wärme-Stromspeicher



Wärmepumpen

## Energiewende - Warum



## Klimaveränderung durch Treibhauseffekt



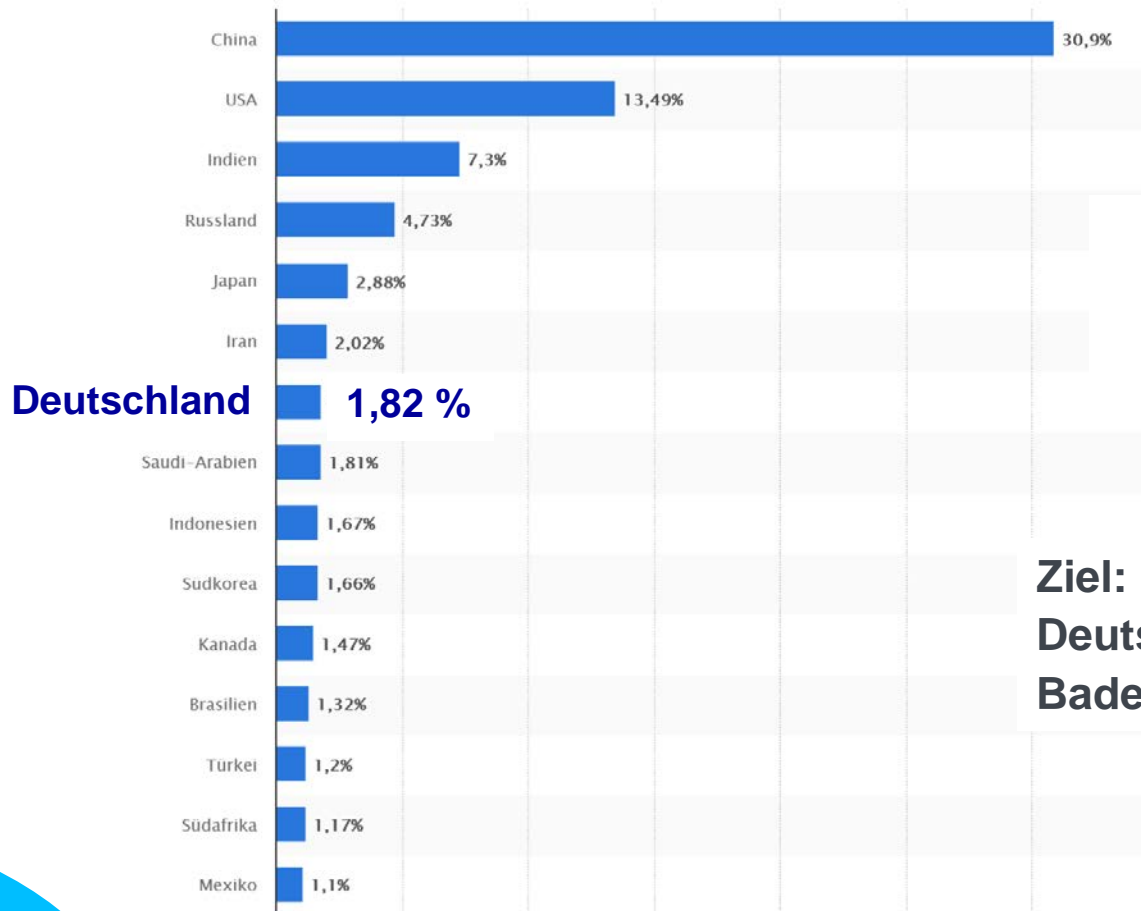
- Steigerung der Durchschnittstemperatur bis zum Ende des Jhd. um 2°C.
- → **Katastrophale Auswirkungen**



→ **zeitnah drastische Reduktion der Treibhausgasemissionen**

# Treibhausgasemissionen

Anteil der Länder am globalen CO<sub>2</sub>-Ausstoß (statista 2021)

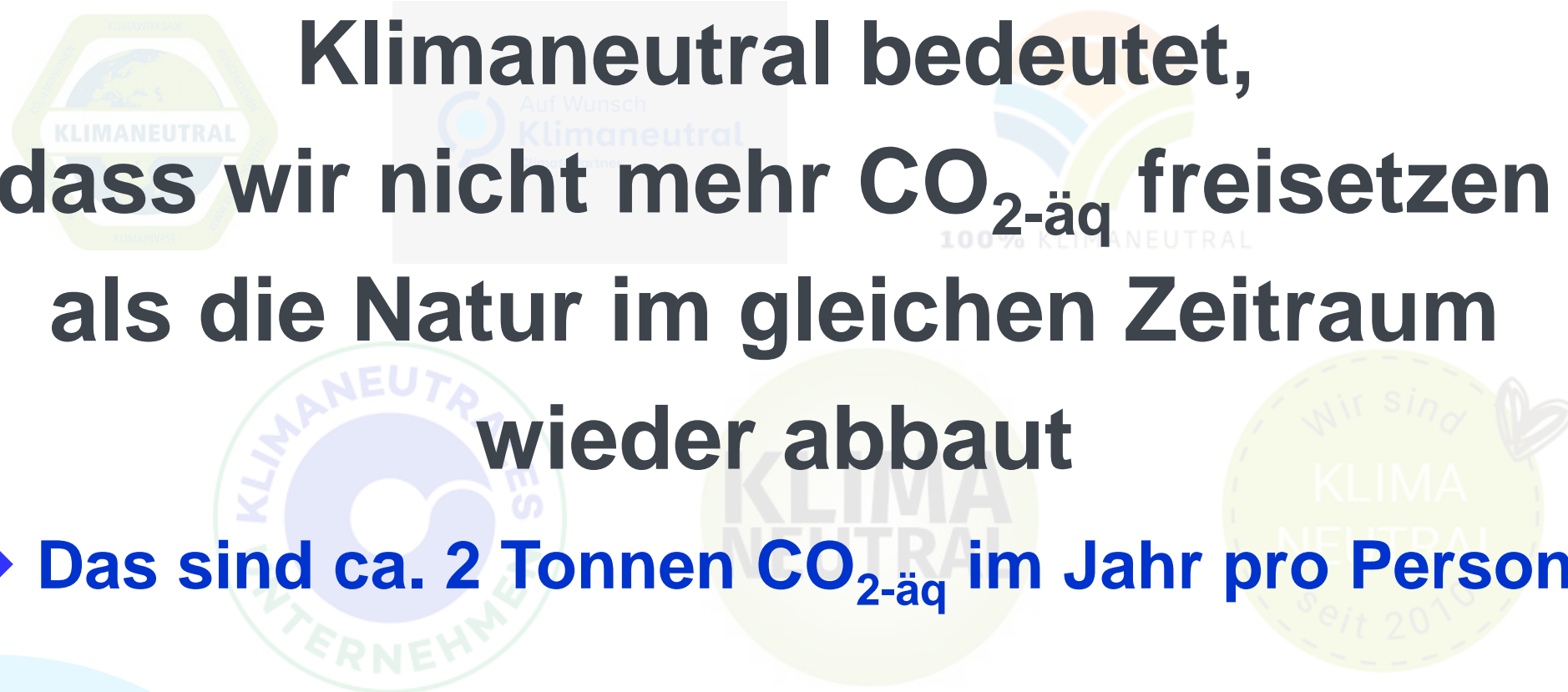


bei ca. 200 Länder  
ist das um fast den  
Faktor 4 zu viel!

**Ziel: Klimaneutral  
Deutschland bis 2045  
Baden-Württemberg bis 2040**

# Klimaneutral – Was bedeutet das?



The background features several faint, semi-transparent logos and graphics. On the left, there is a green hexagonal logo with a globe and the text 'KLIMANEUTRAL'. In the center, there is a circular logo with a blue and green swirl and the text 'KLIMANEUTRAL'. On the right, there is a circular logo with a green border and the text 'Wir sind KLIMA NEUTRAL seit 2010'. There are also some abstract shapes and text like 'Auf Wunsch Klimaneutral' and '100% KLIMANEUTRAL' scattered across the background.

**Klimaneutral bedeutet,  
dass wir nicht mehr CO<sub>2</sub>-äq freisetzen  
als die Natur im gleichen Zeitraum  
wieder abbaut**

**→ Das sind ca. 2 Tonnen CO<sub>2</sub>-äq im Jahr pro Person**



# Klimaneutralität – Wie erreichbar?

## Ansätze zur Erreichung von Klimaneutralität bei der Energieversorgung

### ▪ Ansatz 1: **Virtuell**

- Kompensation der  $\text{CO}_2\text{-}\ddot{\text{a}}\text{q}$  - Emissionen über Zertifikate oder andere Maßnahmen

### ▪ Ansatz 2: **Bilanziell**

- Über das Jahr gesehen gleichen sich emittierten  $\text{CO}_2\text{-}\ddot{\text{a}}\text{q}$  - Emissionen aufgrund von Energieverbräuchen und -importen mit  $\text{CO}_2\text{-}\ddot{\text{a}}\text{q}$  - emissionsfreien Energieexporten aus

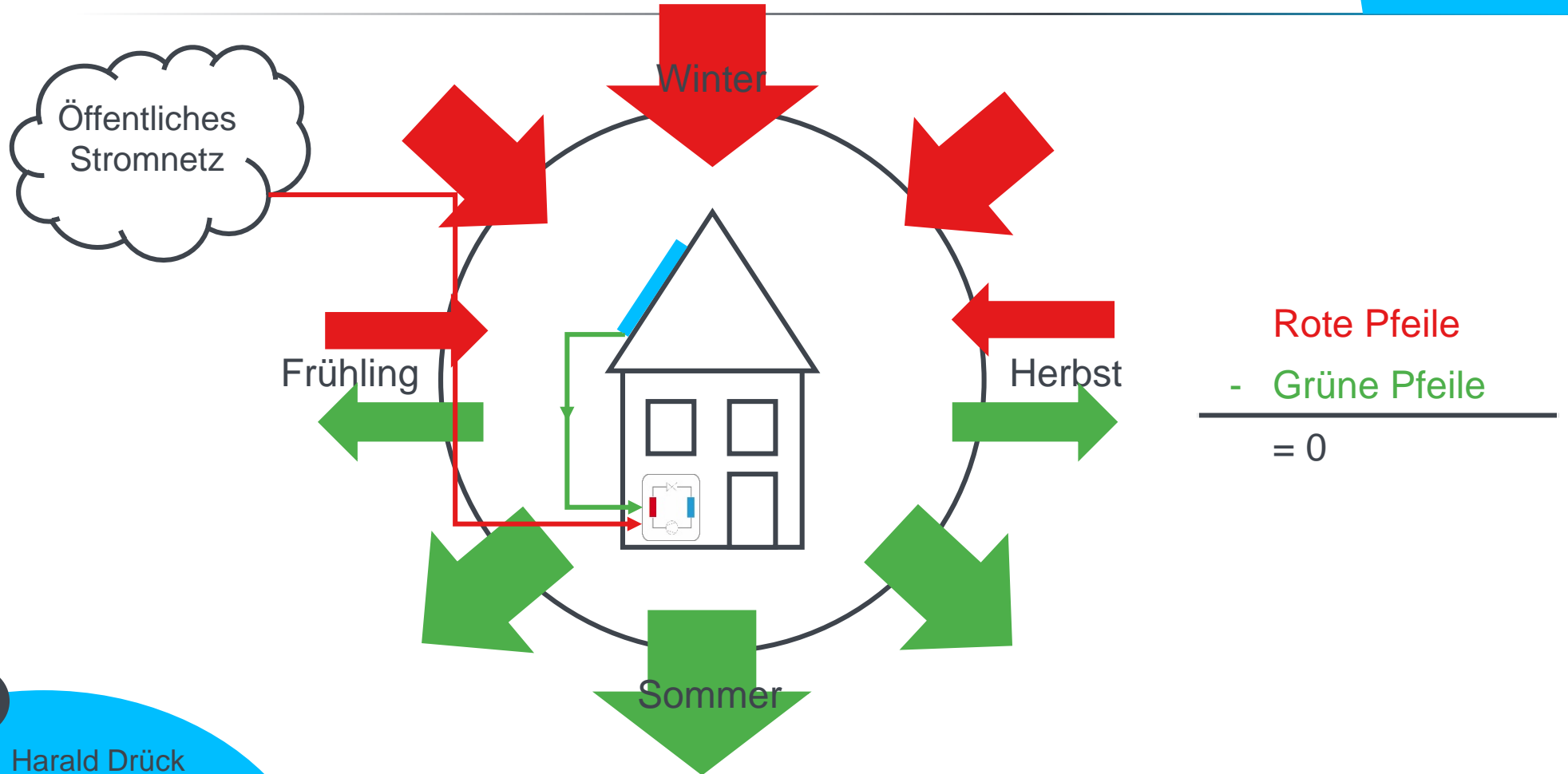
### ▪ Ansatz 3: **Reell**

- Zu jeder Zeit im Jahr sind die energiebedingten  $\text{CO}_2\text{-}\ddot{\text{a}}\text{q}$  Emissionen nahezu Null



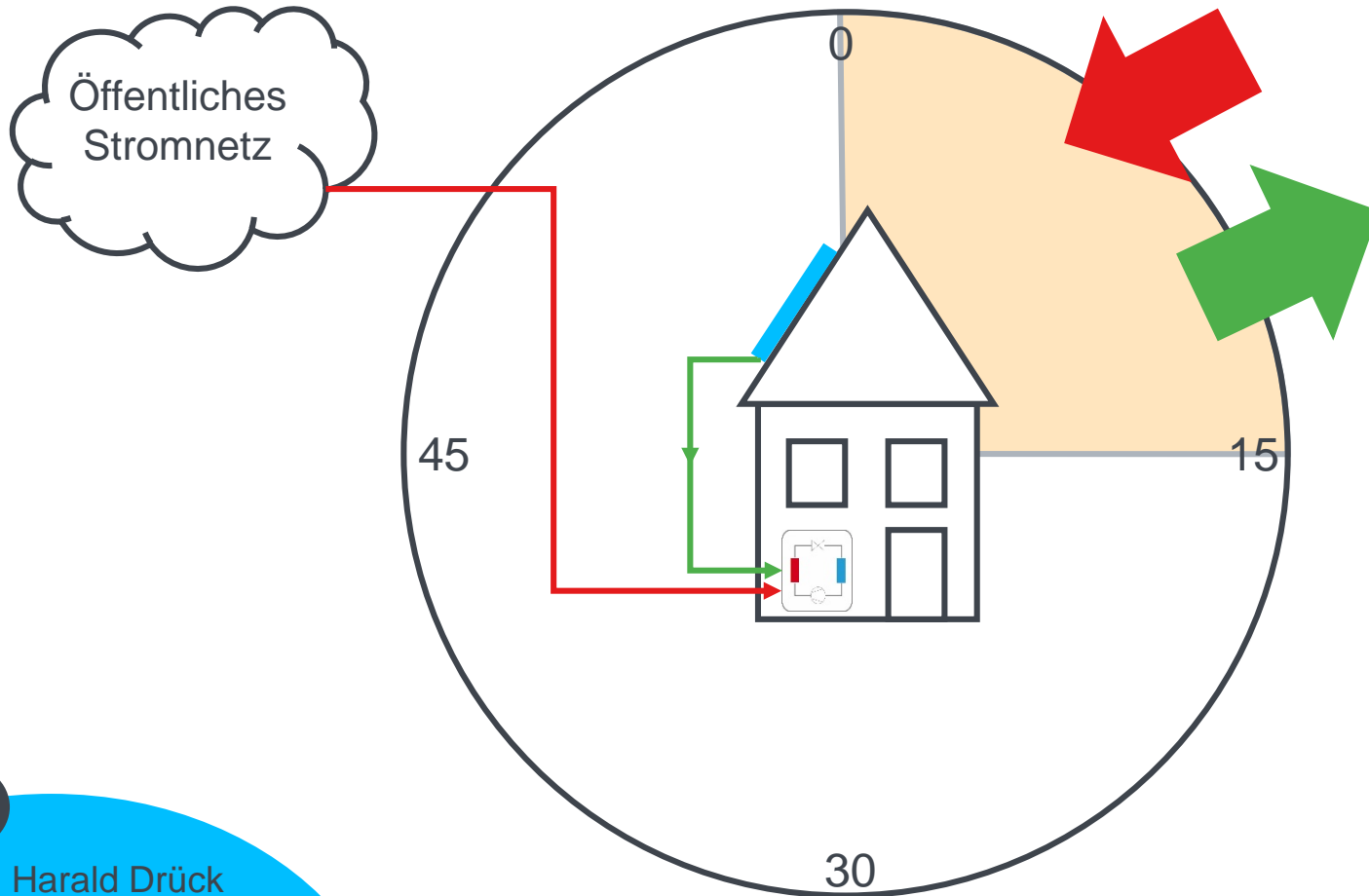
# Ansätze zur Definition von Klimaneutralität

## Bilanziell



# Ansätze zur Definition von Klimaneutralität

Reell



Rote Pfeile

- Grüne Pfeile

---

= 0

**Gibt es überhaupt  
einen Unterschied  
zwischen den  
Ansätzen?**

**Klimaneutral ist doch klimaneutral!**

# Klimaneutralität – Vergleich der Ansätze

## ▪ Ansatz 1: **Virtuell**

- Kompensation der  $\text{CO}_2\text{-Äq}$  - Emissionen über Zertifikate oder andere Maßnahmen  
+ anfangs kostengünstig - globale Klimaneutralität damit nicht erreichbar

## ▪ Ansatz 2: **Bilanziell**

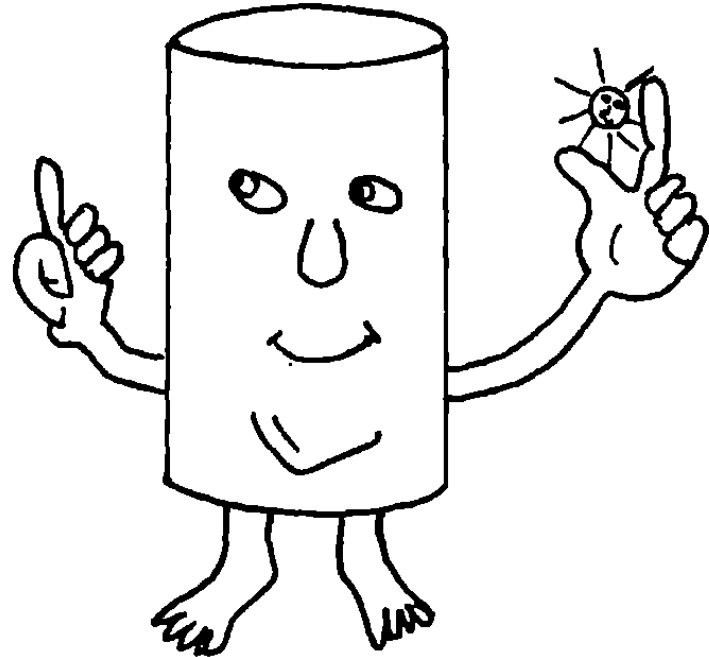
- Über das Jahr gesehen gleichen sich emittierte  $\text{CO}_2\text{-Äq}$  - Emissionen aufgrund von Energieverbräuchen und -importen mit  $\text{CO}_2\text{-Äq}$  - Emissionen freien Energieexporten aus  
+ relativ kostengünstig - funktioniert nur, wenn auch im Winter ausreichend „grüne Energie“ verfügbar ist

## ▪ Ansatz 3: **Reell**

- Zu jeder Zeit im Jahr sind die energiebedingten  $\text{CO}_2\text{-Äq}$  - Emissionen nahezu Null  
+ ermöglicht ganzheitliche Klimaneutralität - saisonale Energiespeicher erforderlich  
- kostenintensiv

## Energiespeicher sind eine Schlüsseltechnologie für

- die rationelle und effiziente Energienutzung
- und
- eine auf erneuerbaren Energien basierende Energieversorgung

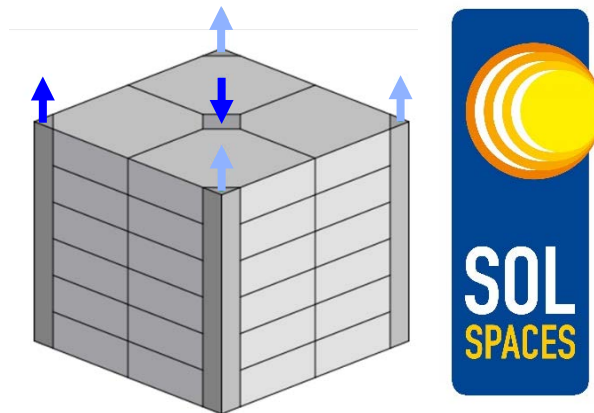


# Energiespeicher

Aktivitäten des IGTE (Auswahl)



Speicher mit  
Vakuumpwärmee-  
dämmung



Sorptionswärmespeicher



Eisspeicher



Thermo-Chemische  
Wärmespeicherung



Saisonale Wärmespeicherung in Kombination mit Solarthermie





Source: <https://www.youtube.com/watch?v=R3AUPzDkgxs>

All electric

## Abschätzung zukünftiger Strombedarf Deutschland

Endenergieverbrauch für div. Anwendungen und Energieträger:

- Strom:	550 TWh/a
- Wärme und Kälte*	1.200 TWh/a
- Verkehr:	650 TWh/a
<b>Total:</b>	<b>2.400 TWh/a</b>

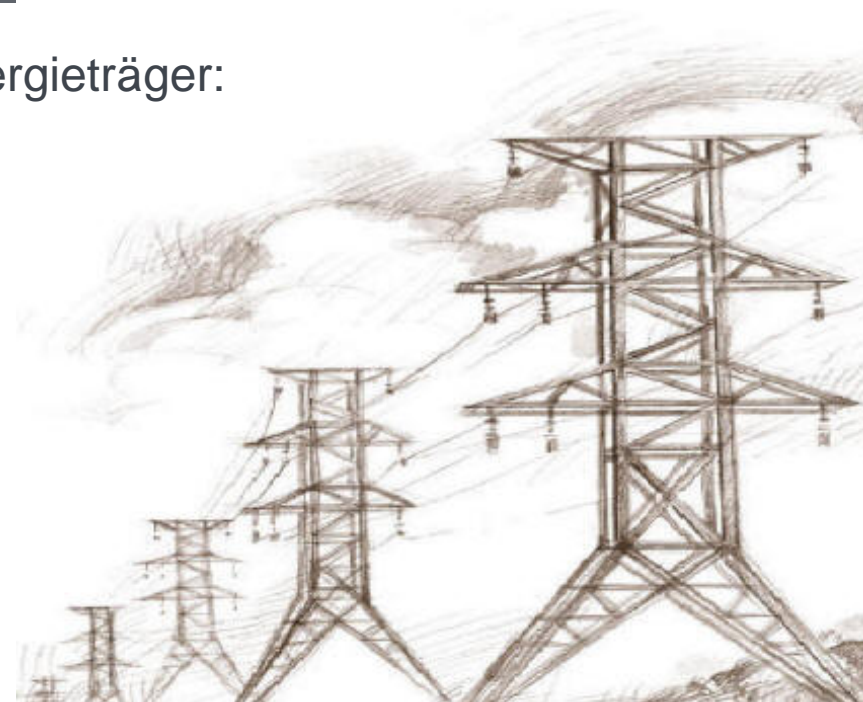
\*ohne Strom für Wärme und Kälte

### Note:

Zahlen gerundet: Quelle:

[https://www.erneuerbare-energien.de/EE/Navigation/DE/Service/Erneuerbare\\_Energien\\_in\\_Zahlen/Zeitreihen/zeitreihen.html](https://www.erneuerbare-energien.de/EE/Navigation/DE/Service/Erneuerbare_Energien_in_Zahlen/Zeitreihen/zeitreihen.html)

File: zeitreihen-zur-entwicklung-der-erneuerbaren-energien-in-deutschland-1990-2018-excel.xlsx bzw. 2019\Energy\_DE1.xlsx



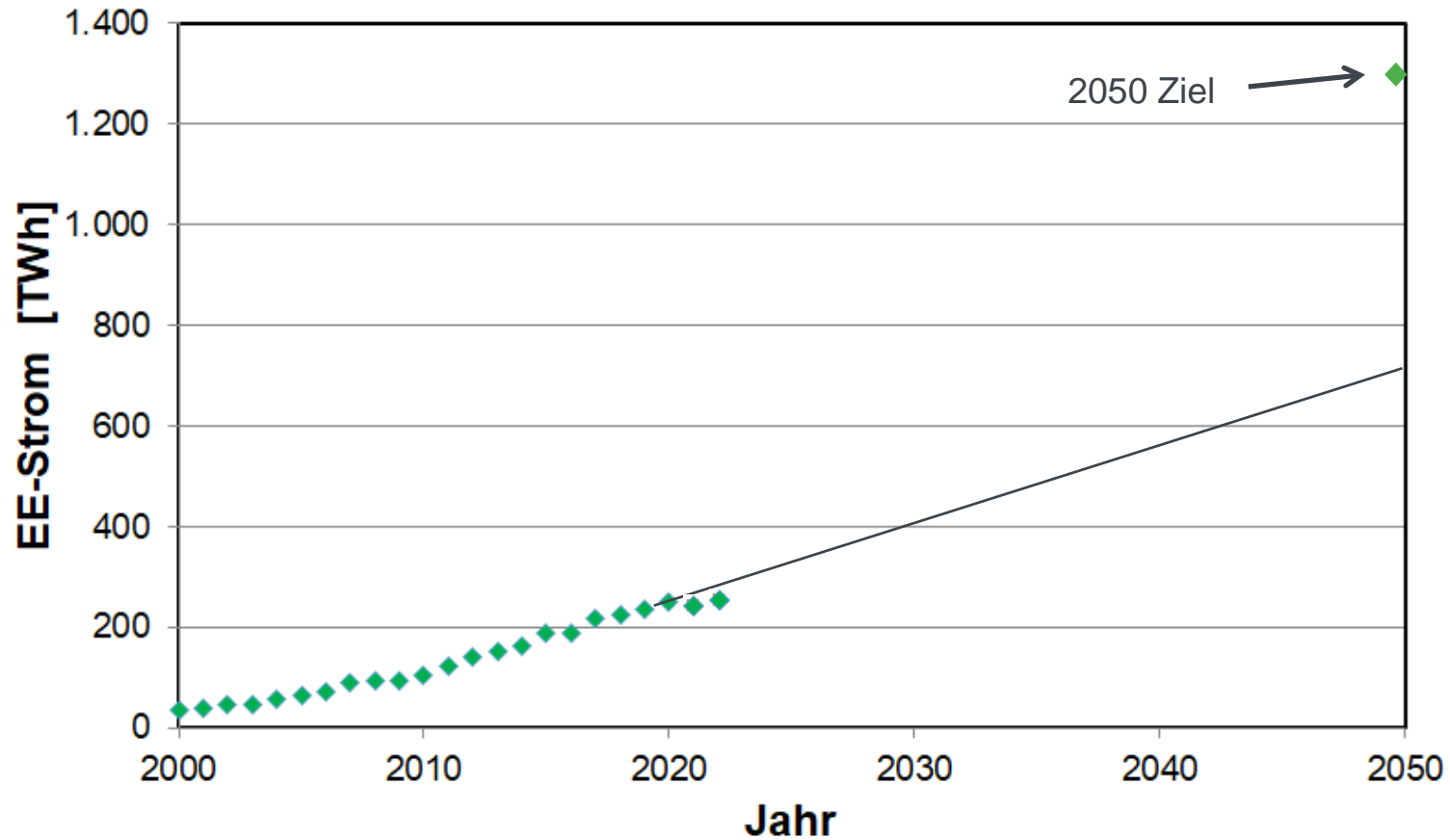
All electric

## Abschätzung zukünftiger Strombedarf Deutschland

### Annahmen

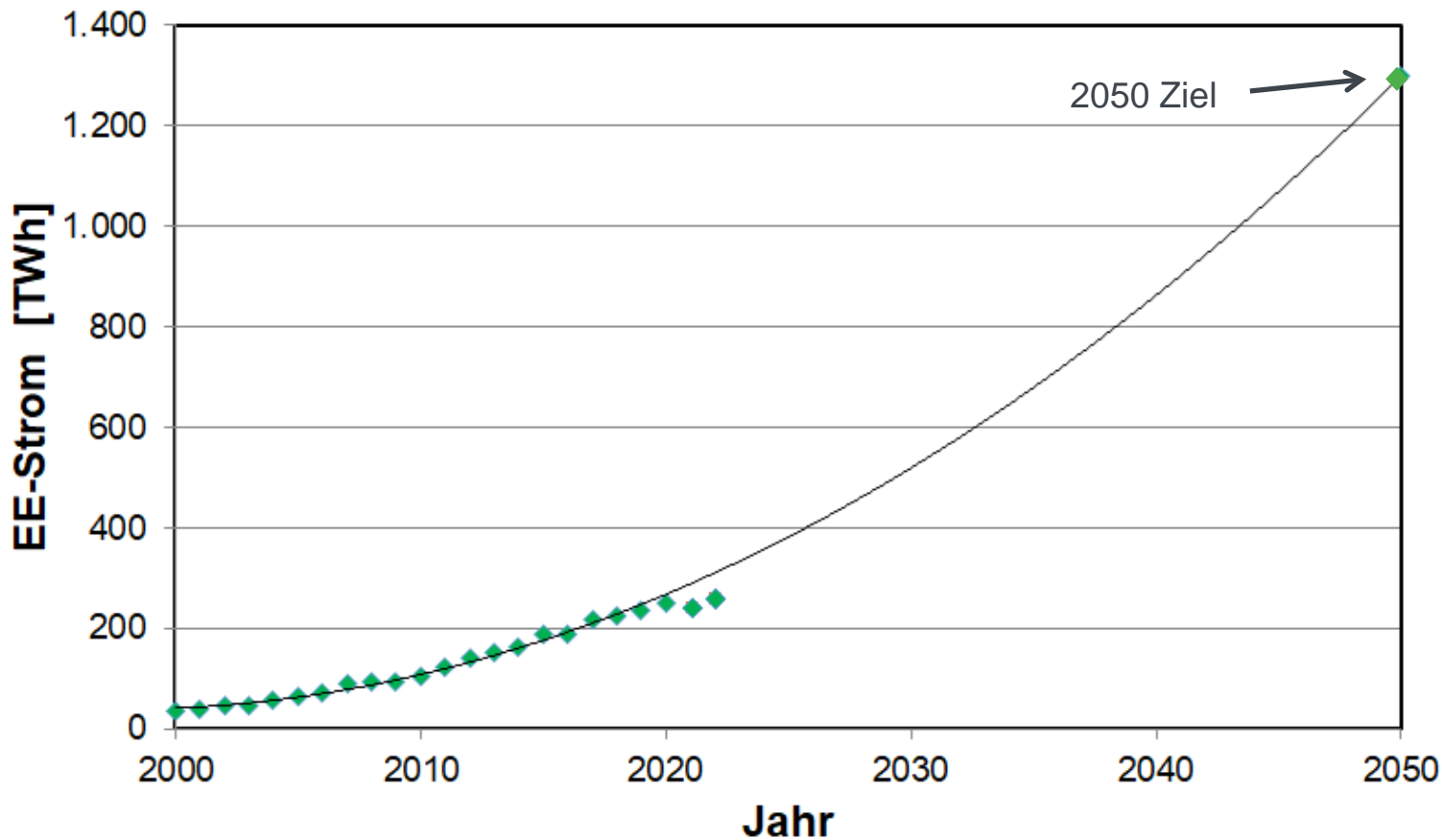
- 550 TWh/a für bisherige „traditionelle“ Stromanwendungen wie Antrieb von Maschinen, Beleuchtung und IT sind auch zukünftig vorhanden
  - 1.200 TWh/a für Heizung und Kühlung (bisher Öl, Gas und etwas Biomasse) verringern sich auf 800 TWh/a und werden wie folgt bereitgestellt:
    - 600 TWh/a durch Wärmepumpen → Strombedarf 200 TWh/a
    - 200 TWh/a direkt durch Strom → Strombedarf 200 TWh/a
  - 650 TWh/a für Verkehr reduzieren sich auf 200 TWh/a und werden wie folgt bereitgestellt:
    - 100 TWh/a durch eFuels → Strombedarf 250 TWh/a
    - 100 TWh/a als Strom (e-Mobility) → Strombedarf 100 TWh/a
- Zukünftiger Strombedarf insgesamt: 1.300 TWh/a**

# Erzeugung „grüner Strom“ Deutschland

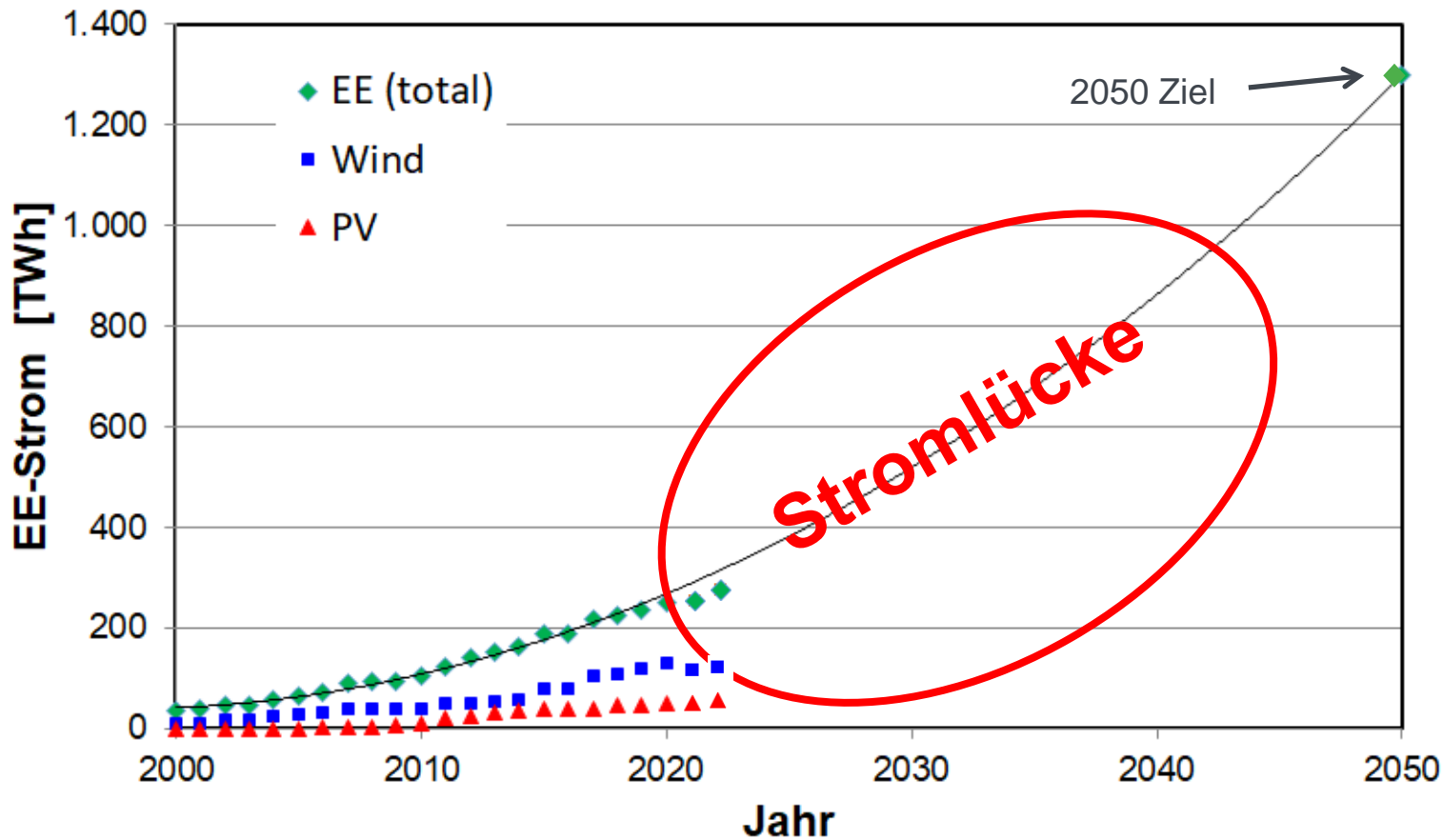


Source: 2023\EE\_Stom\_DE+EU1.xlsx

# Erzeugung „grüner Strom“ Deutschland



Source: 2023\EE\_Stom\_DE+EU1.xlsx



Source: 2021\EE\_Stom\_DE3.xlsx

All electric  
Erzeugung „grüner Strom“ Deutschland

... und das alles noch ohne grünen Wasserstoff



## Fazit „all electric“

- Selbst wenn das Ziel von 1.300 TWh grünem Strom bis zum Jahr 2050 erreicht werden würde, ist in den nächsten Dekaden eine signifikante „Stromlücke“ vorhanden.
- Daher müssen alle verfügbaren erneuerbaren Energien genutzt werden.
- Die Technologien zur Nutzung aller erneuerbarer Energien müssen weiterentwickelt werden.
- Ebenso Technologien zur Steigerung der Energieeffizienz

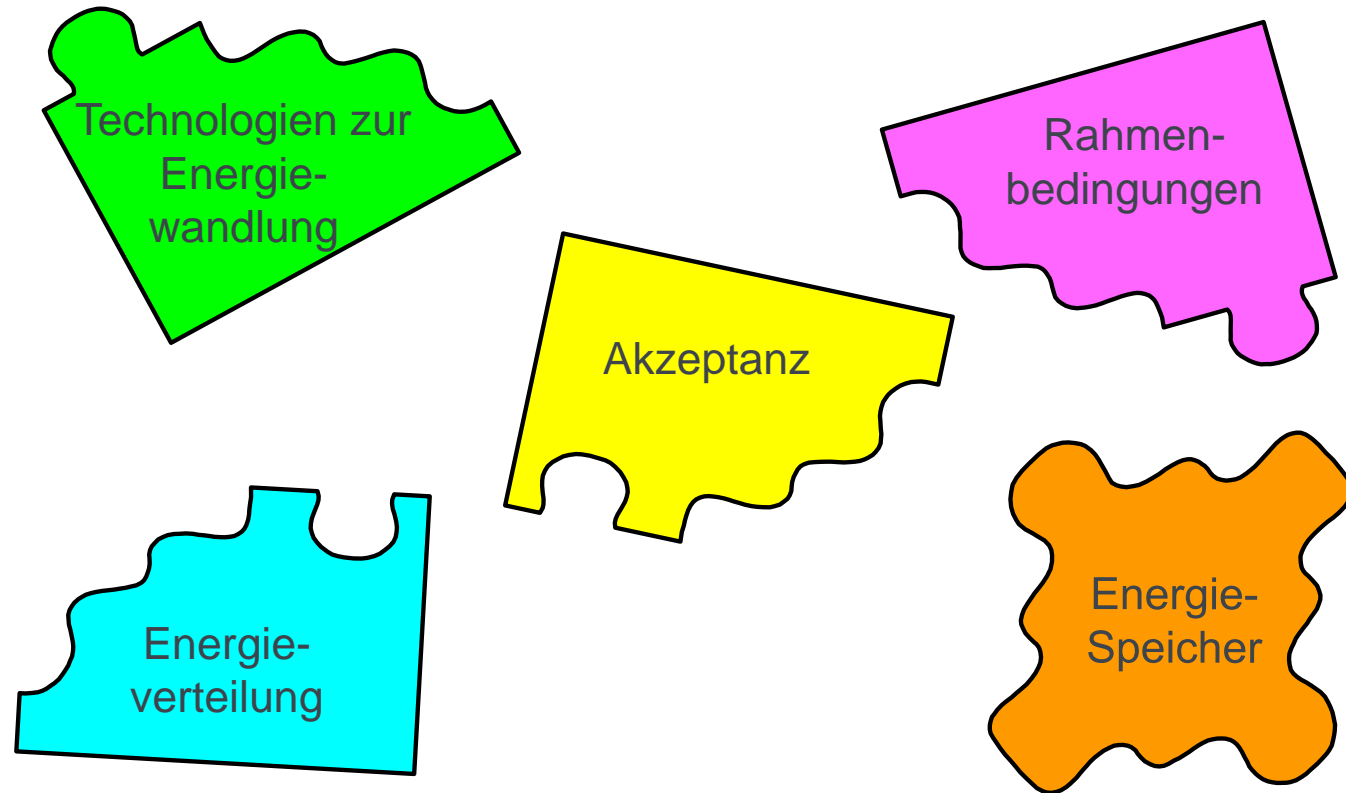
## Und

- Die meisten Dinge dauern länger als gedacht .....
- .... und entwickeln sich anders als geplant!



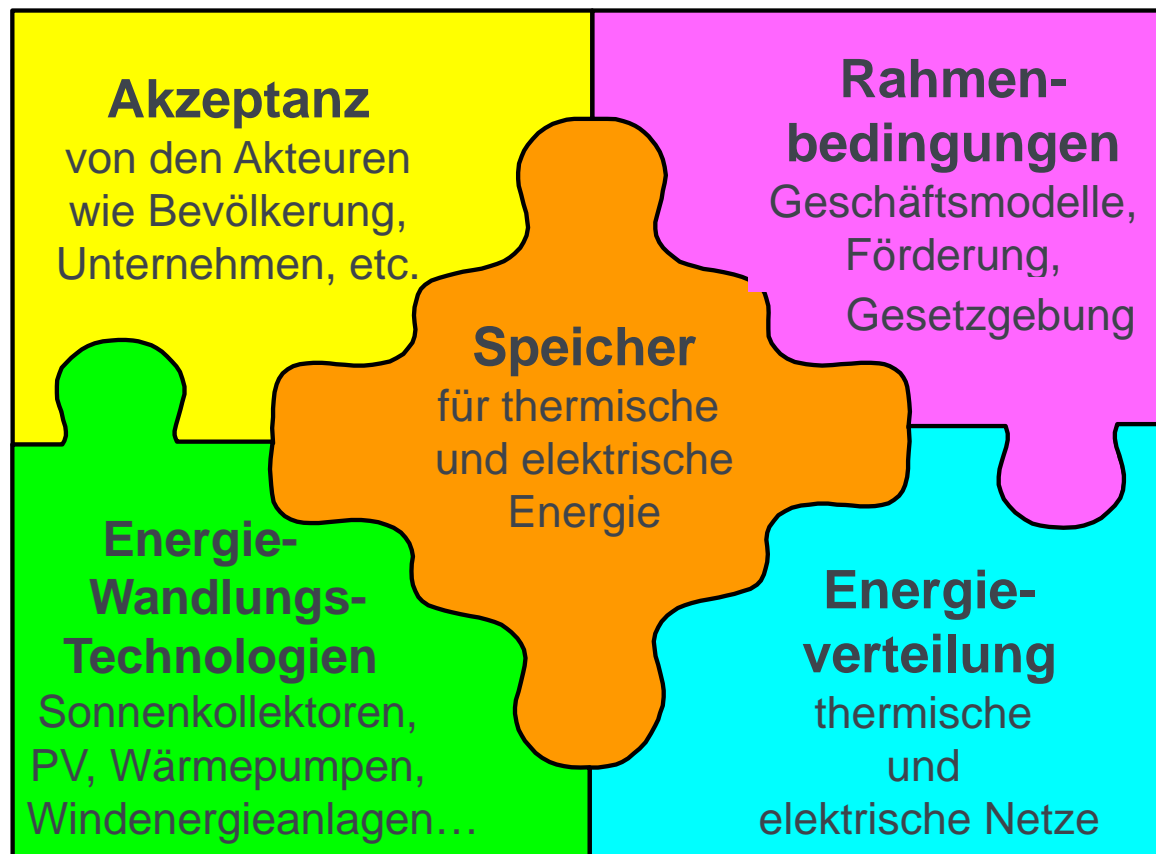
# Conclusio

## Die Elemente unseres Energiesystems



## Conclusio

Ein zukunftsfähiges und resilientes Energiesystem basiert auf einem angepassten und breiten Technologie-Portfolio!





**Universität Stuttgart**

Institut für Gebäudeenergetik, Thermotechnik und Energiespeicherung (IGTE)

## Forschen für die Energiewende - Gerne auch gemeinsam mit Ihnen!



### **Dr. Harald Drück**

Koordinator Forschung und Bereichsleiter "Nachhaltige Gebäude und Quartierskonzepte,  
Leiter Prüfbereich „Solar“

Adjunct Professor Rajagiri School of Engineering & Technology (RSET), Rajagiri, Kochi, India

E-Mail [harald.drueck@igte.uni-stuttgart.de](mailto:harald.drueck@igte.uni-stuttgart.de)

Telefon +49 (0) 711 685 - 63553

[www.igte.uni-stuttgart.de](http://www.igte.uni-stuttgart.de)

Universität Stuttgart

Institut für Gebäudeenergetik, Thermotechnik und Energiespeicherung

70550 Stuttgart

