

Energiewende im Haushalt

„STEDTER FORUM“ - 21. April 2021

$$6 \times 6 = 36$$

$$4 : 1 = 4$$



Agenda:

Teil 1 (15 – 20 min Vortrag; 15-20 min Fragen/Diskussion):

Die „neuen“ Rahmenbedingungen für Haushalte aus der Energiewende

Energiedaten, Ziele Paris Agreement

Energiepreise

Energieträger / Mobilität

Teil 2 (15 – 20 min Vortrag; 15-20 min Fragen/Diskussion):

Technische Umsetzung der Energiewende im Haushalt

Energieeffizienz (Energiesparen)

Heizung

Anforderungen des Klimawandels

Worum geht es heute?

Es geht in dieser Veranstaltung nicht darum

Komfortverzicht zu propagieren oder
neuste Forschungsergebnisse / Technologien zu präsentieren

sondern es ist Zeit zum Handeln und die Maßnahmen sollen

einfach umsetzbar & wirtschaftlich sein
und den größten möglichen Effekt haben.

Daher:

- Konzentration auf Maßnahmen mit hohem Einsparpotential von CO₂-Emissionen
- Einsatz aktuell erhältlicher Technologie
und nicht „träumen“ von zukünftigen technischen Entwicklungen !

Wir haben keinen Ideenstau sondern ein Umsetzungsproblem !!!!

Energiewende

Ziele:

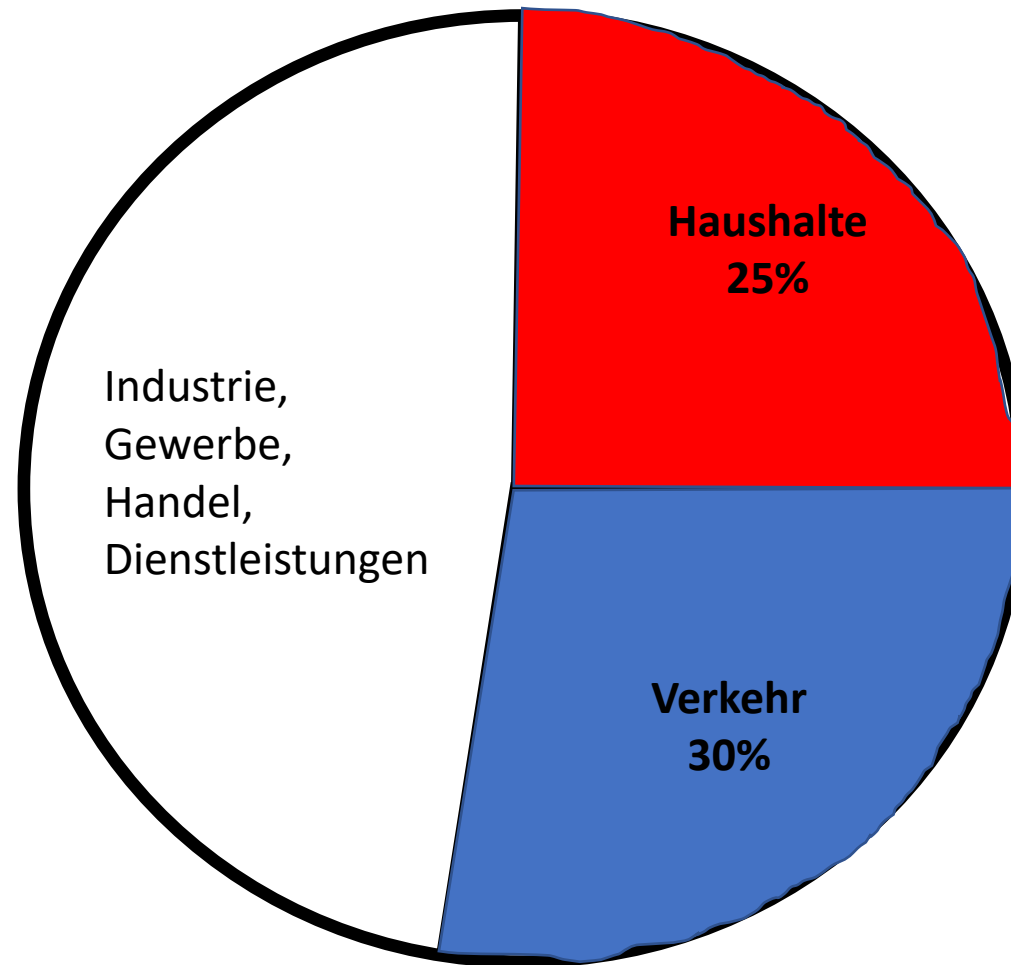
- Ausstieg Kernenergie
- Ausstieg Kohleverstromung
- CO2-neutrale Beheizung
- CO2-freie Mobilität
- CO2-neutrale Energieversorgung (EU 2050)

Maßnahmen:

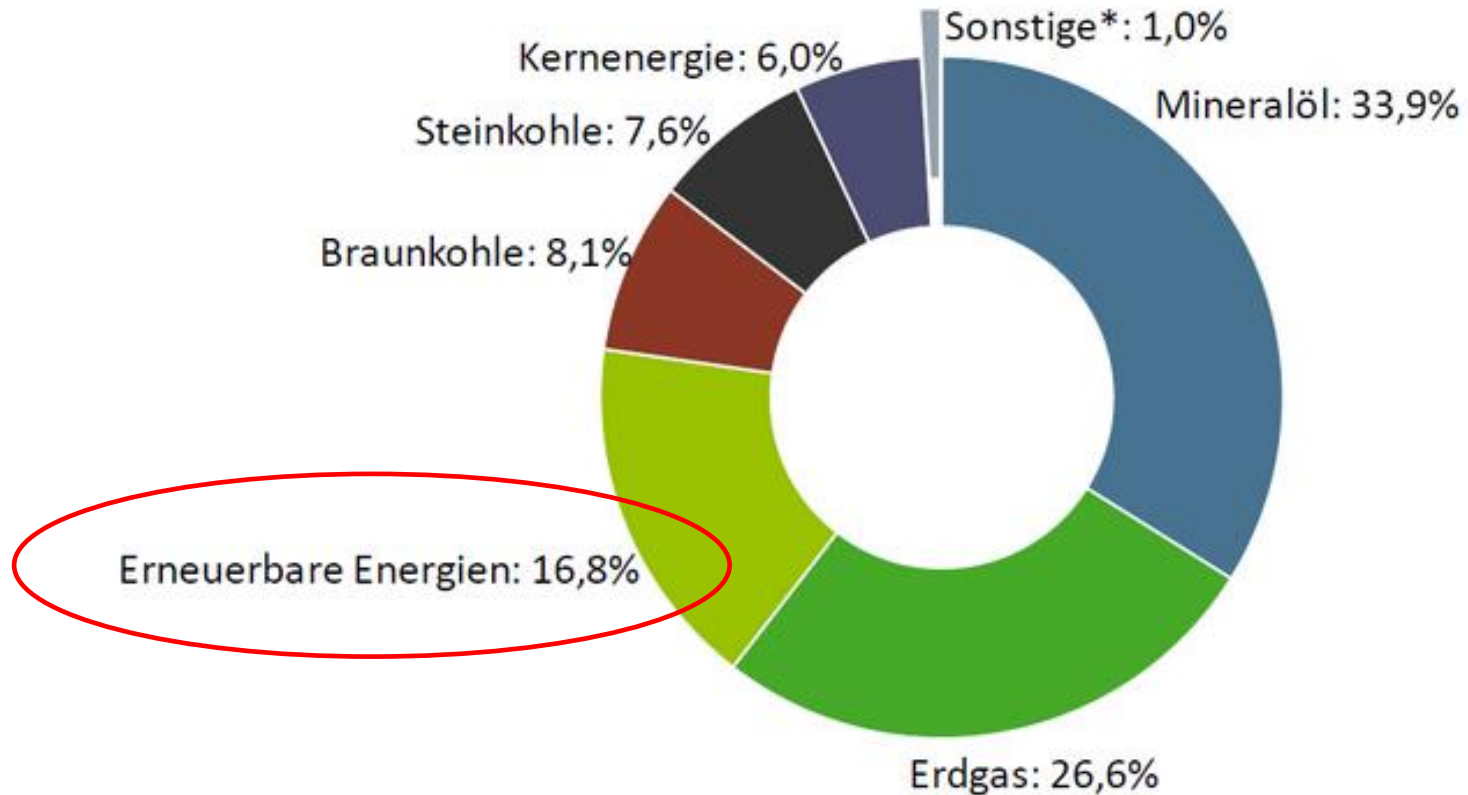
- Ausbau erneuerbare Stromproduktion
- Netzausbau zur Stromverteilung
- Stromspeicherausbau
- E-Mobilität
- Power-to-Gas, Power-to-X
- Wasserstoffwirtschaft
- Wärmewende in der Beheizung (Power-to-Heat)
-

Sektorenkopplung

Energieverbrauch in Deutschland



Primärenergieverbrauch Deutschland 2020 (~ 3.250 TWh)



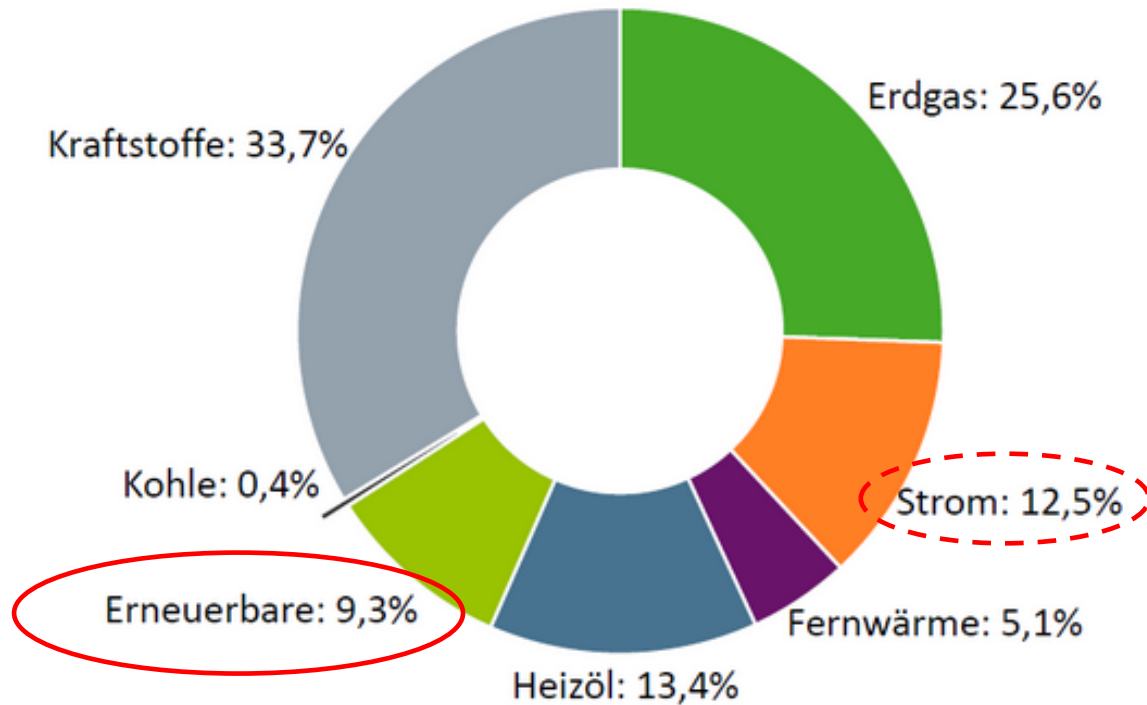
77% fossil

**EU-Ziel:
2050 klimaneutral**

1 TWh = 1 Billion Wattstunden = 1 Milliarde kWh

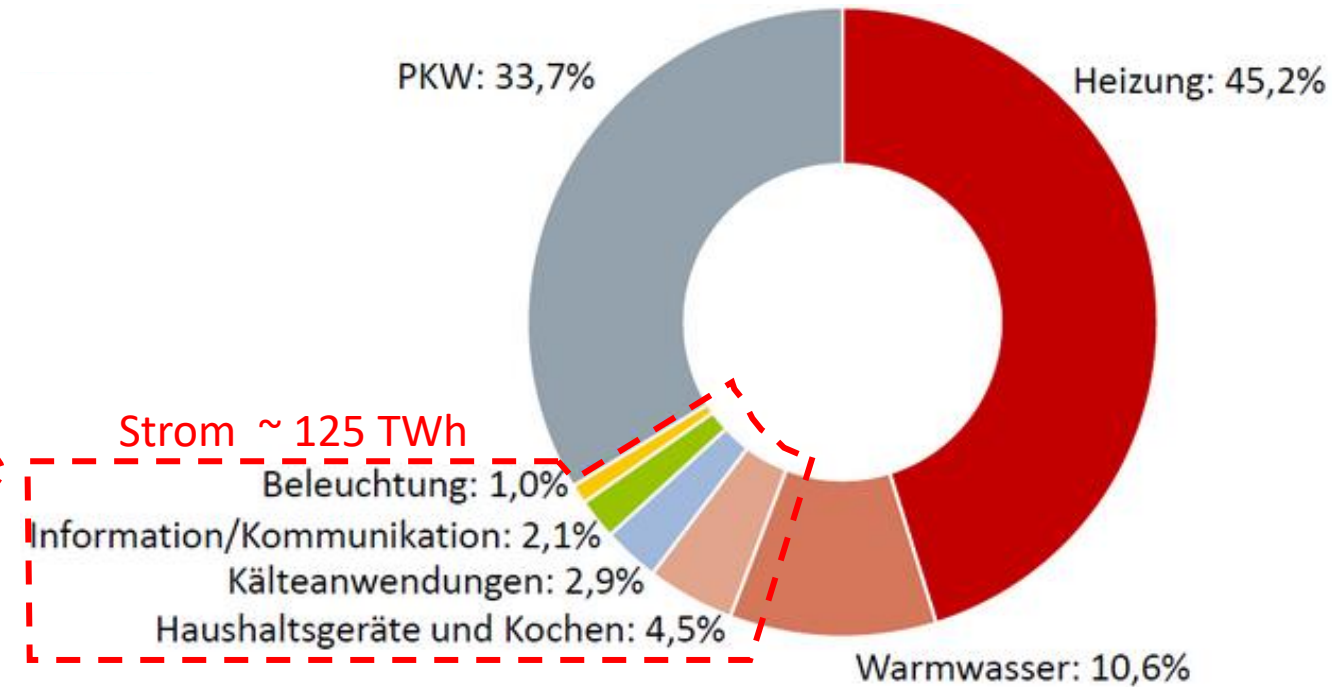
Primärenergieverbrauch Haushalte 2020 (~ 1.000 TWh)

Wo kommt die Energie her?



~ 85% fossil

Wo geht die Energie hin?



* vorläufig

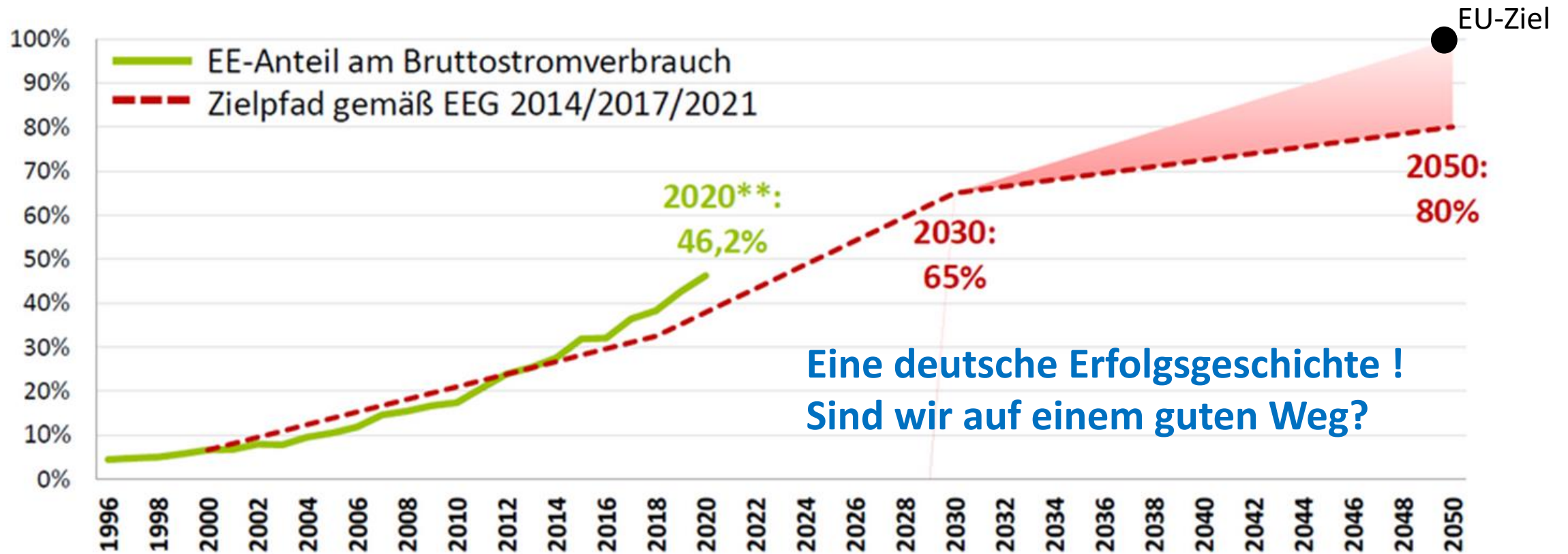
Quellen: AGEb, DIW, Berechnungen des BDEW, Stand 02/2021

Energie für PKW:	~ 340 TWh	-> e-Mobilität
Energie für Heizen:	~ 450 TWh	-> Wärmewende



Sektorenkopplung

Entwicklung des Anteils erneuerbarer Stromerzeugung in D

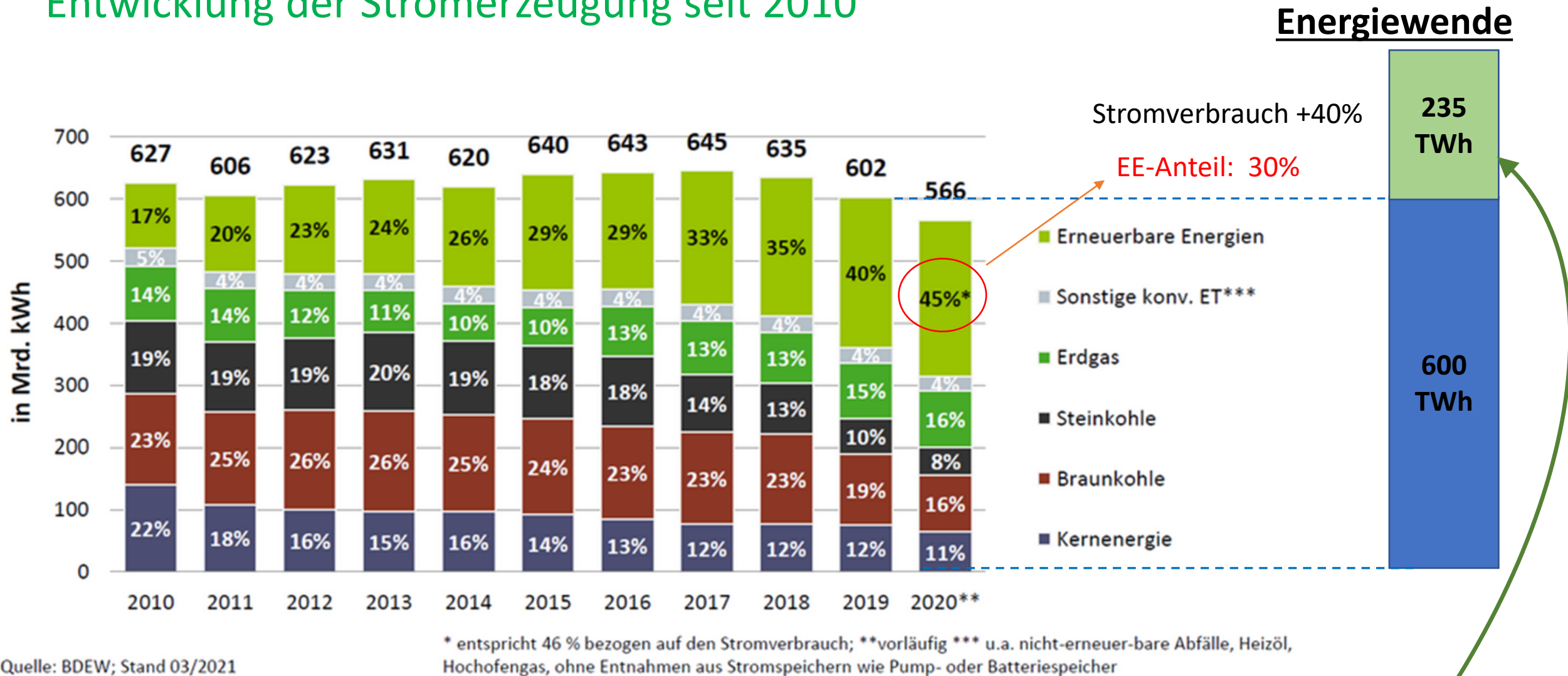


Quellen: BDEW, ZSW; Stand 03/2021

* EEG 2021: treibhausgasneutrale Stromerzeugung im Jahr 2050

** vorläufig

Entwicklung der Stromerzeugung seit 2010

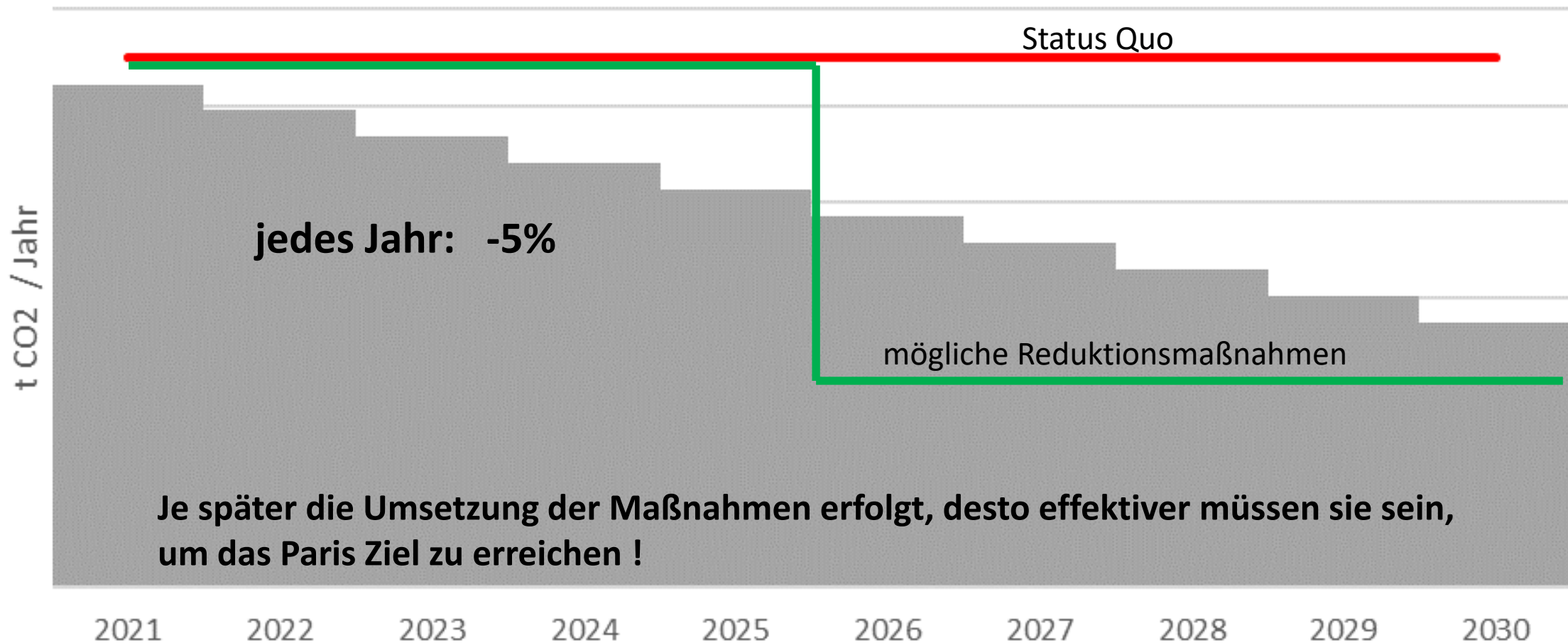


Energie für PKW:	~ 340 TWh	=>	35% Wirkungsgrad	=>	E-Auto :	120 TWh
Energie für Heizen:	~ 450 TWh	=>	4:1 Wärmepumpe	=>	Stromheizung:	115 TWh

Klimaziele Paris Agreement

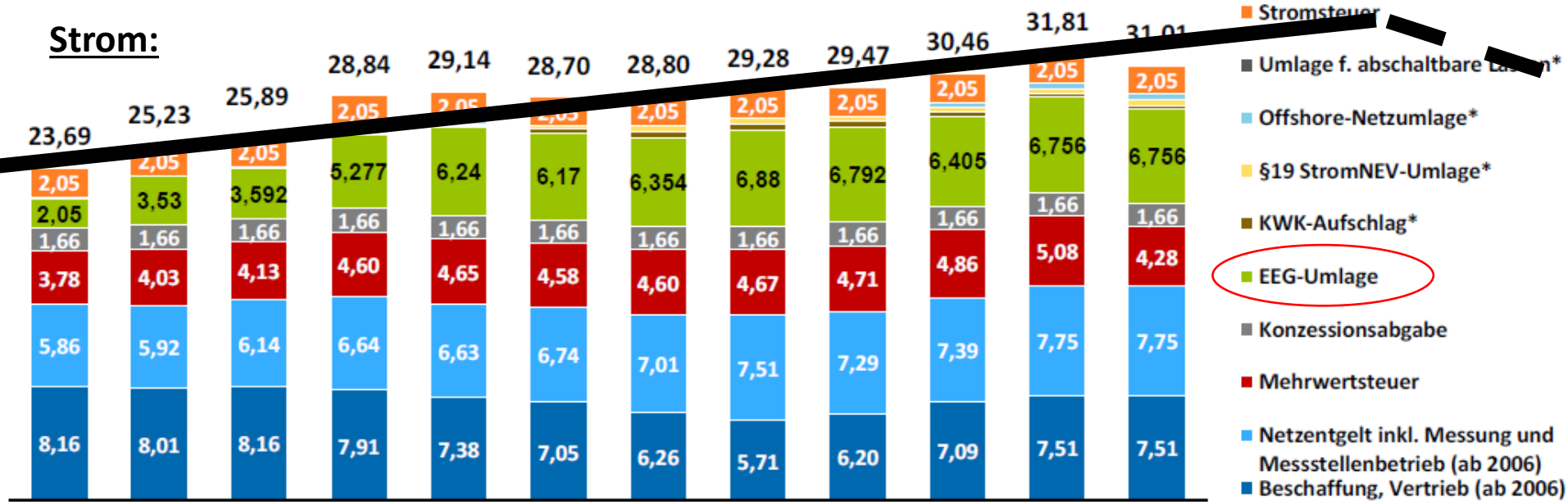


PARIS2015
UN CLIMATE CHANGE CONFERENCE
COP21·CMP11



Energiepreisentwicklung

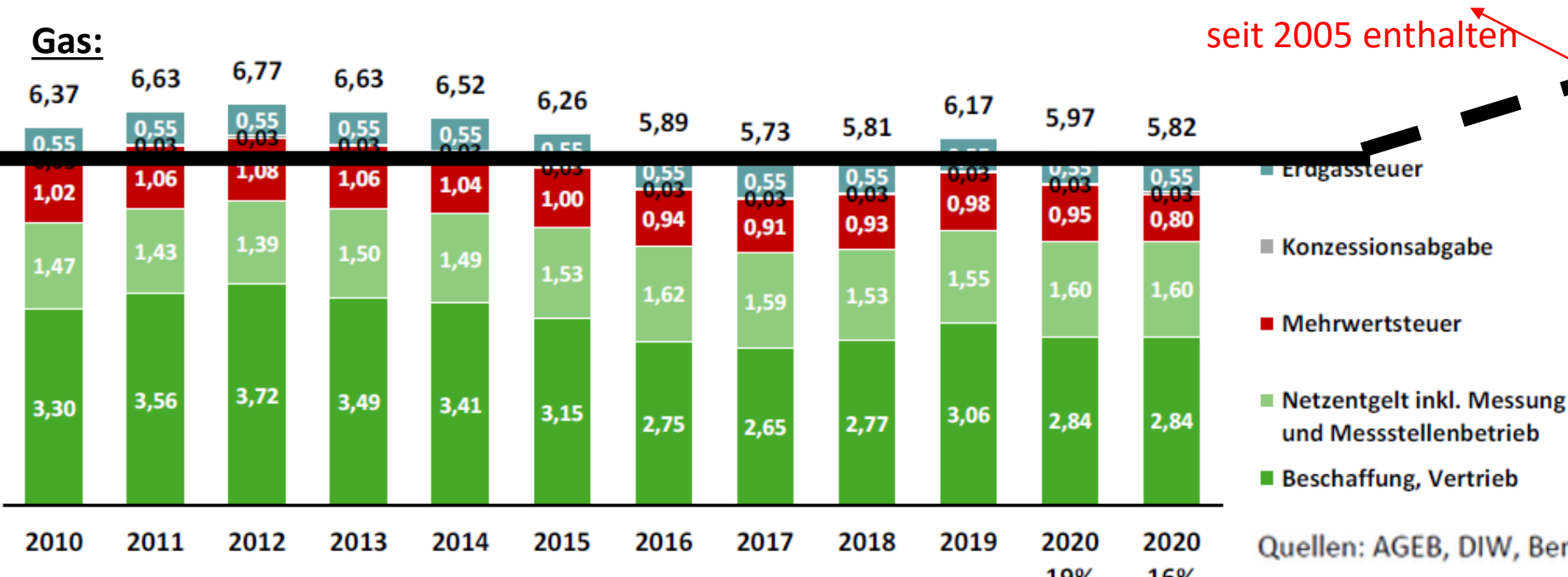
Strom:



EEG-Umlage (Strom):

2020: 6,75 ct/kWh
 2021: 6,50 ct/kWh
 2022: 6,00 ct/kWh
 2023: 0 ???

Gas:

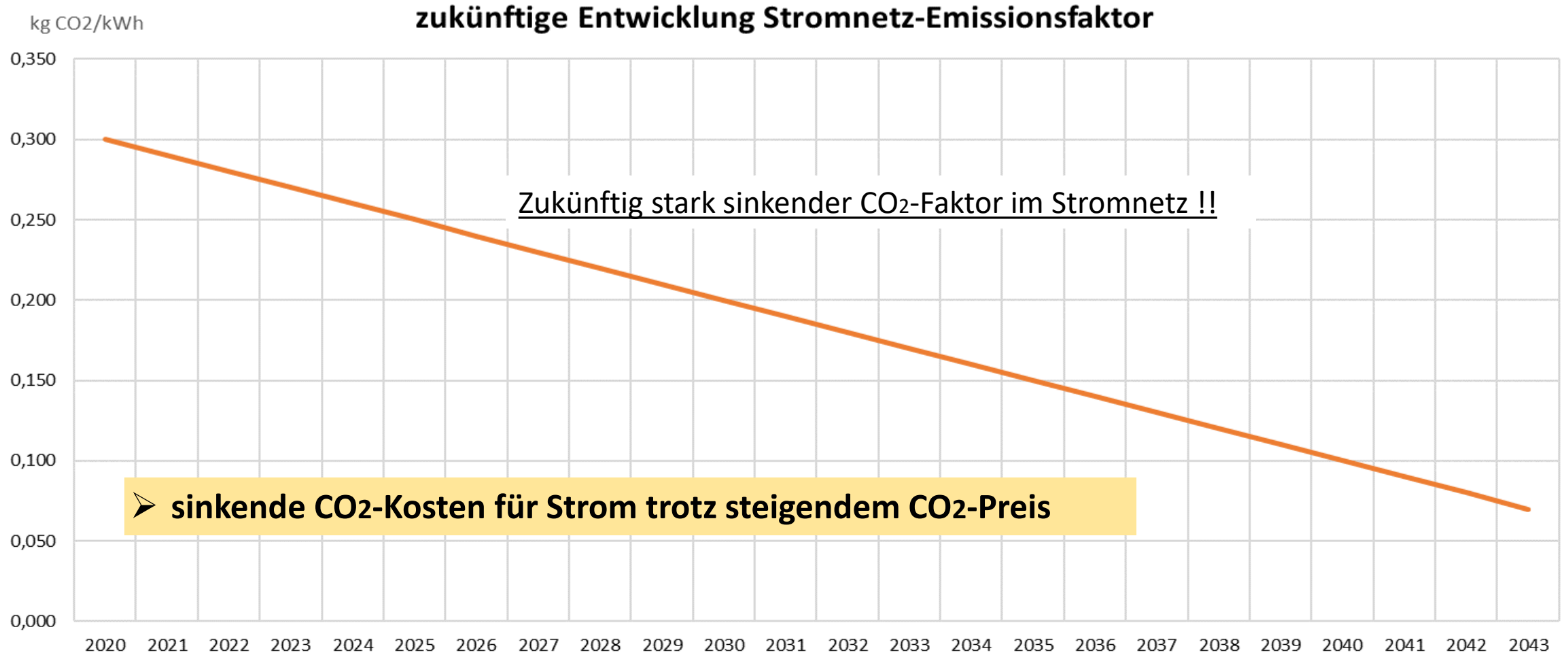


seit 2005 enthalten

CO2-Preis (Gas):

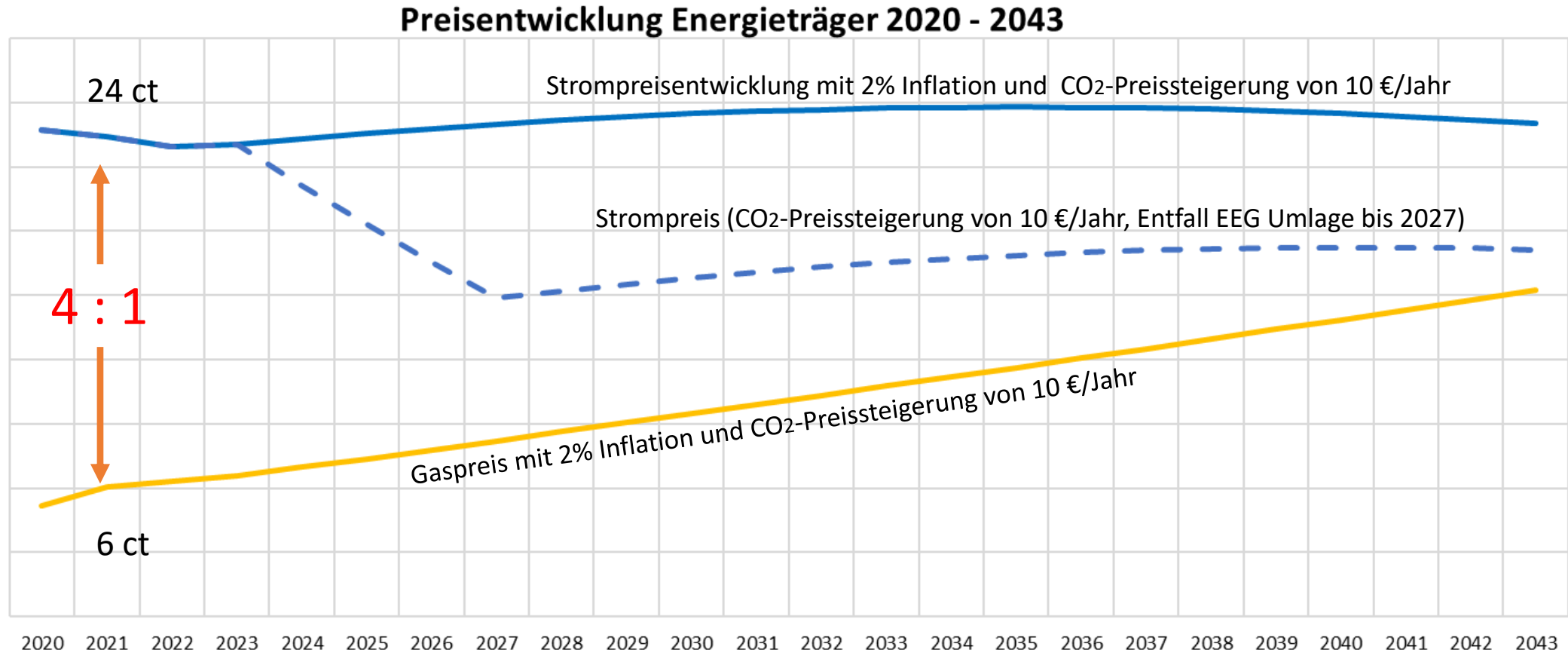
2020: 0,00 ct/kWh
 2021: 0,50 ct/kWh
 2022: 0,60 ct/kWh
 2023: 0,70 ct/kWh
 2024: 0,90 ct/kWh
 2025: 1,10 ct/kWh
 2026ff: 3,50 ???

CO₂-Stromnetzfaktor



Energiepreisprognose

ct/kWh



bisher gesetzlich umgesetzt:

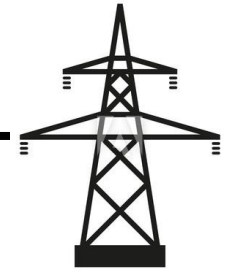
Sinken der EEG-Umlage bis 2022: => **Strompreis: -5%**

CO₂-Preis bis 2025: => **Gaspreis: +30%**

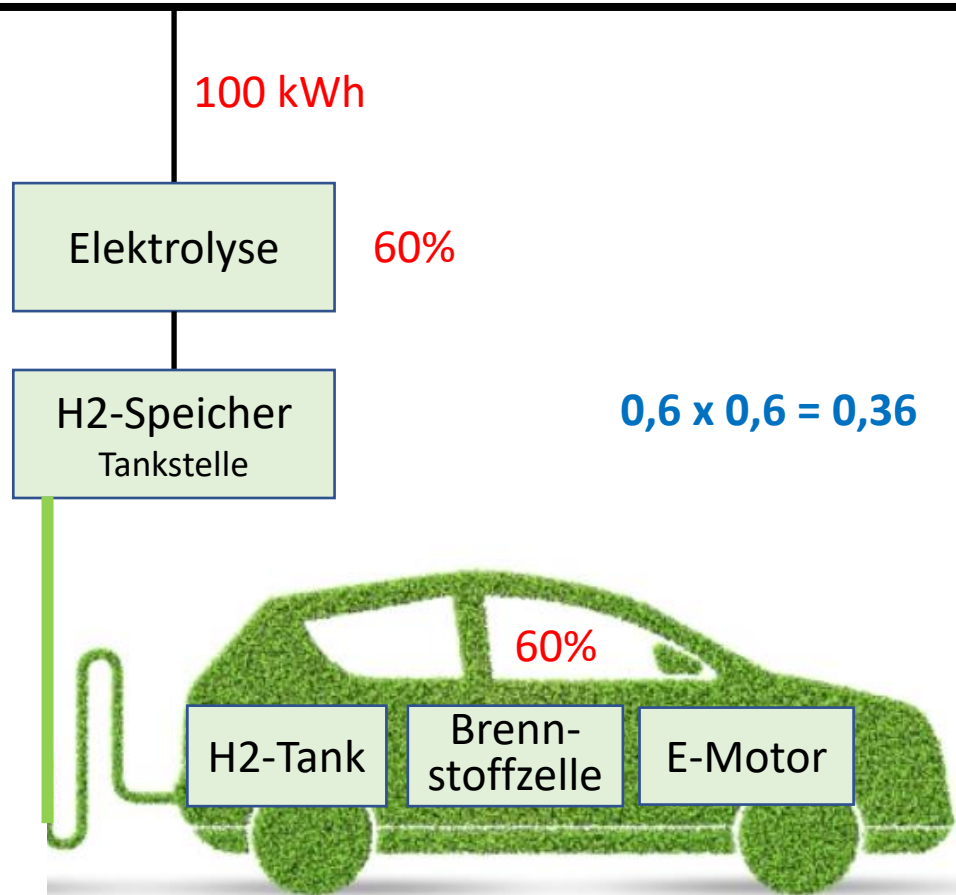
Mobilität

$$0,6 \times 0,6 = 0,36$$

Vergleich Wasserstoff-Auto und e-Auto

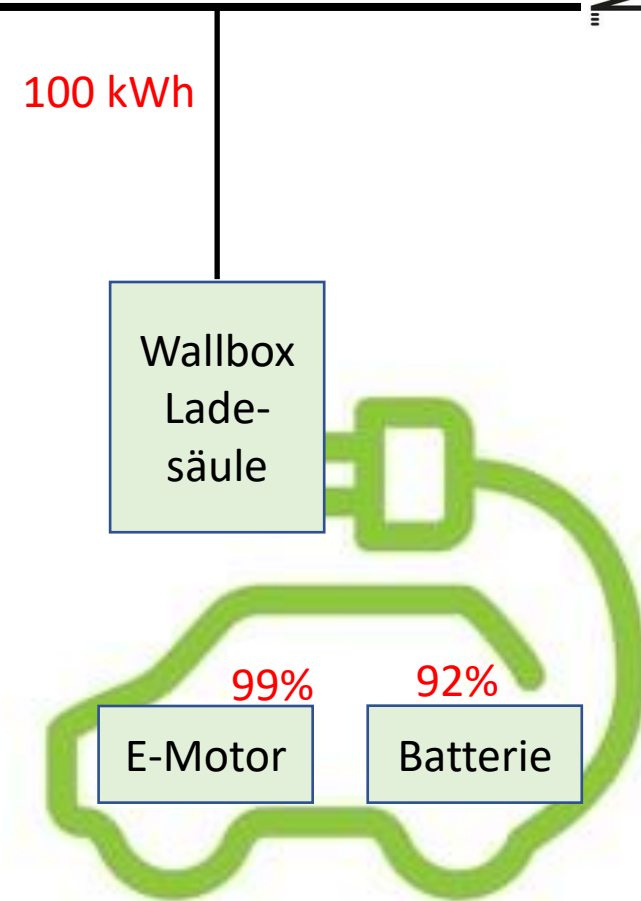


#68417024



Wasserstoffauto:

Fahrleistung: 180 km



E-Auto:

Fahrleistung: 500 km

Wasserstoff

- Wasserstoff ist nur ein Energiespeicher
- Eine nachhaltige Wasserstoffwirtschaft lässt sich nur mit **erneuerbarem „grünem“ Wasserstoff** aufbauen.
- Heutige Wirkungsgrade des Elektrolyseurs liegen bei ca. 60% Prozent
- Brennstoffzellen auf Basis von Erdgas erreichen bereits elektrische Wirkungsgrade von 60 Prozent.
- Wasserstoffautos haben Reichweitevorteile! **Wie oft fahren wir Strecken von mehr als 100 km ???**
- Speicherung von Strom in Wasserstoff mit anschließender Rückverstromung hat momentan nur Gesamtwirkungsgrade unter 35% (Vergleich: Li-Ionen-Akkus > 90%, Pumpspeicherwerke: <80%)
- **Entstehende Kapazitäten für Wasserstoff werden hauptsächlich für den Schwerlasttransport, öffentlichen Nahverkehr, sowie industrielle Prozesse (Stahlerzeugung) benötigt.**

„Wasserstoff ist der Champagner der Energiewende,

aber wir können nicht jeden Tag Champagner trinken !“

Wallbox



Typische Wallboxen:

- 1-phasig 16 A bis 3,4 kW
- 1-phasig 32 A bis 4,6 kW (Phasenschieflast beachten)
- 1-phasig 32 A bis 7,4 kW mit PV Boost
- 3-phasig 16 A bis 11 kW
- 3-phasig 32 A bis 22 kW

Ladeeinrichtungen größer 3,6 kW müssen beim Netzbetreiber angemeldet werden.

Ladeeinrichtungen größer 12 kW Summenleistung müssen vom Netzbetreiber genehmigt werden.

Der minimale Ladestrom beträgt 6 A je Phase. Minimale Ladeleistung: **1,3 kW (1-phasig) , 4,6 kW (3-phasig)**

Laden mit PV-Strom:

Bei PV-Anlage: Möglichst Wallbox mit automatischer Phasenumschaltung !

1-phasig

PV Erzeugung

min. 1,3 kW Überschuss

Regulärer Netzbezug

3-phasig

PV Erzeugung

Laden aus PV-Batterie ???

Regulärer Netzbezug

Ladestationen für Elektroautos – Wohngebäude (KfW-Programm Zuschuss 440)

- Zuschuss von 900 Euro pro Ladepunkt (max. 2 je WE)
- Für den Kauf und die Installation von Ladestationen an privat genutzten Stellplätzen von Wohngebäuden
- Für Eigentümer und Wohnungseigentümergeinschaften, für Mieter und Vermieter
- Nicht antragsberechtigt sind Unternehmen, die Ladestationen für eine gewerbliche Nutzung errichten wollen

Wichtig für die Förderung: Der Strom fürs Aufladen muss ausschließlich aus erneuerbaren Energien stammen, etwa vom Energieversorger mit Ökostrom-Tarif oder von der eigenen Photovoltaik-Anlage.

KfW: <https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Privatpersonen/Bestehende-Immobilie/Zuschussportal/Online-Antrag-Ladestationen-f%C3%BCr-Elektroautos/>

Ladesäulen für Einzelhandel, Hotel- und Gastgewerbe sowie Kommunen

Bis zu 80 % Förderung für Ladesäulen. Das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur stellt 300 Millionen € für den Aufbau von Ladeinfrastruktur bereit. **Förderprogramm: „Ladeinfrastruktur vor Ort“**

Wichtige Voraussetzungen:

- Ladestation muss öffentlich zugänglich sein
- Strom aus erneuerbaren Energien
- Maximal gibt es pro Ladepunkt 16.000 € (Schnellladepunkt) bzw. 4.000 € (bis zu 22 kW Ladeleistung).
- Außerdem wird der Netzanschluss sowie ein Pufferspeicher bezuschusst.

Smart Meter



Digitaler Stromzähler & Gateway

Zukünftig 3 Partner für die Strombelieferung:

- Stromlieferant
- Netzbetreiber
- Messstellenbetreiber

Erst einmal nur für Abnehmer > 6000 kWh/Jahr und PV-Anlagen > 7 kWp sowie Abnehmer mit abschaltbaren Wallboxen und Wärmepumpen.

Digitale Zähler : 20 €/Jahr
Smart Meter: 100 €/Jahr

- 1/4h Daten werden aktuell an den Netzbetreiber übertragen.
- Zusätzliche Dienstleistungen sind möglich.
- Tageszeitabhängige Stromtarife müssen angeboten werden !

Ende Teil 1

Fragen / Bemerkungen zu :

- Begrifflichkeit Energiewende – Wärmewende – Sektorenkopplung
- Energieverbrauch Deutschland / Haushalte / Verkehr
- Paris Agreement – CO₂-Emissionen
- Energiepreise – Strom, Gas , CO₂-Preis, EEG-Umlage
- E-Mobilität – Wasserstoff
- Ladesäulen / Wallboxen
- Smart Meter

Teil 2:

Technische Umsetzung der Energiewende im Haushalt

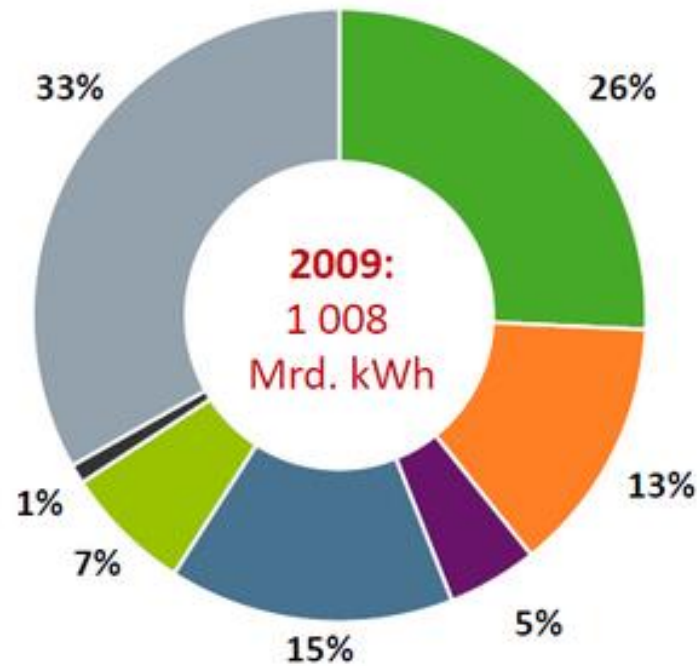
Energieeffizienz (Energiesparen)

Heizung

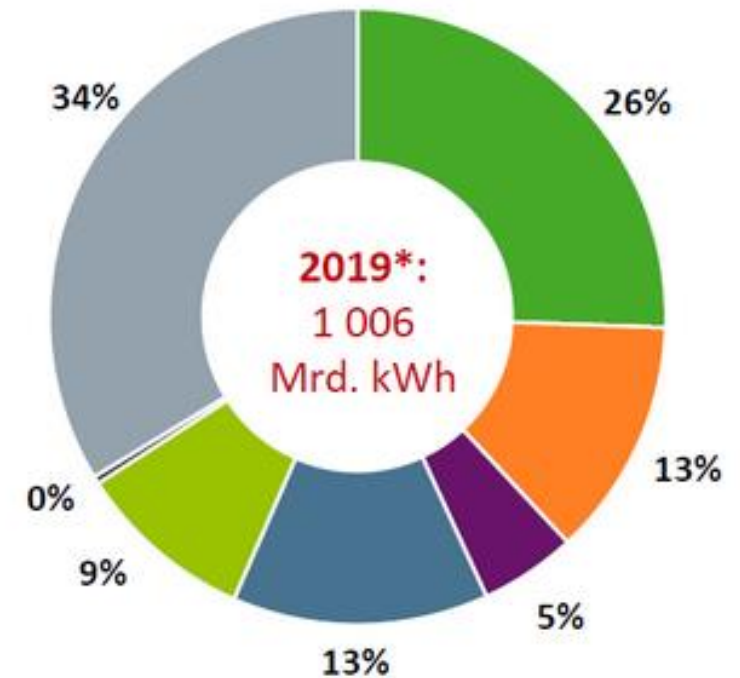
Anforderungen des Klimawandels

Energieverbrauch der Haushalte; 2009 vs. 2019

Endenergieverbrauch der privaten Haushalte nach Energieträgern – Zehnjahresvergleich



- Erdgas
- Strom
- Fernwärme
- Heizöl
- Erneuerbare
- Kohle
- Kraftstoffe



Quellen: AGEb, DIW, Berechnungen des BDEW, Stand 02/2021

* vorläufig

Im Endenergieverbrauch der Haushalte ist in den letzten 10 Jahren eigentlich nichts passiert!

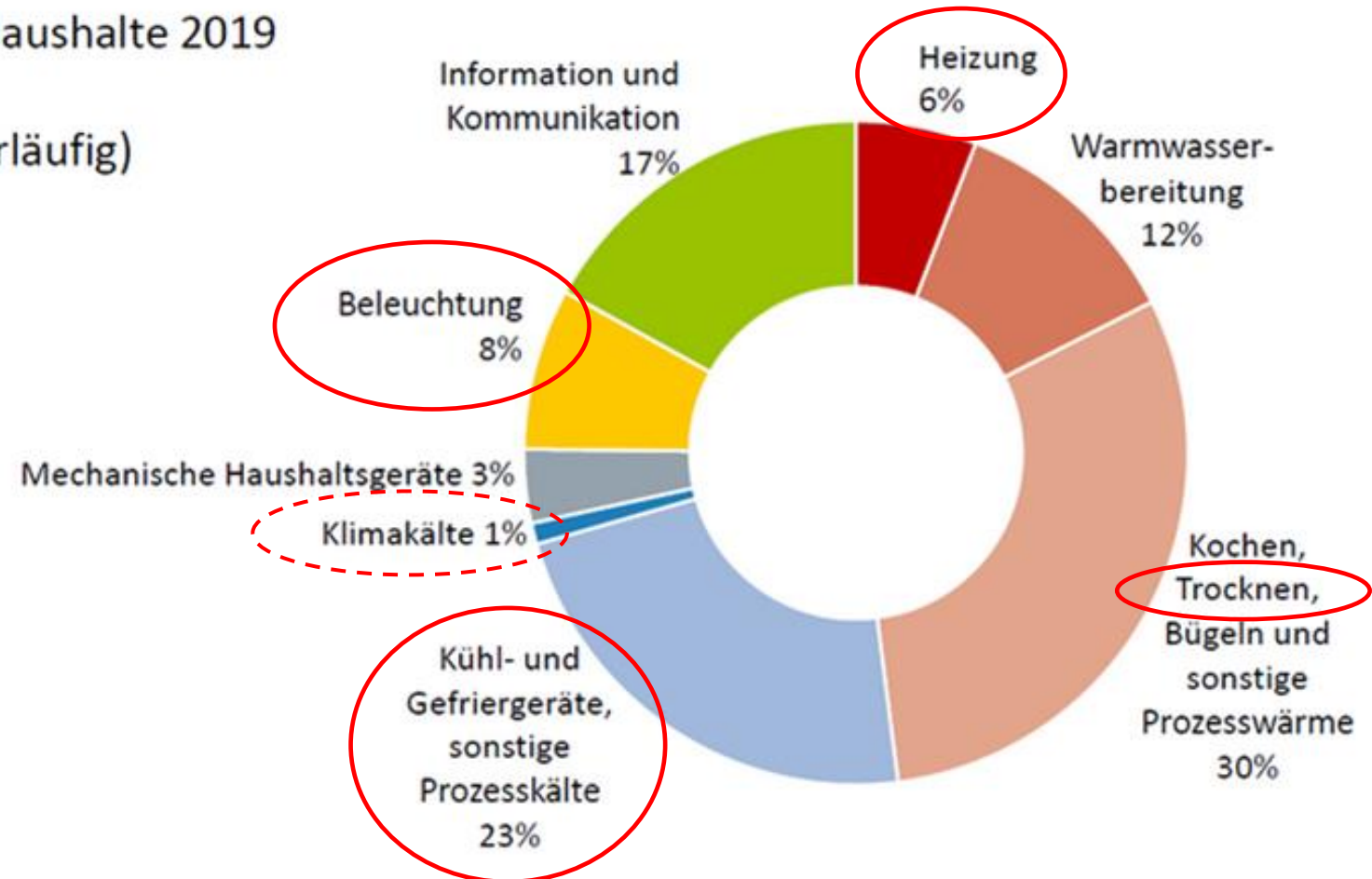
Energieeffizienz - Strom; wo liegen die Schwerpunkte ?

Stromverbrauch der Haushalte in Deutschland

Stromverbrauch der privaten Haushalte 2019
nach Anwendungsbereichen:
125,7 Mrd. kWh insgesamt (vorläufig)

1. LED-Beleuchtung
2. Effizienz-Heizungspumpe
3. Kühlschrank, TK-Truhe (A+++)
4. Wäschetrockner
 - Wärmepumpe
 - Wäscheleine

Möglichst immer eine überschlägige
Wirtschaftlichkeitsbetrachtung machen!



Quellen: AGEb, DIW, Berechnungen des BDEW, Stand 02/2021

Energieeffizienz Heizen; wie rechnet sich was? wo ist der größte Effekt?

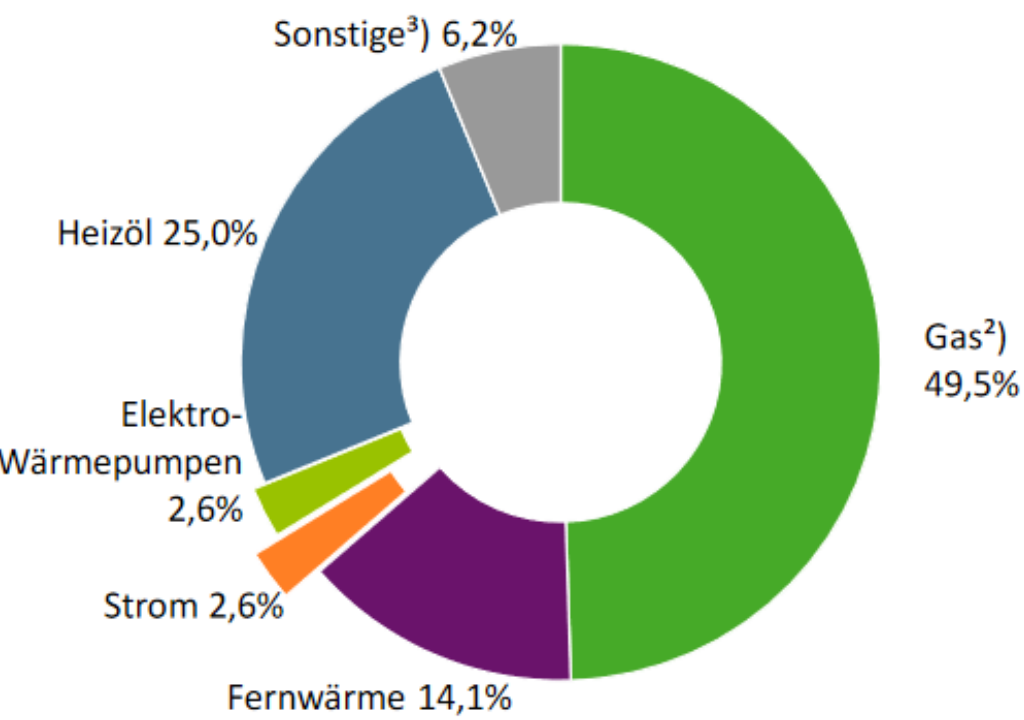
Bereich	Investition	Einsparung	Heizenergie	CO2-Emissionen	
		Annahme	EFH: gesamt 25.000 kWh/a	5.050 kg/a	.
Dämmen	10.000 €	10 %	2.500 kWh/a	- 505 kg/a	(125 €/a)
Belüftung (mechanisch)	10.000 €	10 %	2.500 kWh/a	- 505 kg/a	
Fenster, Türen	10.000 €	10 %	2.500 kWh/a	- 505 kg/a	
Heizsystem	10.000 €	10 %	2.500 kWh/a	- 5.050 kg/a	Wärmepumpe mit Ökostrom
Alternativ Investition:					
PV-Anlage 10 kWp (ohne Speicher)	10.000 €	Stromproduktion: => Wärme über WP	10.000 kWh/a 40.000 kWh/a	- 30.000 kg/a	(1.500 €/a*) *30% EV

Stromproduktion & Wärmebedarf liegen leider nicht zeitgleich

-> Stromerzeugung hauptsächlich im Sommer !

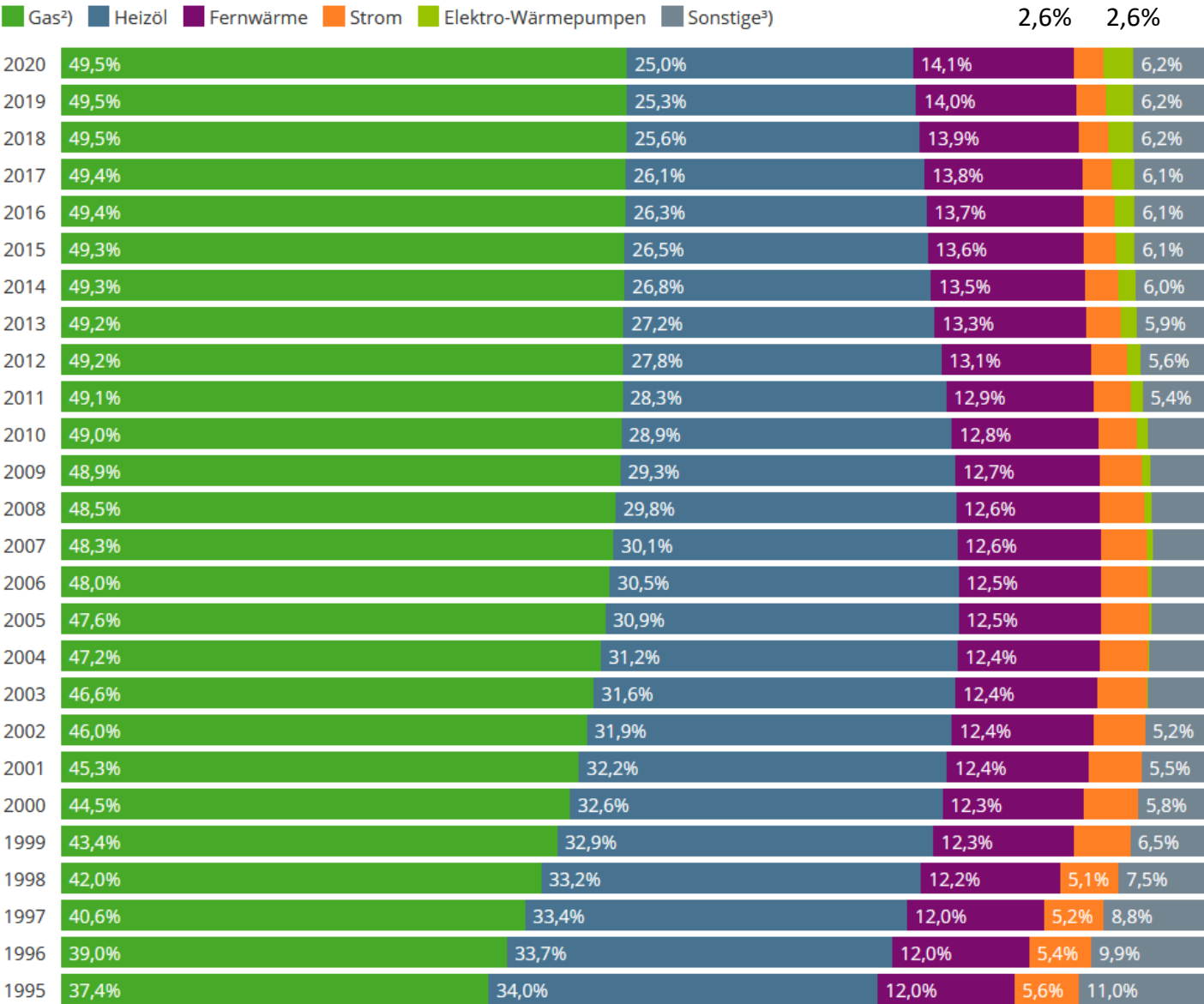
-> Wärmebedarf hauptsächlich im Winter

Beheizung Wohnungsbestand in Deutschland 2020



Entwicklung der Beheizungsstruktur des Wohnungsbestandes¹⁾ in Deutschland

Anteile der Energieträger in %



Quellen: AGEb, DIW, Berechnungen des BDEW, Stand 02/2021

¹⁾ Anzahl der Wohnungen in Gebäuden mit Wohnraum; Heizung vorhanden

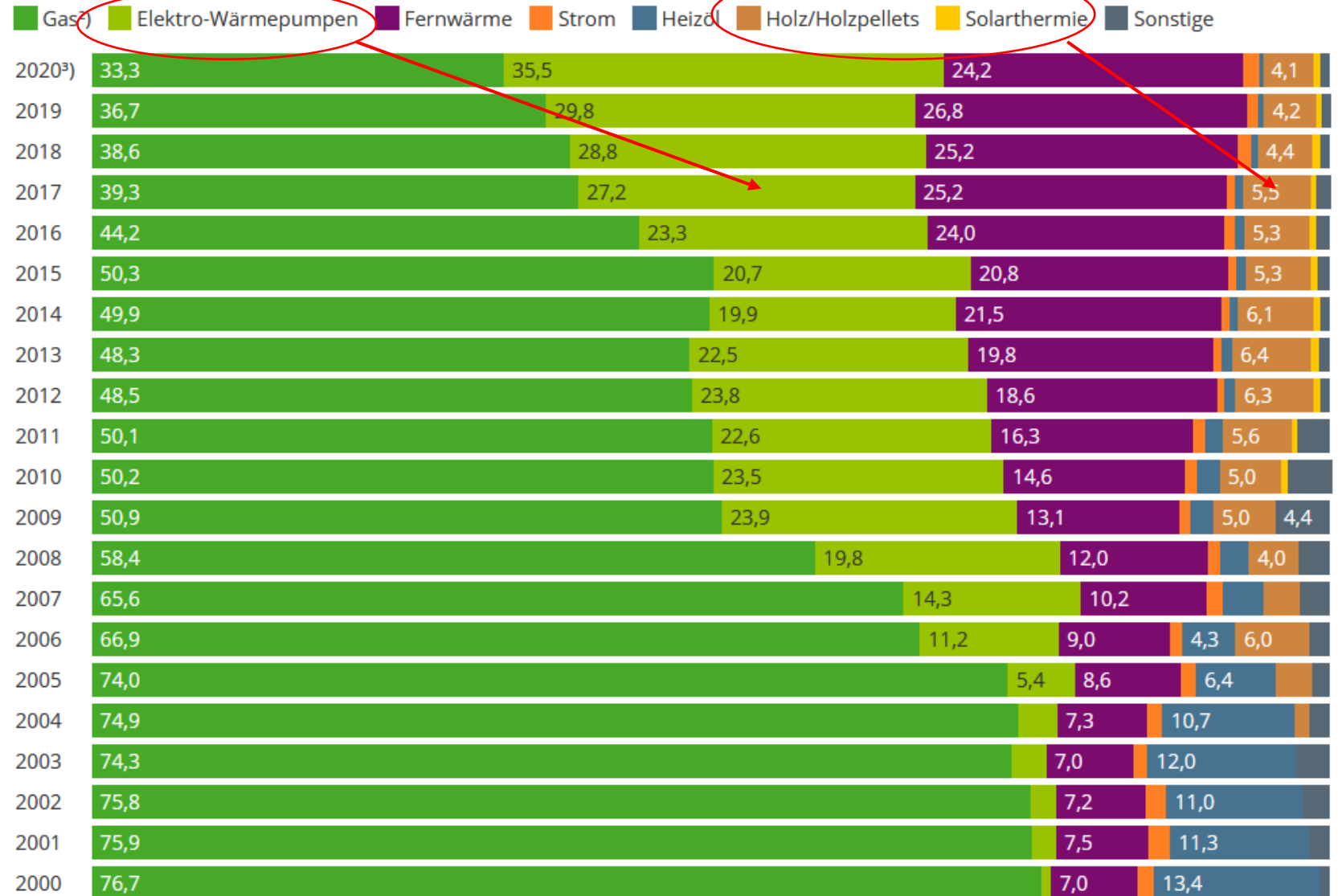
²⁾ einschließlich Bioerdgas und Flüssiggas

³⁾ Holz, Holzpellets, sonstige Biomasse, Koks/Kohle, sonstige Heizenergie

Beheizung Wohnungsneubau in Deutschland 2000 bis 2020

Entwicklung der Beheizungsstruktur im Wohnungsneubau¹⁾ in Deutschland seit 2000

Anteile der Energieträger in %



konstanter/abnehmender Anteil:

- Holzpellets
- Solarthermie
- Fernwärme
- Erdgas

stark zunehmender Anteil:

- Wärmepumpen

Biomasse-Heizung

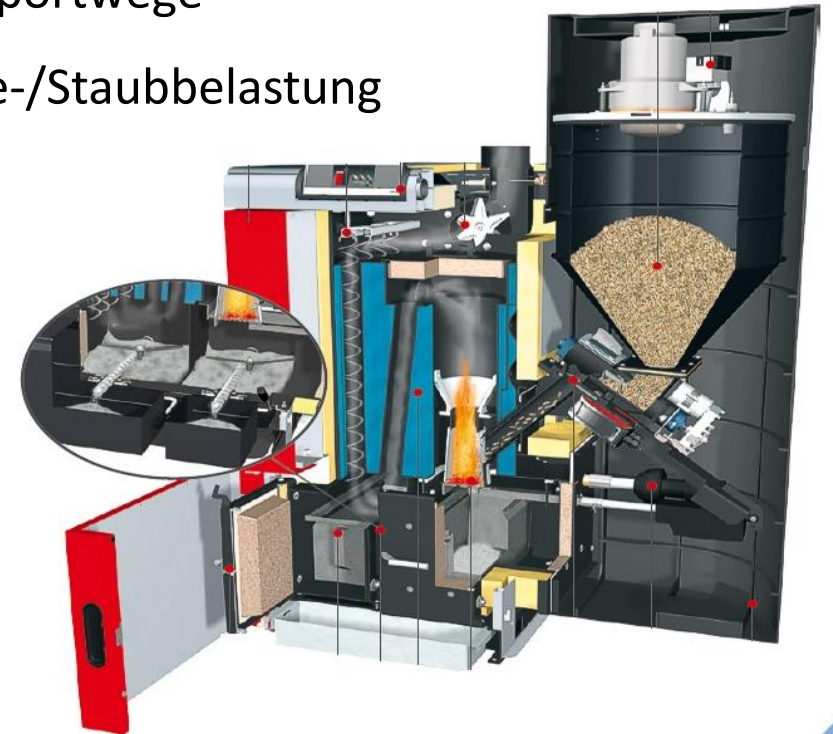
Vorteile

- nachwachsender, heimischer Rohstoff
- nahezu CO₂-neutral
- Kombinierbarkeit mit HT-Heizsystem (bis 90°C)
- Förderung / GEG-Neubauten

Nachteile

- Platzbedarf für Brennstofflager
- große Nachfrage -> Importholz ?
- bisher meist Holzabfälle; bleibt das so?
- Transportwege
- Asche-/Staubbelastung

Pellet-Kessel; Hackschnitzel - Kessel

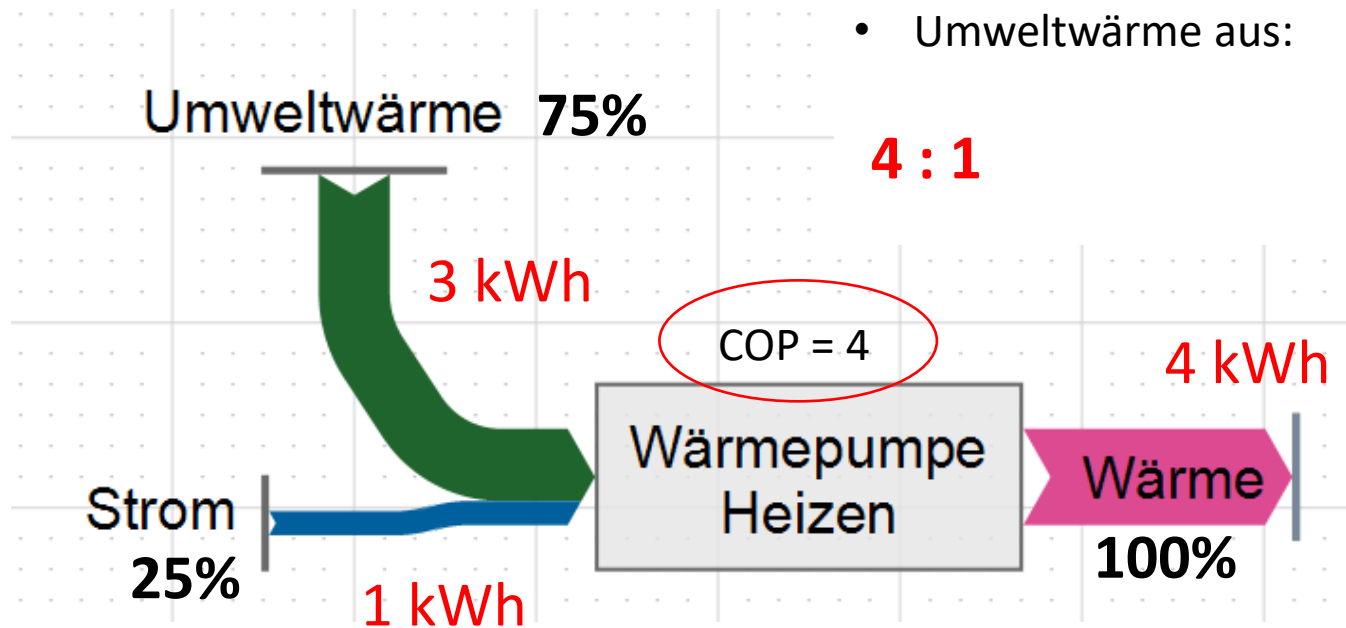


Wärmepumpen – Heizen mit Umweltwärme und Strom

Die Wärmepumpe als effiziente Umsetzung der Sektorenkopplung - Heizen mit Strom + Umweltwärme

Die Wärmepumpe kann im Sommer auch zur Klimatisierung eingesetzt werden.

- Einsatz in Niedertemperatur-Heiznetzen ($< 45^{\circ}\text{C}$) mit COP's > 4
- Höhere Temperaturen möglich aber mit geringeren Wirkungsgraden
- Umweltwärme aus:
 - Umgebungsluft
 - Geothermie (Kollektor, Bohrung)
 - Grundwasser, See
 - Abwärme (Abwasser, Prozesse)

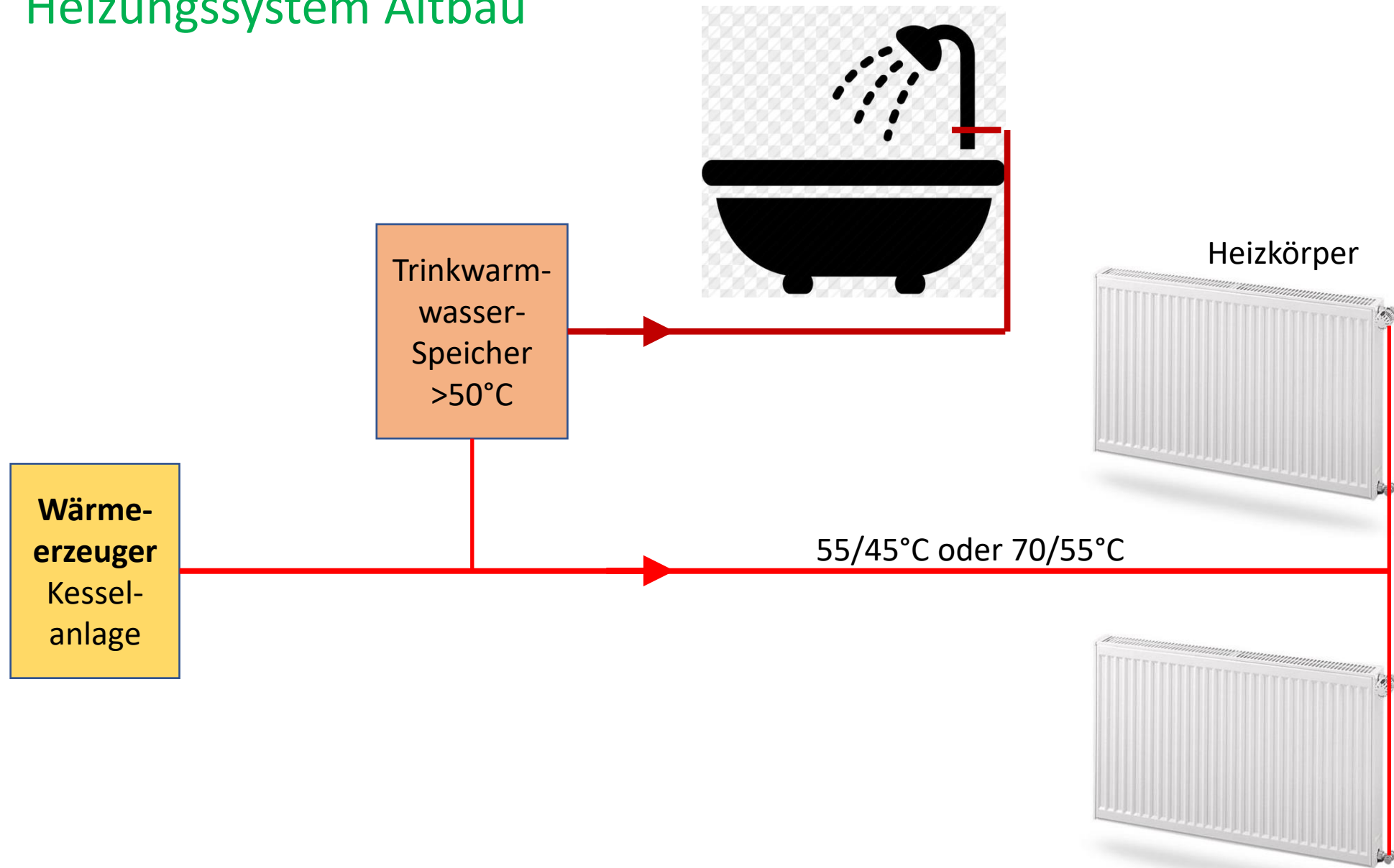


COP (W35,A2): 3,5 - 5

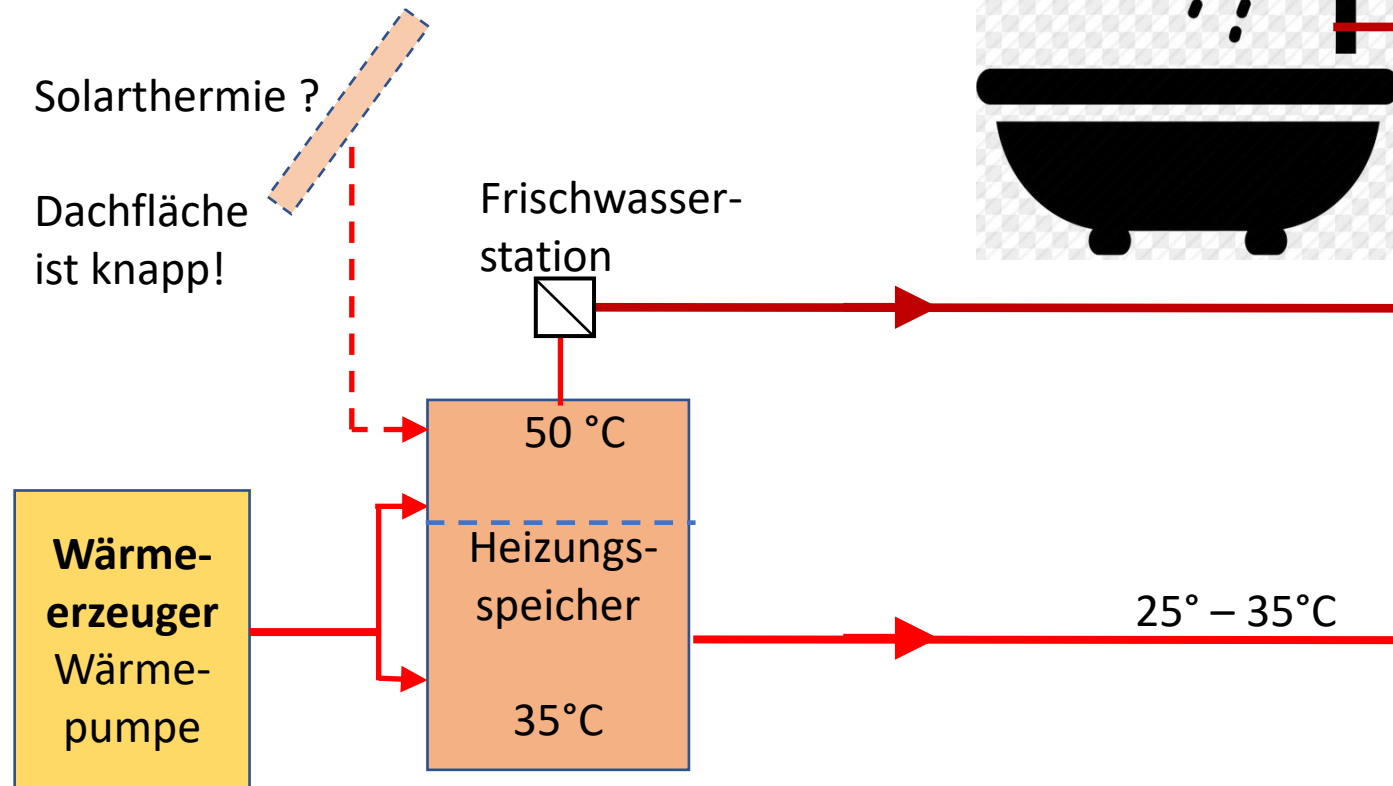
JAZ : $> 3,5$

Jahresarbeitszahl

Heizungssystem Altbau



Heizungssystem Neubau



Flächenheizungen



Speicher : Strom / Wärme / Größe ! ? !

PV-Strom

-> tagsüber

Höchste Außentemperaturen

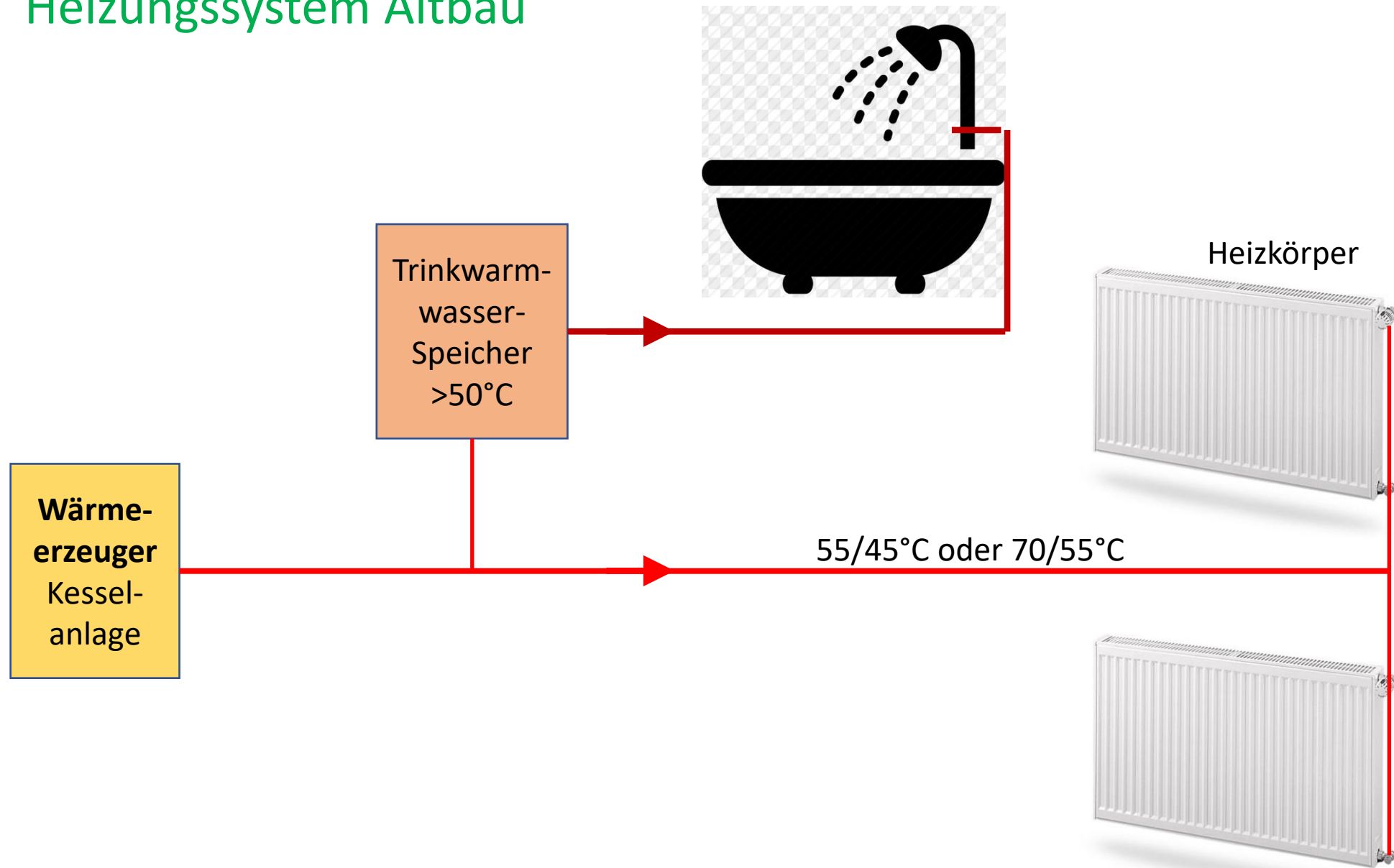
-> tagsüber

Heizbedarf

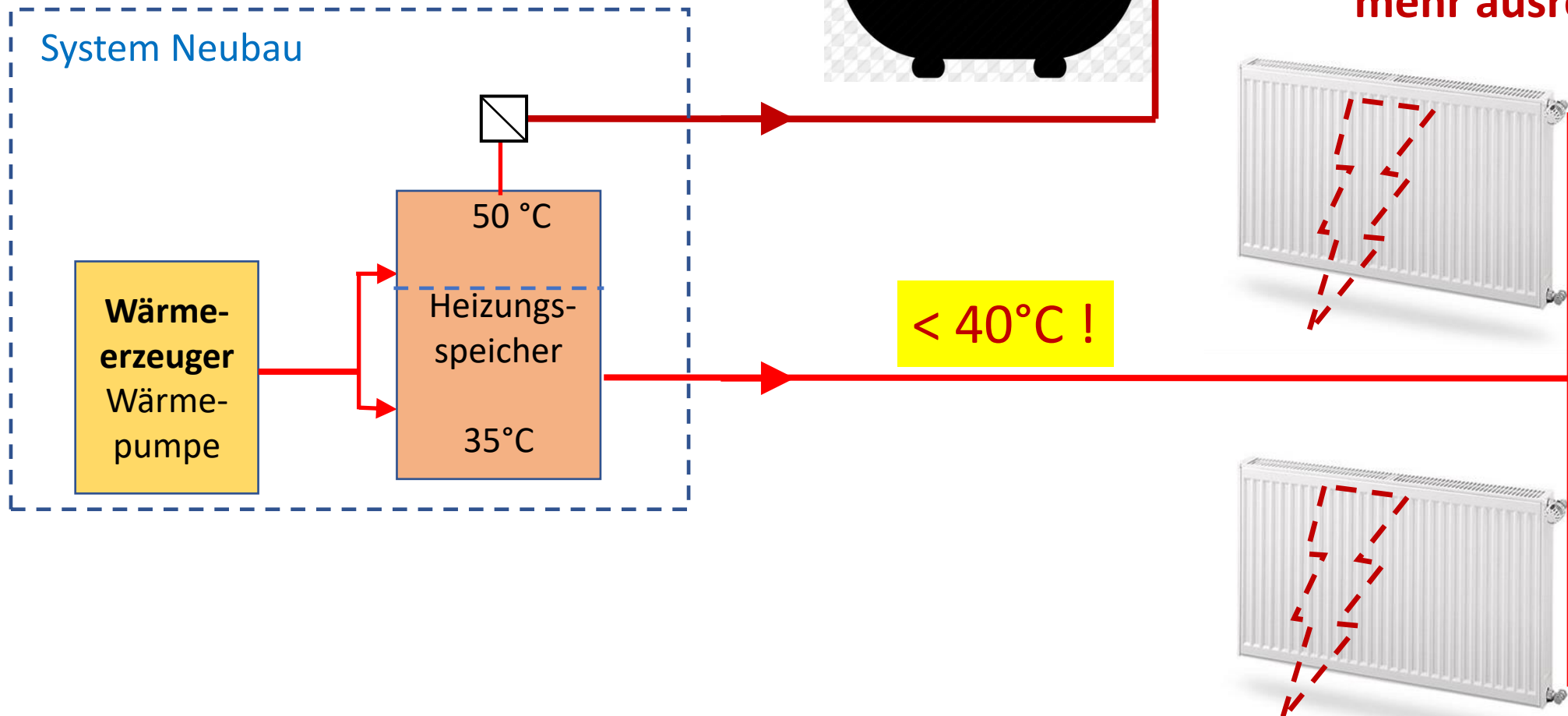
-> ganztags

.....Wolkentage überbrücken ??

Heizungssystem Altbau

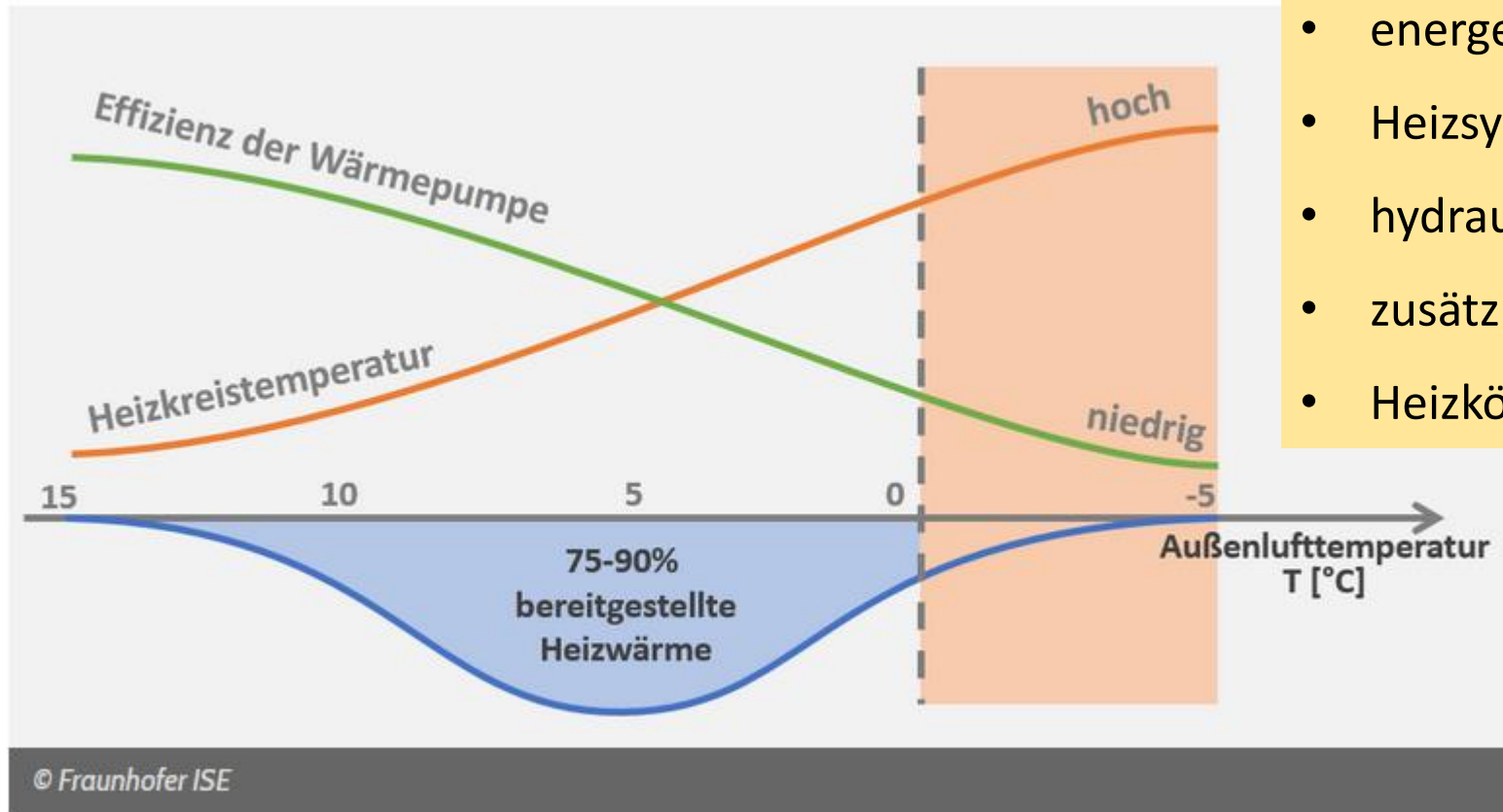


Heizungssanierung Altbau



Problem:
Heizkörperleistung nicht
mehr ausreichend!

Luftwärmepumpen im Altbaubestand



Maßnahmen zur Systemanpassung:

- Hochtemperaturwärmepumpe (Tiefenbohrung)
- energetisch Sanieren (Dämmen, Fenster)
- Heizsystem auf Flächenheizung ändern
- hydraulischer Abgleich / VL-Temp. berechnen
- zusätzliche Heizflächen einbauen
- Heizkörper-Lüfter nachrüsten

Fraunhofer ISE Studienergebnisse:
Luft-WP: JAZ 3,1 (2,5 – 3,8)
Sole-WP: JAZ 4,1 (3,3 – 4,7)

ökologisch = ja ; ökonomisch = noch nicht !

Lösungsmöglichkeiten Heizungssanierung Altbau

Einfach ist anders !!

1) Hochtemperaturwärmepumpe

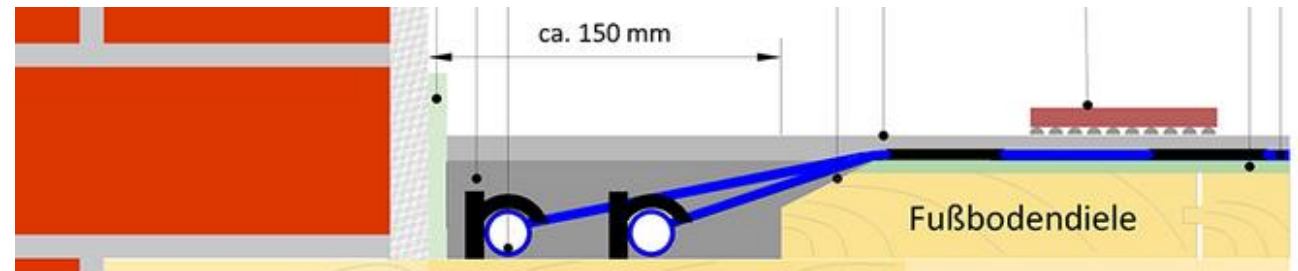
z.B. Viessmann 2021: „Ziel war eine Wärmepumpe, die 70 Grad Vorlauftemperatur mit einer innovativen Hydraulik, nachhaltigem Kältemittel und einer einfachen Inbetriebnahme kombiniert. Und dieses Ziel haben wir erreicht.“

Die Physik kann nicht rechts überholt werden - **Luft-WP: COP (W60,A2) < 2** od. **Sole-WP(W60): ~ 3**
Messeneuheiten 2021 sind keine wirtschaftliche Lösung!

2) Heizsystem auf Flächenheizung umrüsten (Fußboden, Decke)

-> aufwändig und teuer:
neue Fußbodenbeläge,
Trennung Heizungsverteilung

(min. 1 cm Aufbau)



3) Heizkörper-Lüfter

-> noch keine interessante Lösung im Markt ; entweder günstig und Bastlerlösung oder zu teuer !



Förderprogramme Heizung

Wärmepumpen

Wärmepumpen im Bestand:

35% der förderfähigen Kosten

Wärmepumpen im Bestand; Ersatz Ölheizung:

45 % der förderfähigen Kosten

Wärmepumpen im Neubau:

nicht als Einzelmaßnahme; Zuschüsse für Effizienzhaus....

Förderfähige Kosten: z.B.

- Deinstallation und Entsorgung von Altanlagen,
- Bohrungen für Erdwärmesonden,
- Optimierungen des Heizungsverteilsystems,
- Austausch von Heizkörpern bzw. der Einbau von Flächenheizungen
- Installation eines Speichers

Biomasse-Kessel

Kessel (Biomassepellets, Hackschnitzeln, Scheitholz, besonders emissionsarme Scheitholzvergaserkessel)

ab 5 kW Nennwärmeleistung zur thermischen Nutzung

35% der förderfähigen Kosten

Solarthermieranlagen

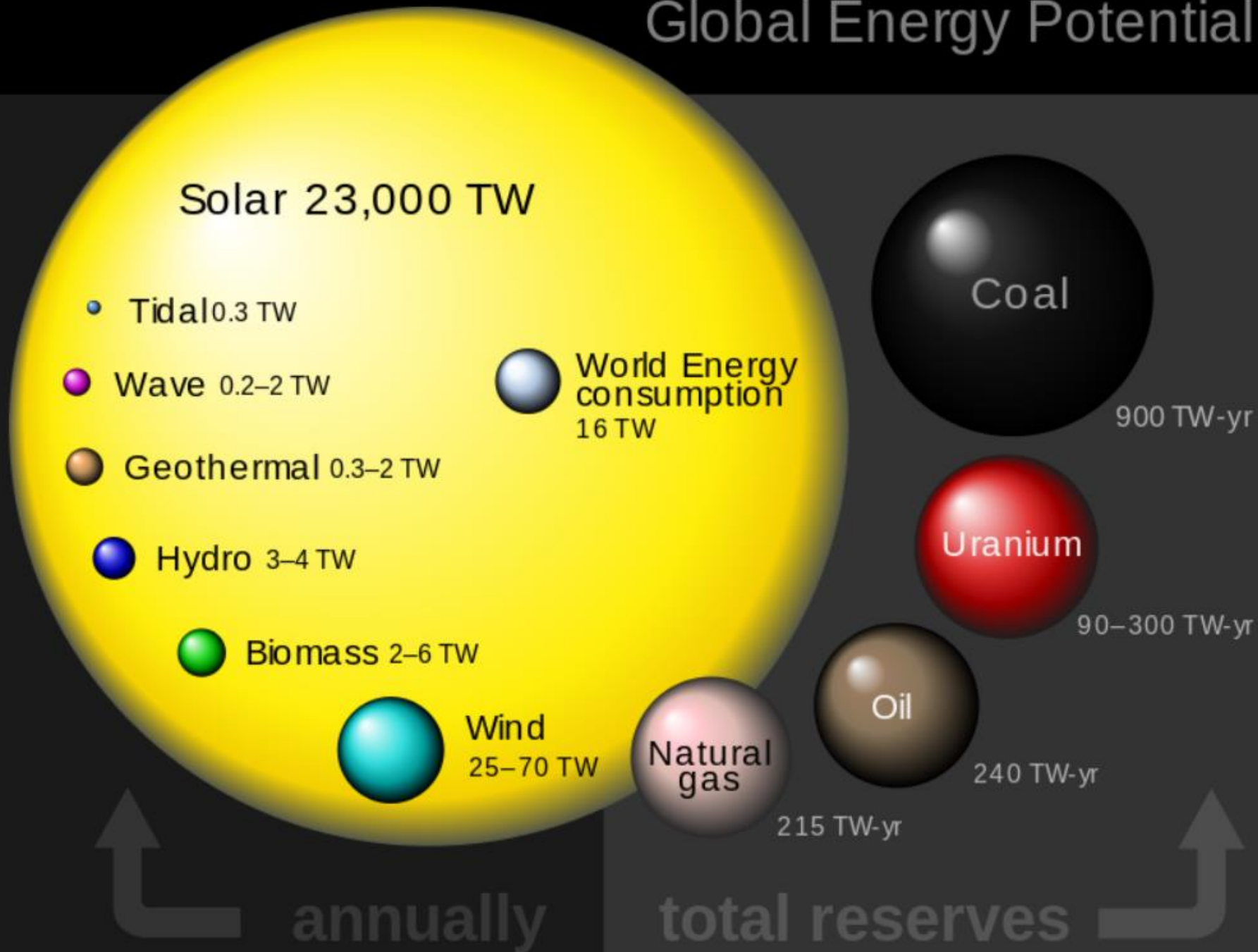
Errichtung oder Erweiterung von Solarthermieranlagen zur thermischen Nutzung für Warmwasserbereitung und/oder Raumheizung

30% der förderfähigen Kosten

Fazit:

- Energieeffizienz und Energiesparen bleiben wichtig !
- **Strom- und Gaspreise nähern sich an !**
- Sektorenkopplung als Ziel der Energiewende - Strom wird zentraler Energieträger
 - **Heizen mit Strom (Wärmepumpe) kommt !**
 - **Mobilität mit Strom kommt !**
- **Möglichst Niedertemperatur-Heizsysteme installieren !**
- Klimawandel -> Klimatisierung => Wärmepumpen können auch kühlen !
- Wasserstoff-Lösungen nicht für Haushalt / private Mobilität;
sondern für industrielle Anwendungen und Schwertransport
- Stromerzeugung – Stromspeicher – Stromverbrauch muss koordiniert werden
Speicher: nicht immer ist „Größer“ = „Besser“ !

Global Energy Potential



Die Erzeuger, Abnehmer und Infrastrukturen verändern sich,
neue Geschäftsmodelle entstehen,
Gebäude können und müssen stärker als „Kraftwerk“ genutzt werden.

Eine verbindliche kommunale Wärmeplanung ist eine Voraussetzung,
um Planungs- und damit Investitionssicherheit für Investitionen in eine
klimaneutrale Wärmeversorgung zu schaffen.

Dialog „Klimaneutrale Wärme“; Feb. 2021; Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi)

Danke

Ende Teil 2

Fragen / Bemerkungen zu :

- Energieeffizienz
- Heizsysteme
- Wärmepumpen
- Energetische Sanierung
- Förderprogramme
- Ausblick / PV

Klimaschutzrat der Stadt Kassel

