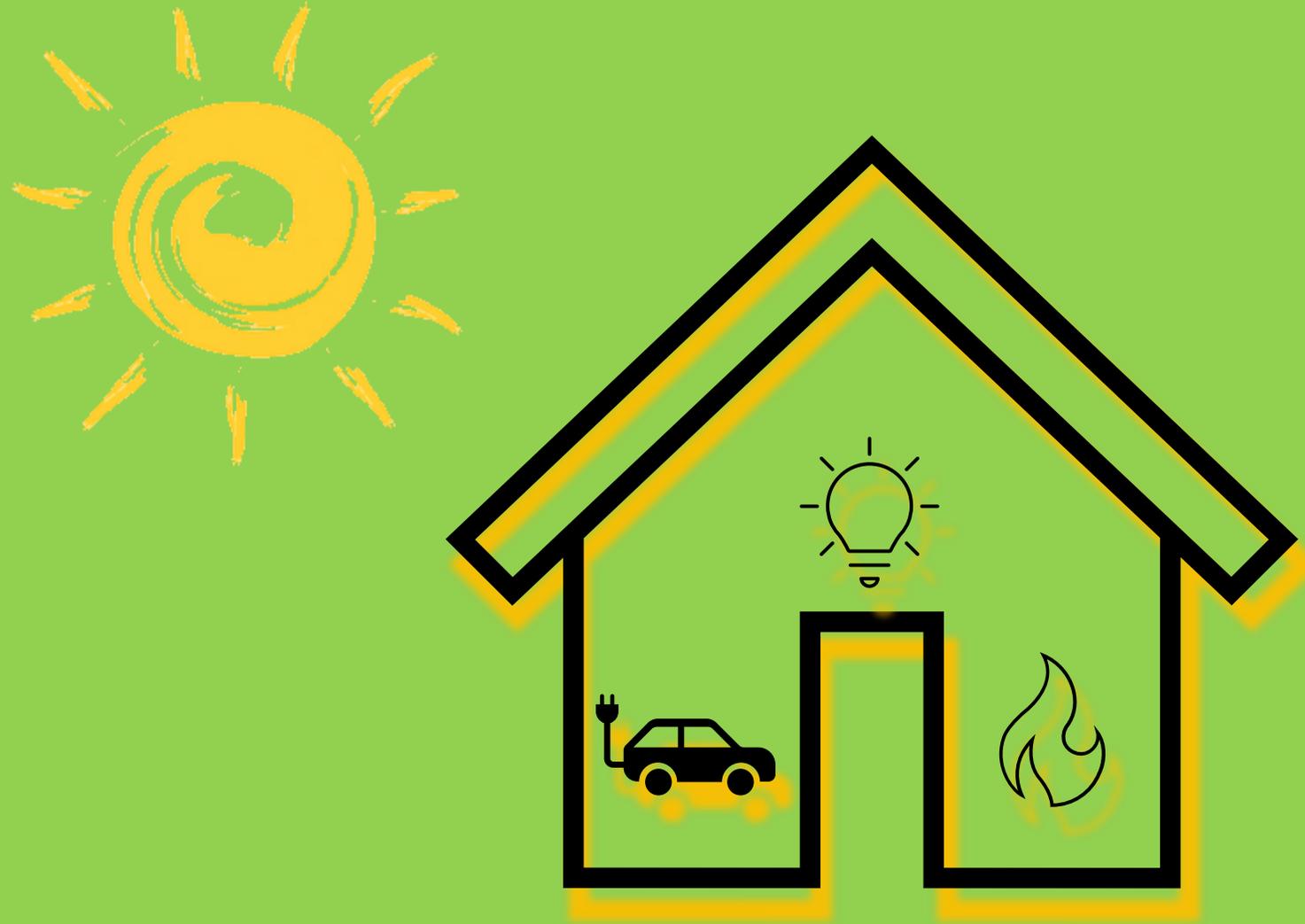


Photovoltaik – Grundlagen, Möglichkeiten & Wirtschaftlichkeit



Dipl. – Ing. Marcus Michalla

Teil 1 (ca. 5 min)

Energieversorgung heute ?

- Situation in Deutschland ?
- Situation „bei uns“ ?

Teil 2 (ca. 30 min)

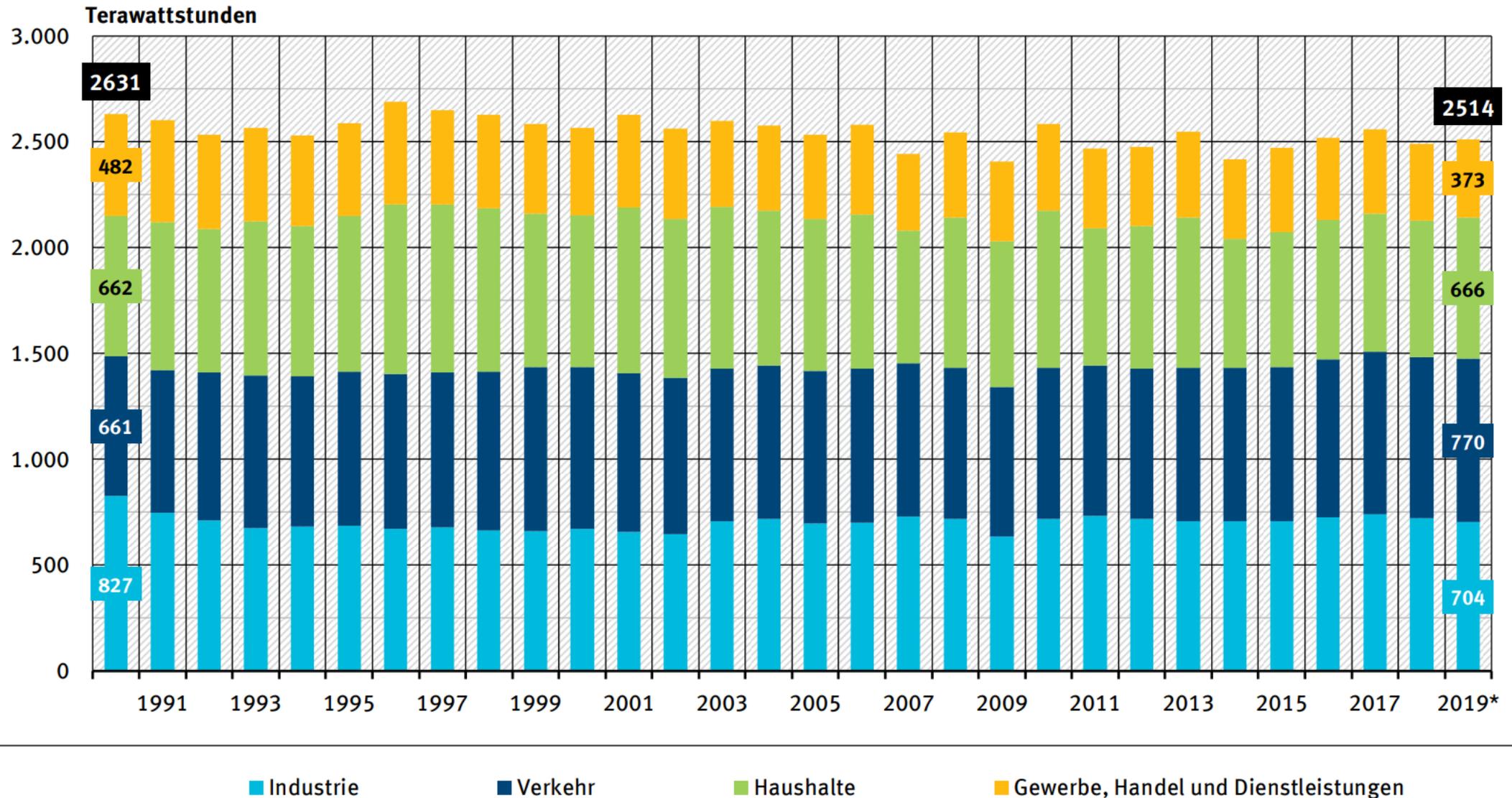
Photovoltaik !

- Grundlagen
- Wirtschaftlichkeit
- Praxisbeispiel

Energieversorgung heute: Situation in Deutschland



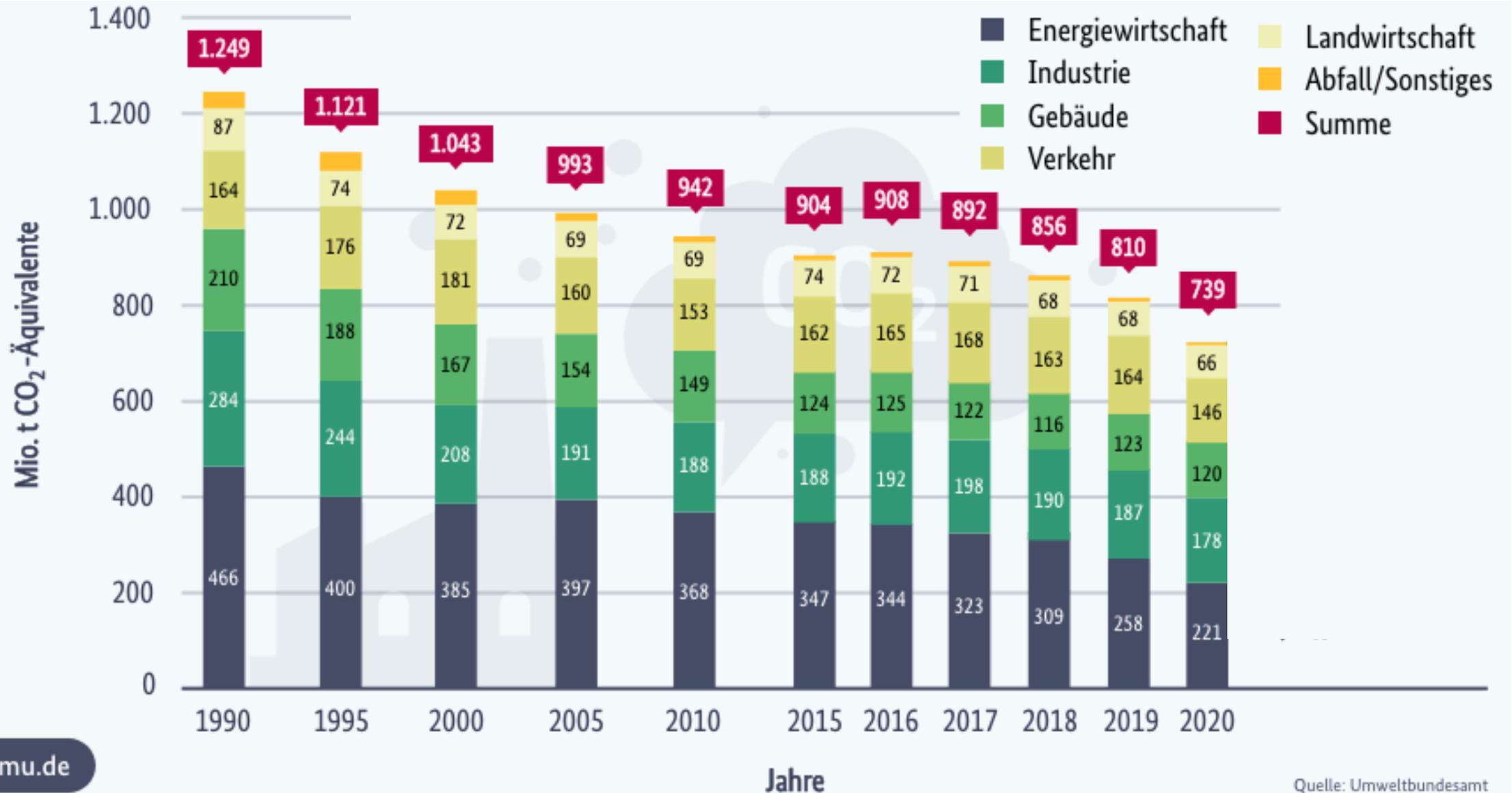
Endenergieverbrauch in Deutschland



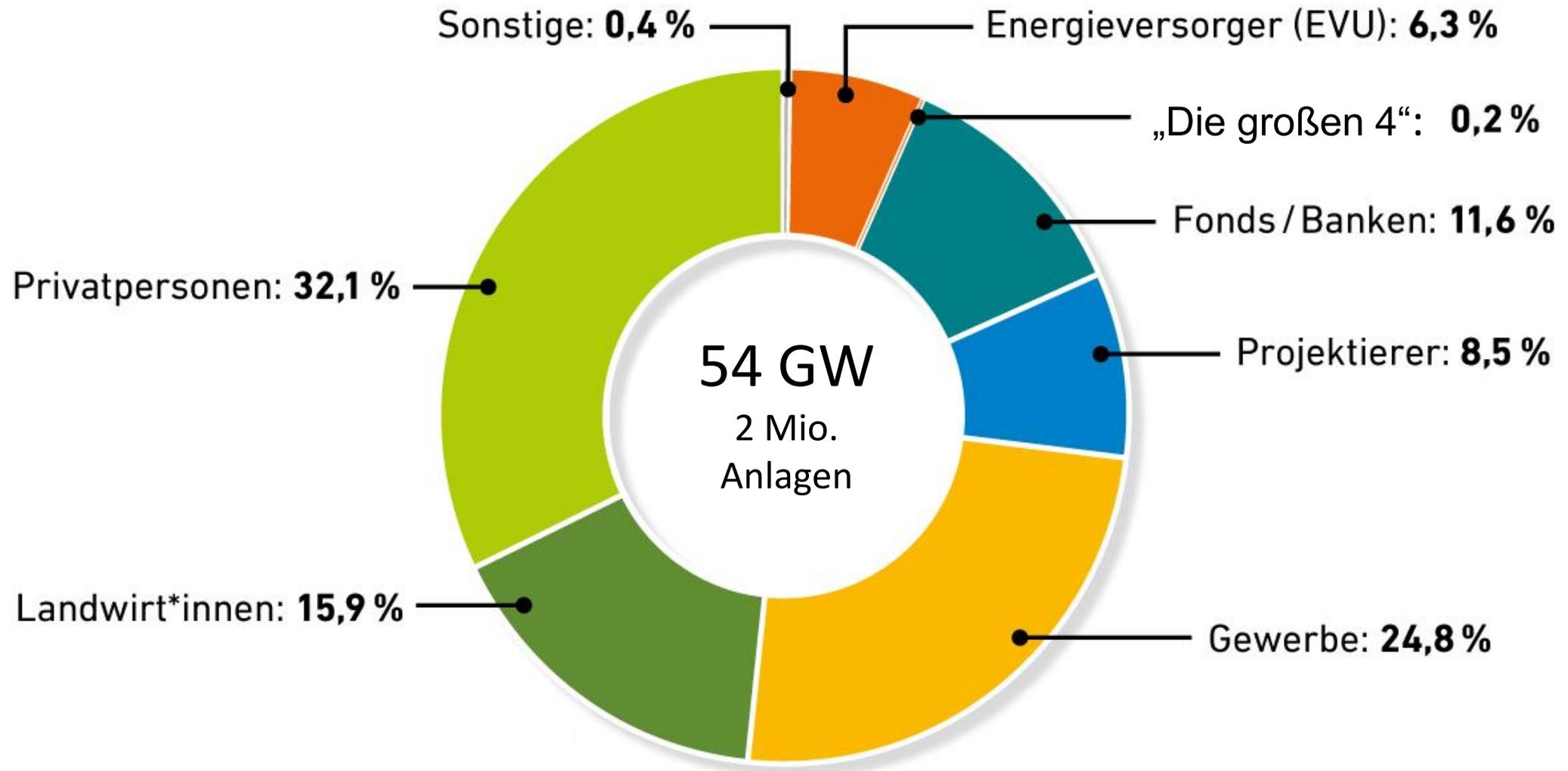
* vorläufige Angaben

Quelle: Umweltbundesamt auf Basis AG Energiebilanzen, Auswertungstabellen zur Energiebilanz der Bundesrepublik Deutschland 1990 bis 2019, Stand 09/2020

Treibhausgas-Emissionen in Deutschland (1990 – 2020)

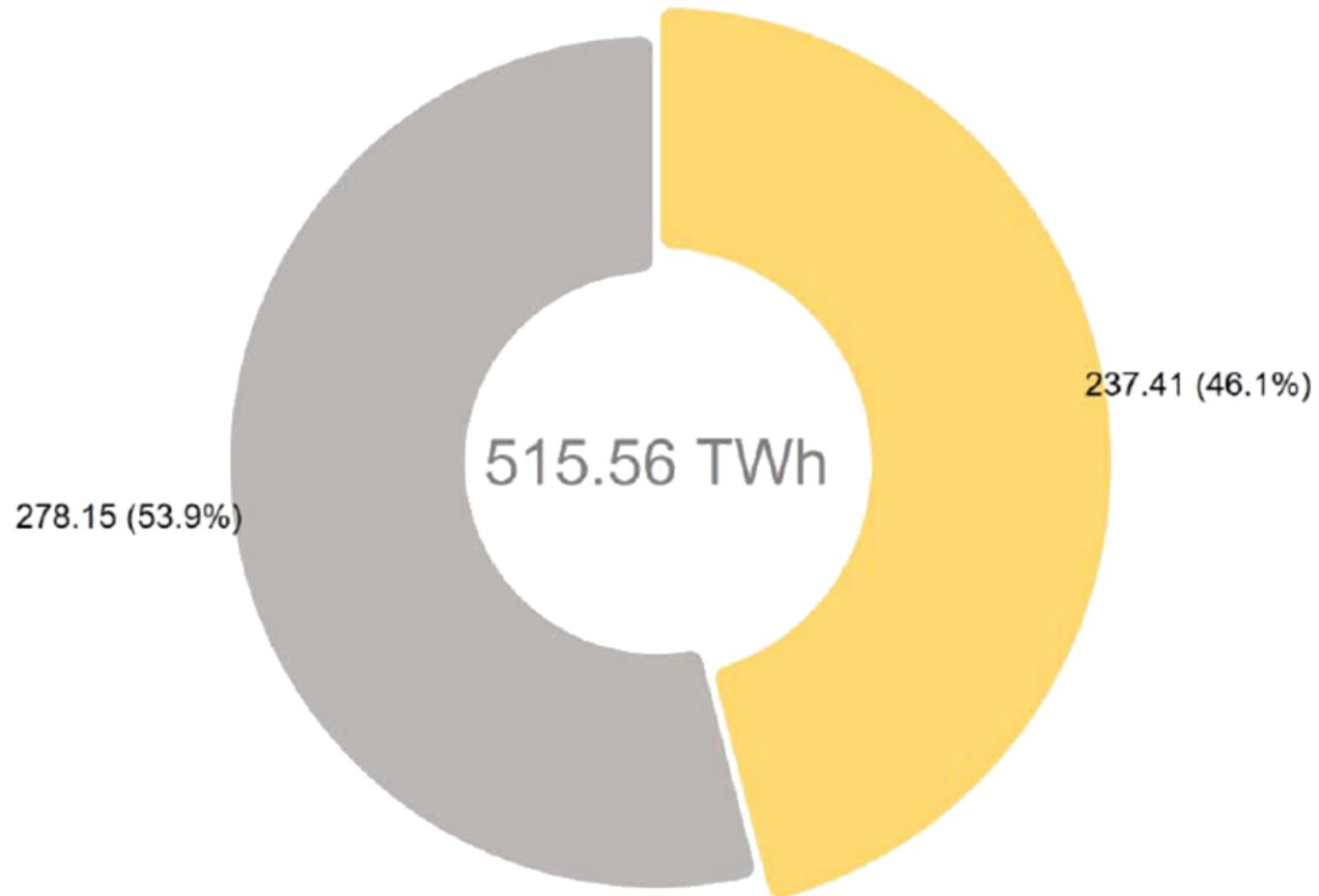


Photovoltaik in Bürgerhand

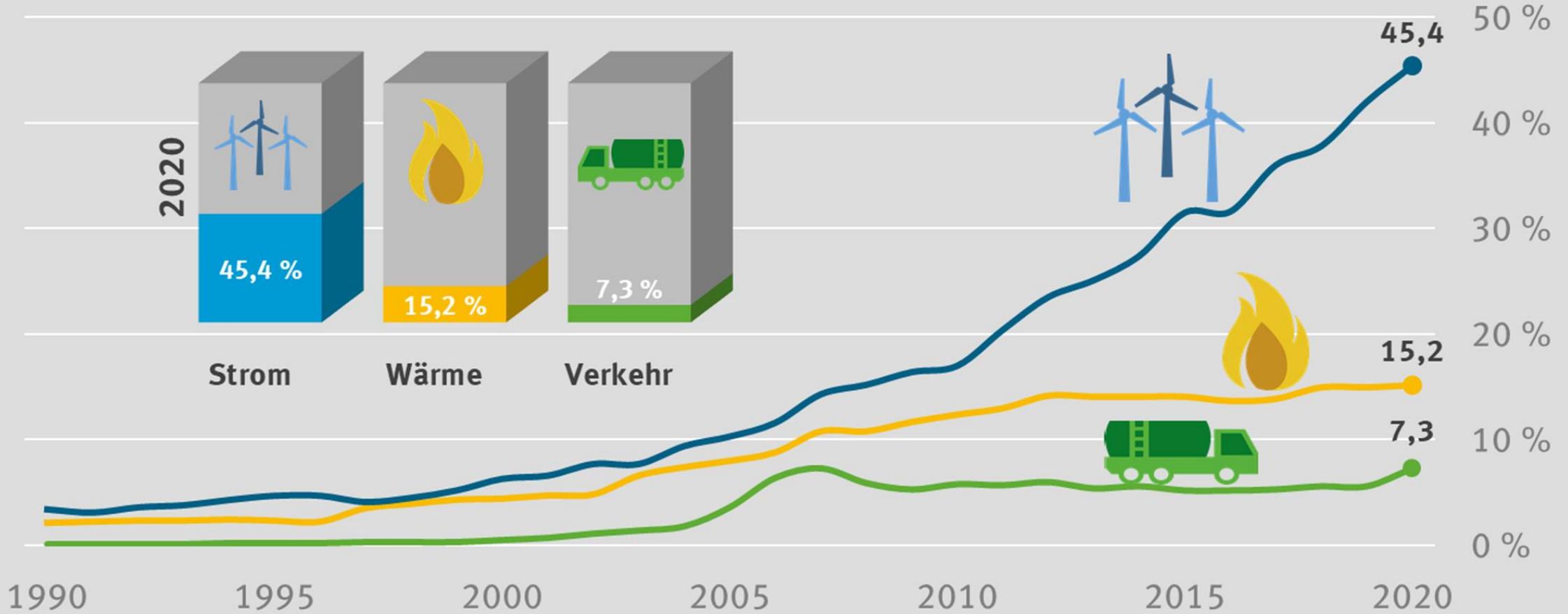


Strom-Mix in Deutschland

● Erneuerbare ● Nicht Erneuerbare



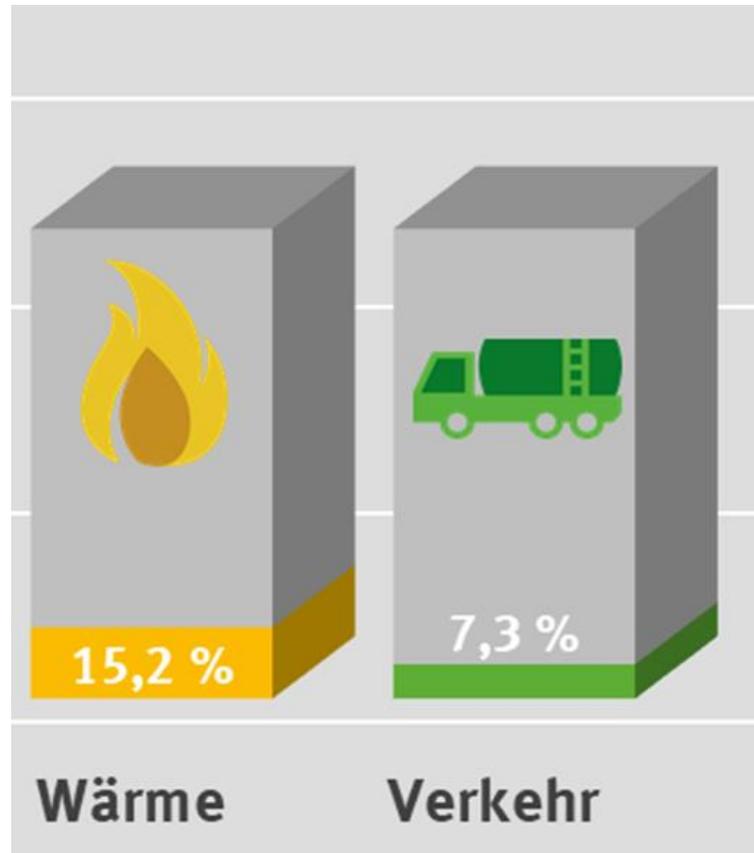
Anteile Erneuerbarer Energien an den Sektoren Strom, Wärme und Verkehr



Quelle: Umweltbundesamt auf Basis Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat)
Datenstand: 02/2021

Erneuerbaren Energien haben nur einen Anteil von 19 % am gesamten Energieverbrauch

Biomasse: Erneuerbaren Energien für Wärme und Verkehr



- z.B. Biodiesel, Energiemais, Holz
- Schlechte Ökobilanz
- Mit Abstand schlechteste Flächeneffizienz aller EE
- „Tank oder Teller“ Debatte
- „iLUC“-Effekt: Landverdrängung
- Negative globale Auswirkungen

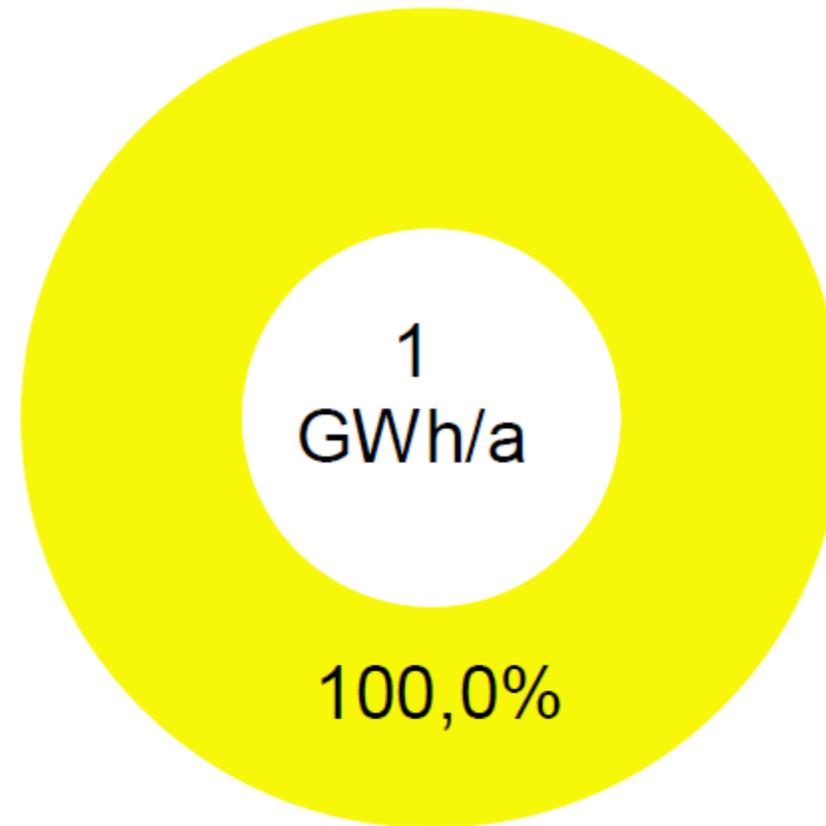
➔ [Link](#) des Umweltbundesamtes

Umweltbundesamt:

„Bioenergie hat teilweise zwar eine bessere Treibhausgasbilanz als fossile Energie. Jedoch kann der Anbau von Biomasse mit vielfältigen negativen Wirkungen auf Mensch und Umwelt verbunden sein.“

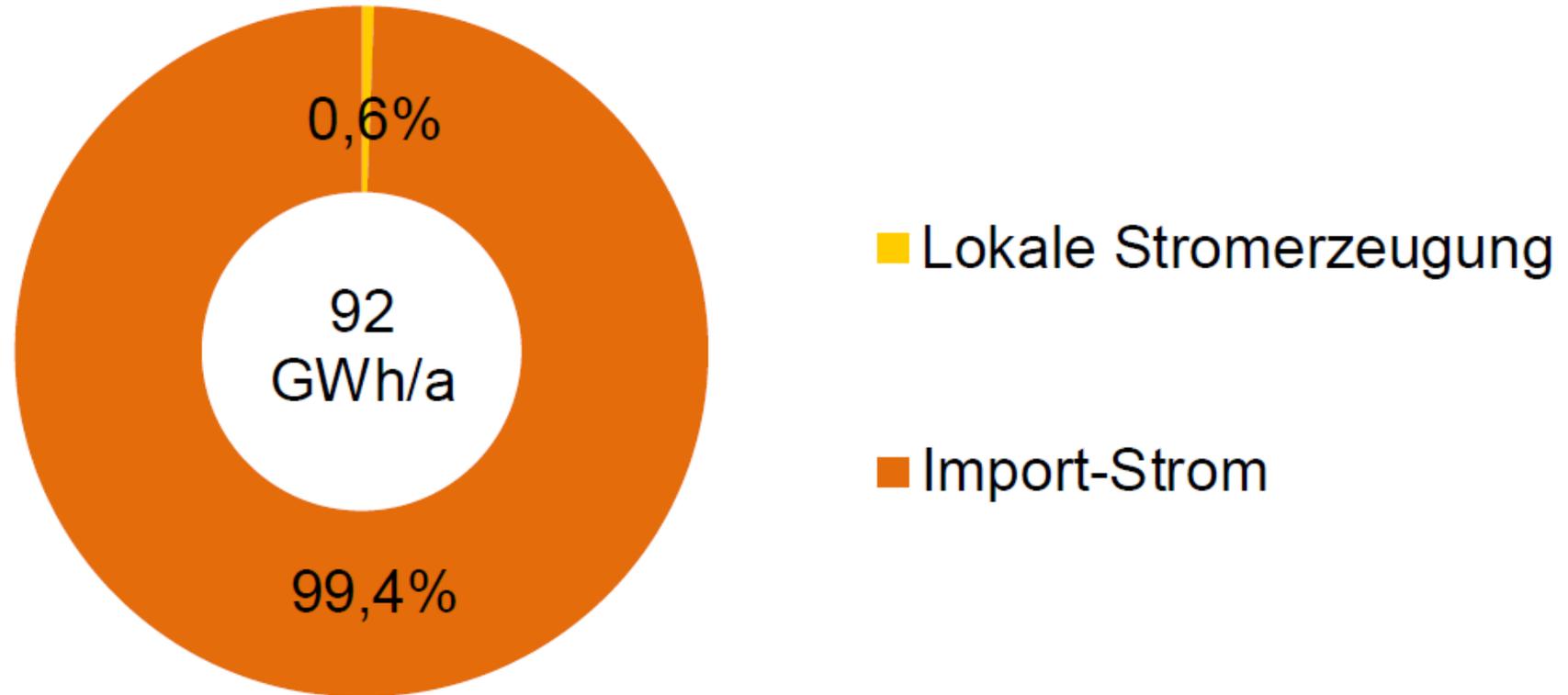
Aktuelle Situation bei uns – Beispiel Königstein





Ökostrom „Made in Königstein“ zu 100 % PV

Anteil lokaler Stromerzeugung am Stromverbrauch



Problem erkannt !

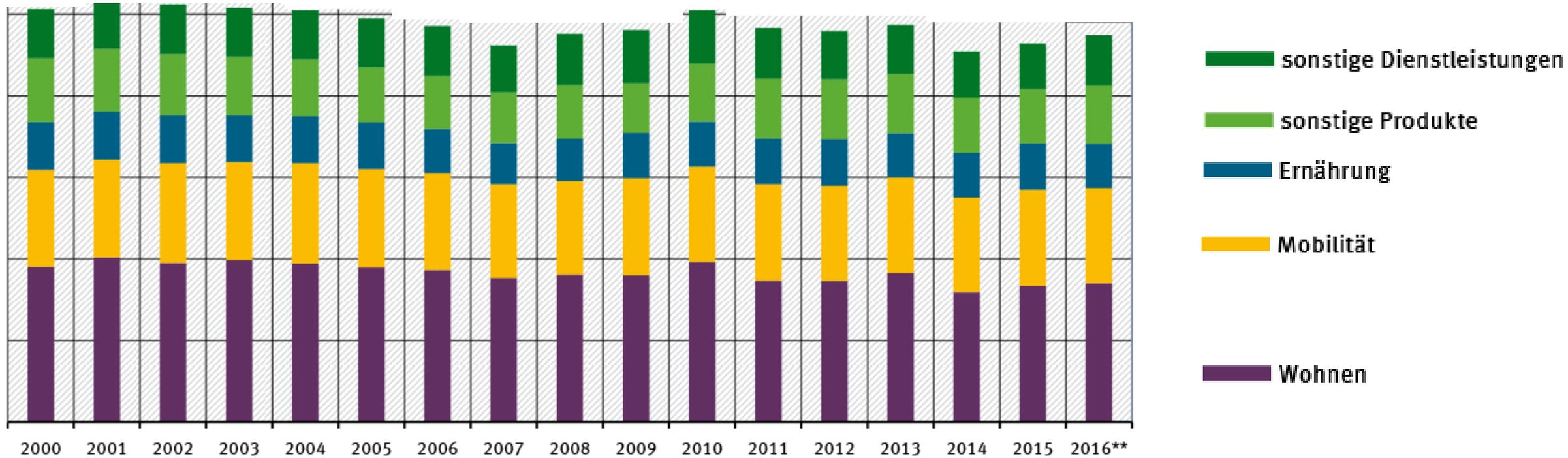


... und jetzt

Photovoltaik

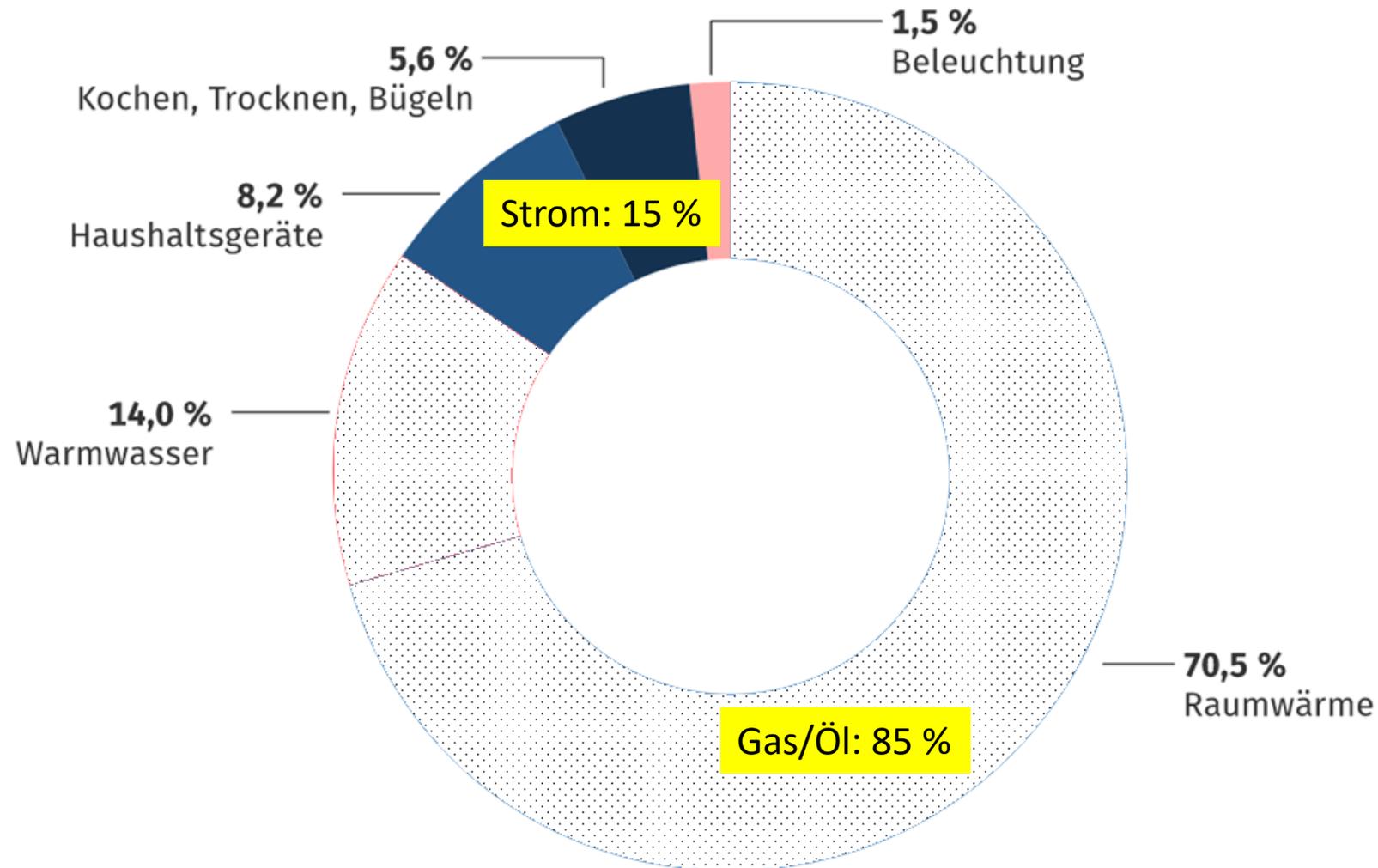


Verteilung Energieverbrauch privater Haushalt



Energieverbrauch = konstant

Energieverbrauch im Bereich „Wohnen“

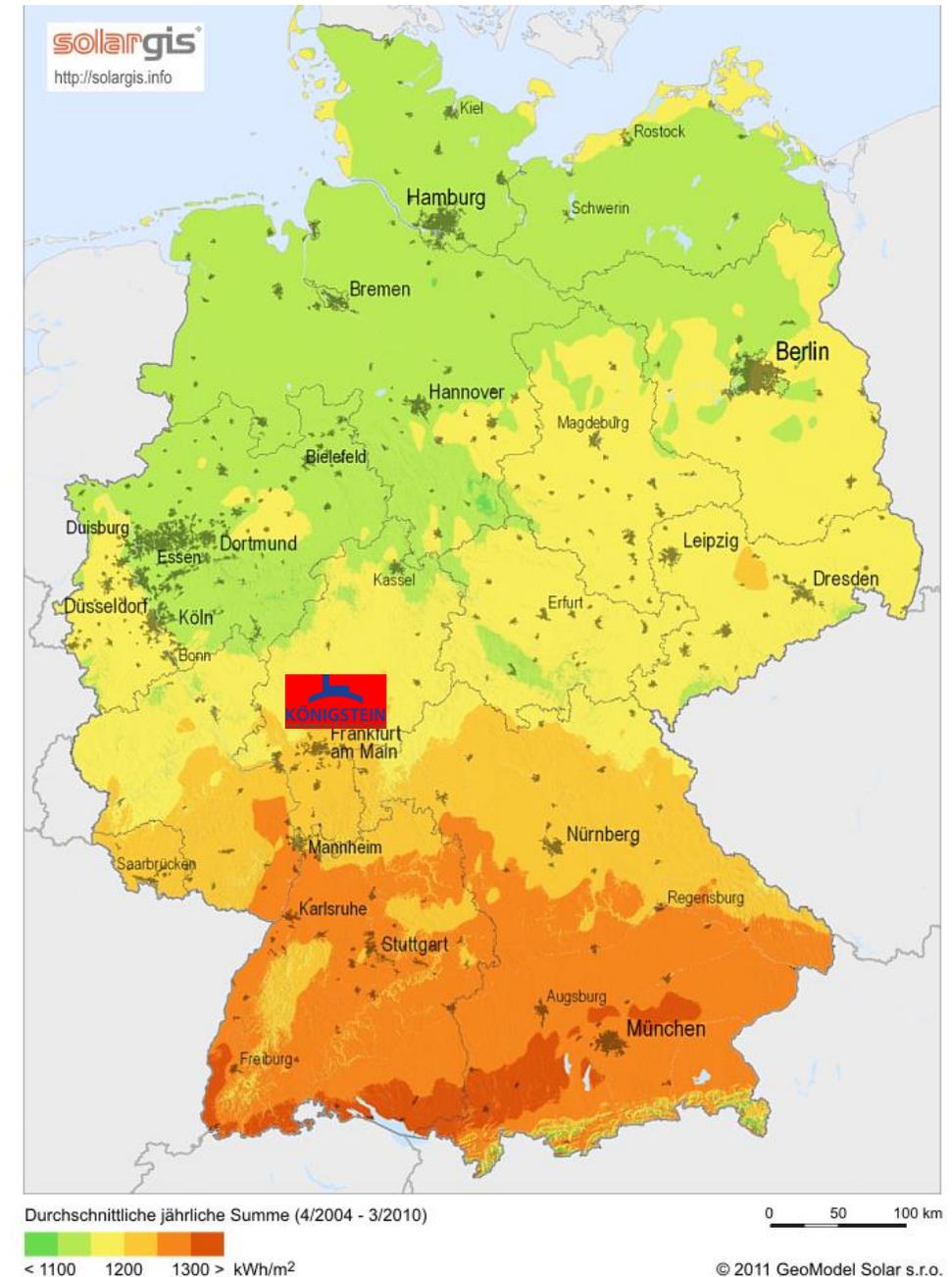


Mittlere jährliche Globalstrahlung über Deutschland

Die Sonne liefert auf jeden m²
im Schnitt ca. 1.250 kWh Energie pro Jahr.

Damit könnte man z.B.:

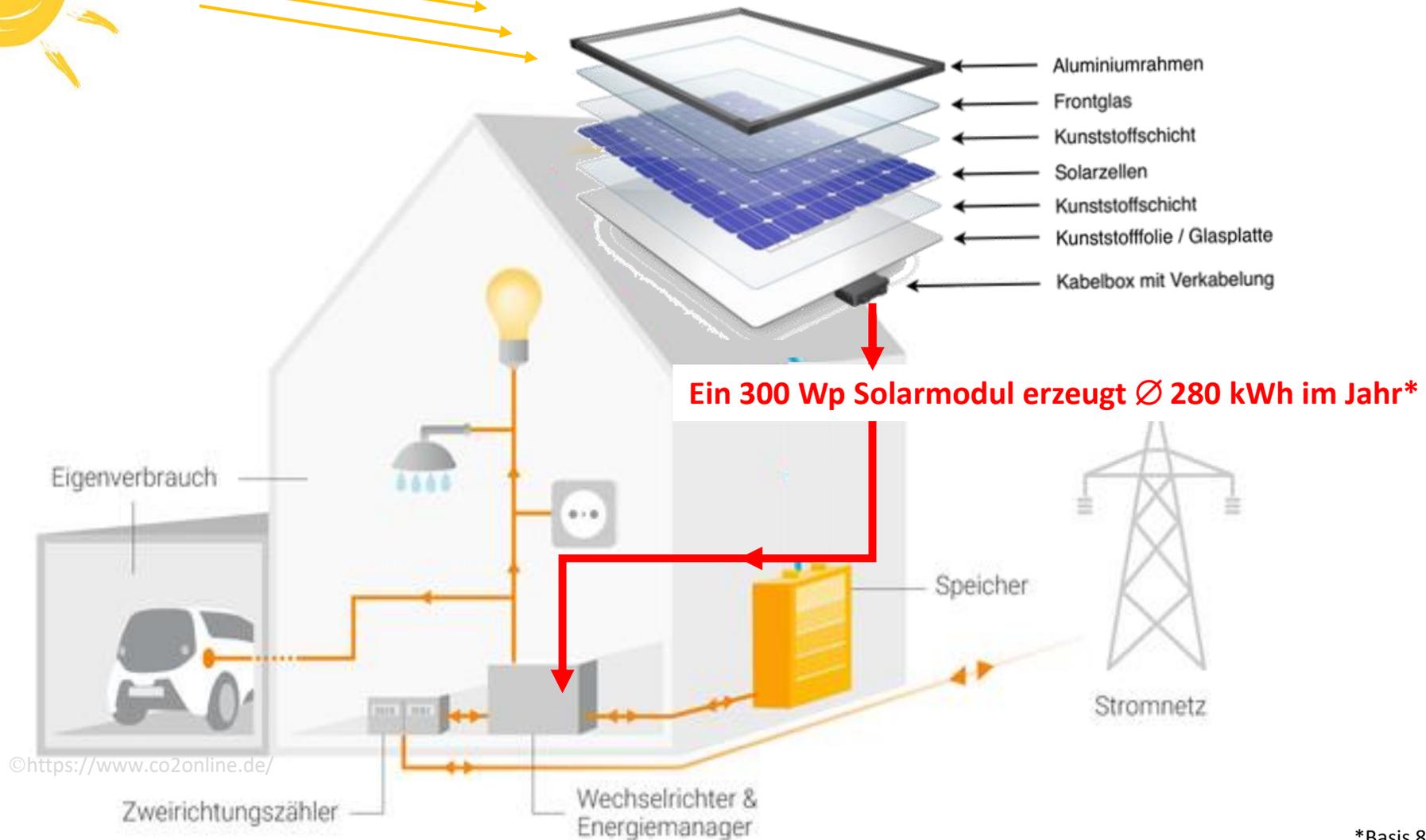
- 122 Liter Diesel ersetzen
- 87.500 Tassen Kaffee kochen
- 12.500 Stunden TV schauen



Funktionsweise einer Photovoltaikanlage



1.250 kWh/m²

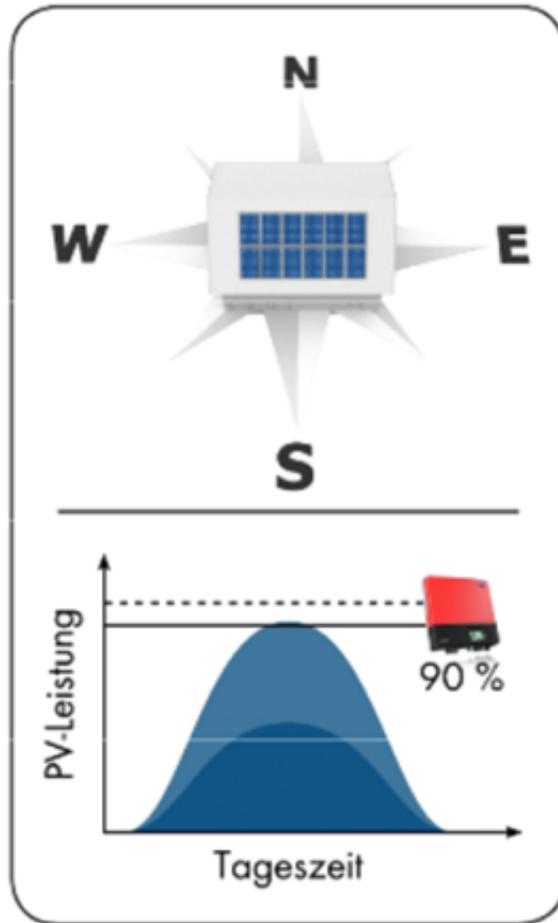


©<https://www.co2online.de/>

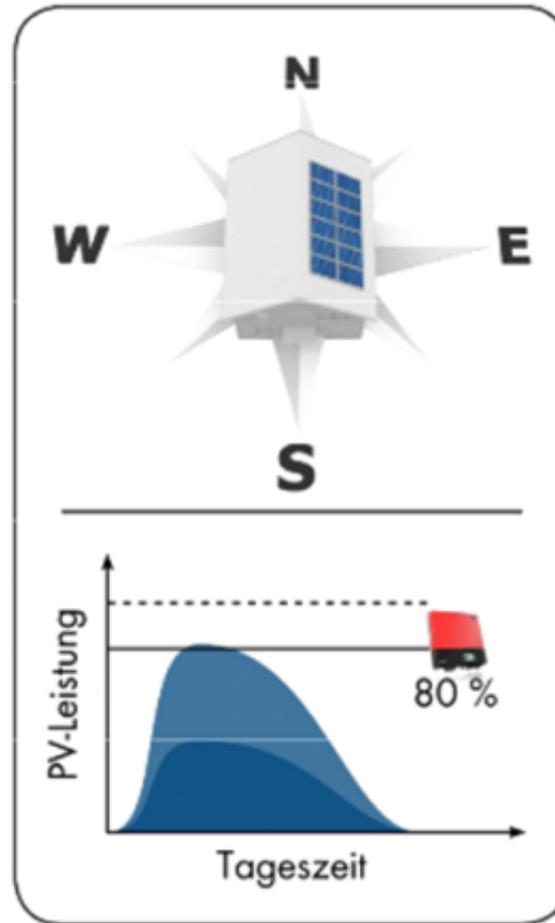
*Basis 800 kWh/kWp

PV Leistung in Abhängigkeit der Ausrichtung

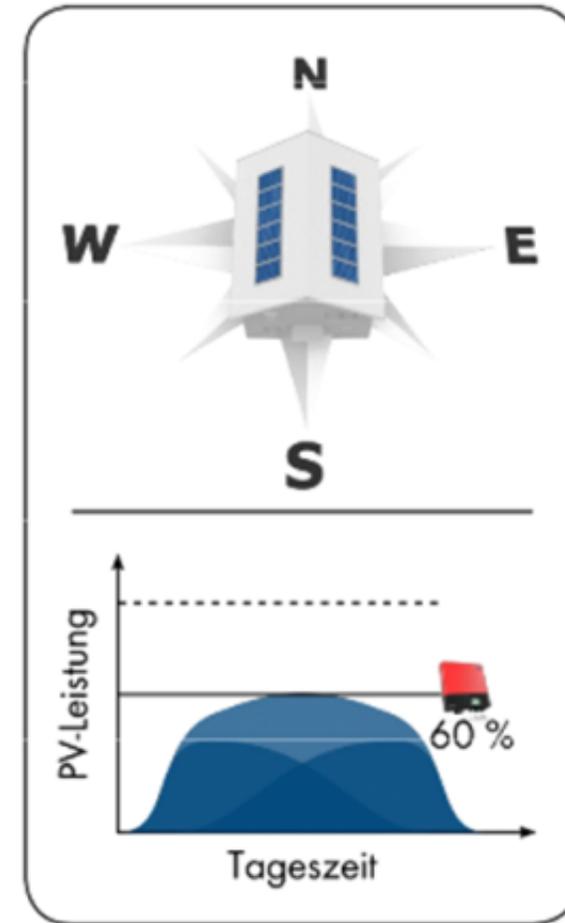
Süd



Ost



Ost/West

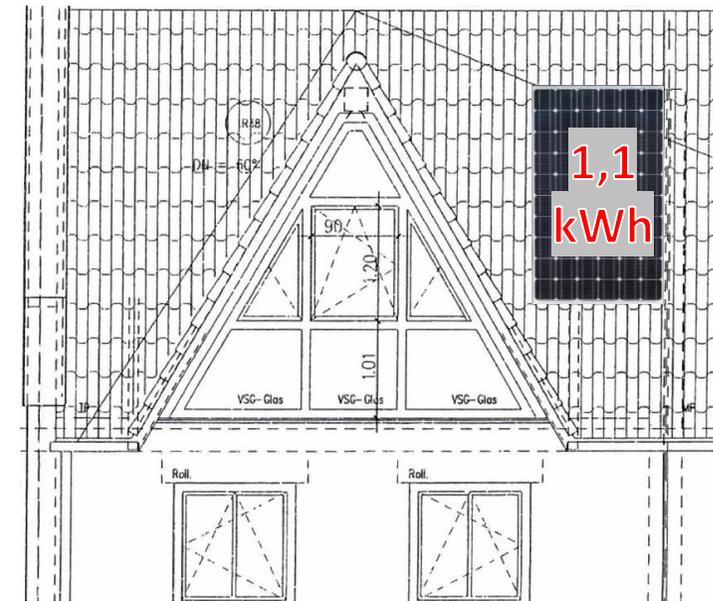


PV Erträge in Abhängigkeit der Ausrichtung

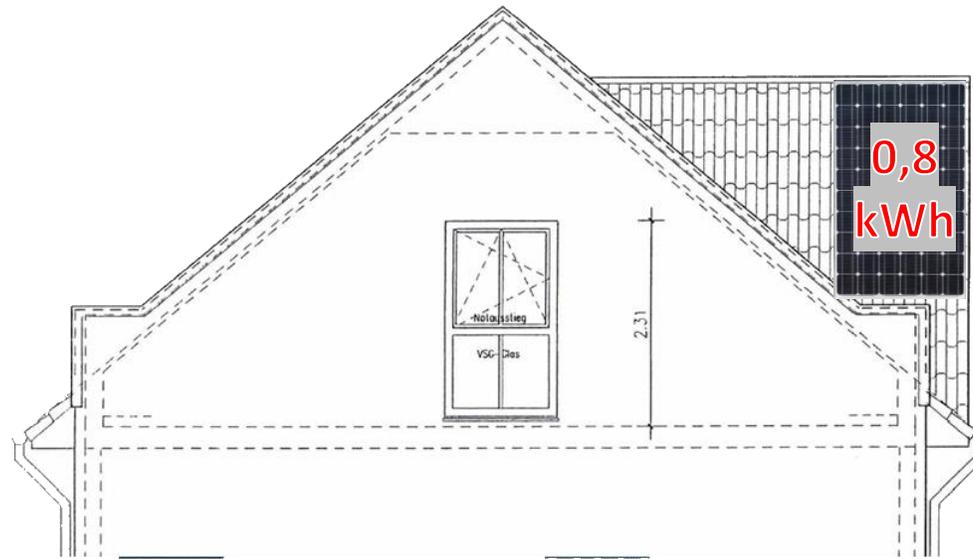
		Süd	Südost							Nordost							Nord			
		0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180
Dachneigung	0°	87%	87%	87%	87%	87%	87%	87%	87%	87%	87%	87%	87%	87%	87%	87%	87%	87%	87%	87%
	10°	93%	93%	93%	92%	92%	91%	90%	89%	88%	86%	85%	84%	83%	81%	81%	80%	79%	79%	79%
	20°	97%	97%	97%	96%	95%	93%	91%	89%	87%	85%	82%	80%	77%	75%	73%	71%	70%	70%	70%
	30°	100%	99%	99%	97%	96%	94%	91%	88%	85%	82%	79%	75%	72%	69%	66%	64%	62%	61%	61%
	40°	100%	99%	99%	97%	95%	93%	90%	86%	83%	79%	75%	71%	67%	63%	59%	56%	54%	52%	52%
	50°	98%	97%	96%	95%	93%	90%	87%	83%	79%	75%	70%	66%	61%	56%	52%	48%	45%	44%	43%
	60°	94%	93%	92%	91%	88%	85%	82%	78%	74%	70%	65%	60%	55%	50%	46%	41%	38%	36%	35%
	70°	88%	87%	86%	85%	82%	79%	76%	72%	68%	63%	58%	54%	49%	44%	39%	35%	32%	29%	28%
	80°	80%	79%	78%	77%	75%	72%	68%	65%	61%	56%	51%	47%	42%	37%	33%	29%	26%	24%	23%
	90°	69%	69%	69%	67%	65%	63%	60%	56%	53%	48%	44%	40%	35%	31%	27%	24%	21%	19%	18%

Gängige Dachausrichtungen und Dachneigungen sind geeignet

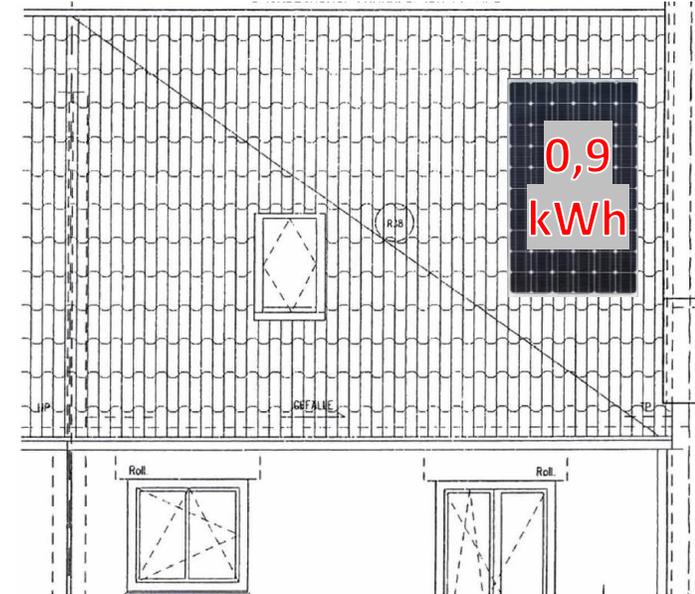
PV Erträge in Abhängigkeit der Ausrichtung am 14.05.2021



SÜDEN
(Dachneigung 45°)

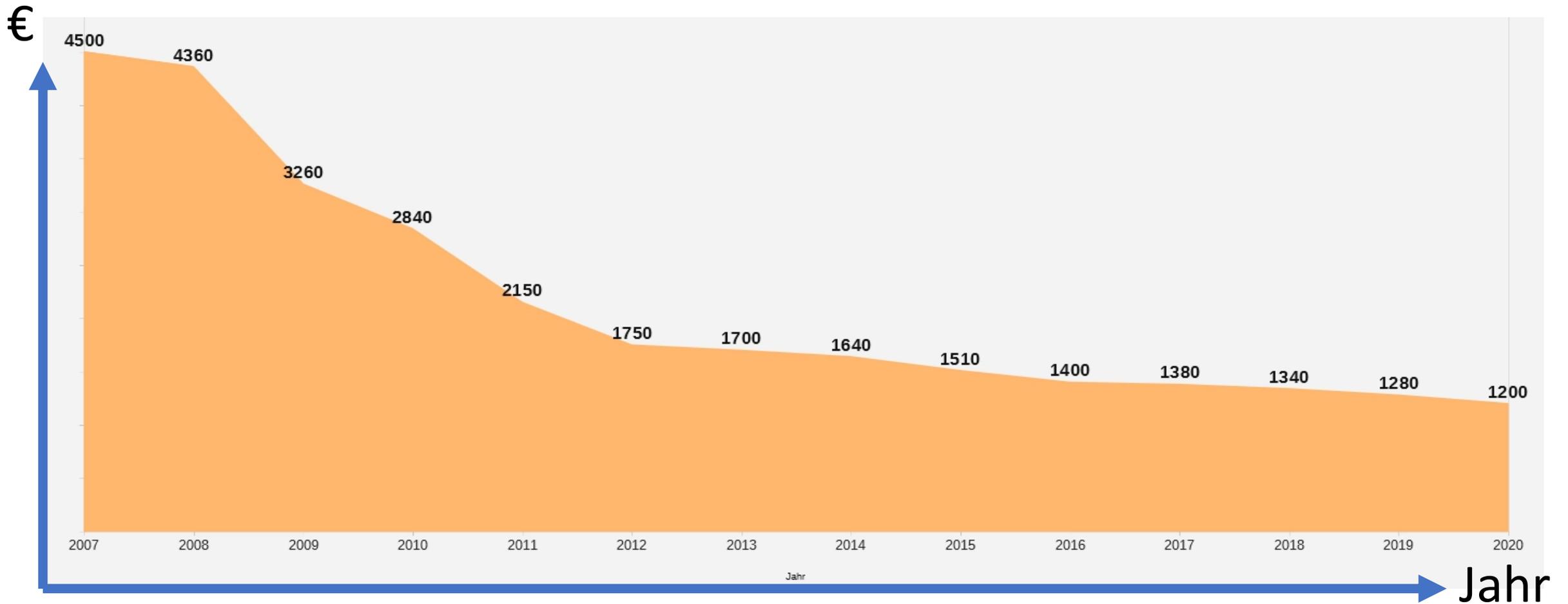


WESTEN
(Dachneigung 60°)



NORDEN
(Dachneigung 45°)

Preis von Photovoltaikanlagen (€ pro kWp)



Das Preisniveau für aktuelle Technik sinkt nur noch wenig

Preise von schlüsselfertigen Photovoltaikanlagen

5 kWp

4.250 kWh/Jahr

Anlagengröße
14 Module

Dachfläche
30 m²

8.000 €

Strompreis 9,4 Cent / kWh

inkl. 5 kWh Batteriesystem:

12.900 €

Strompreis 15,1 Cent / kWh

10 kWp

8.500 kWh/Jahr

Anlagengröße
28 Module

Dachfläche
60 m²

12.600 €

Strompreis 7,4 Cent / kWh

inkl. 10 kWh Batteriesystem:

19.700 €

Strompreis 11,5 Cent / kWh

18 kWp

15.300 kWh/Jahr

Anlagengröße
50 Module

Dachfläche
110 m²

19.500 €

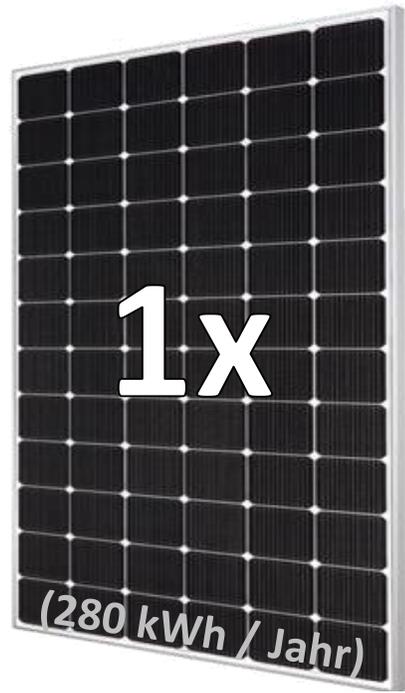
Strompreis 6,3 Cent / kWh

inkl. 15 kWh Batteriesystem:

29.500 €

Strompreis 9,6 Cent / kWh

„Selbstgemachter“ Ökostrom lässt Rohstoffe im Boden



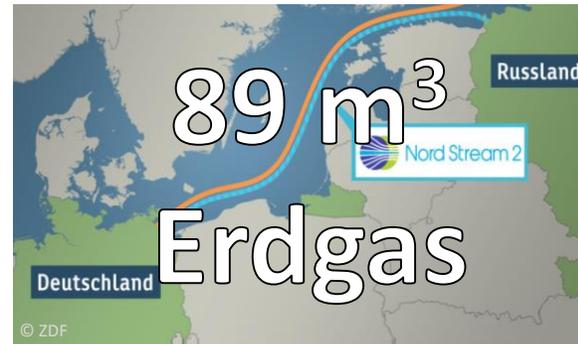
=



für Strom



oder



für Wärme



oder



für Mobilität

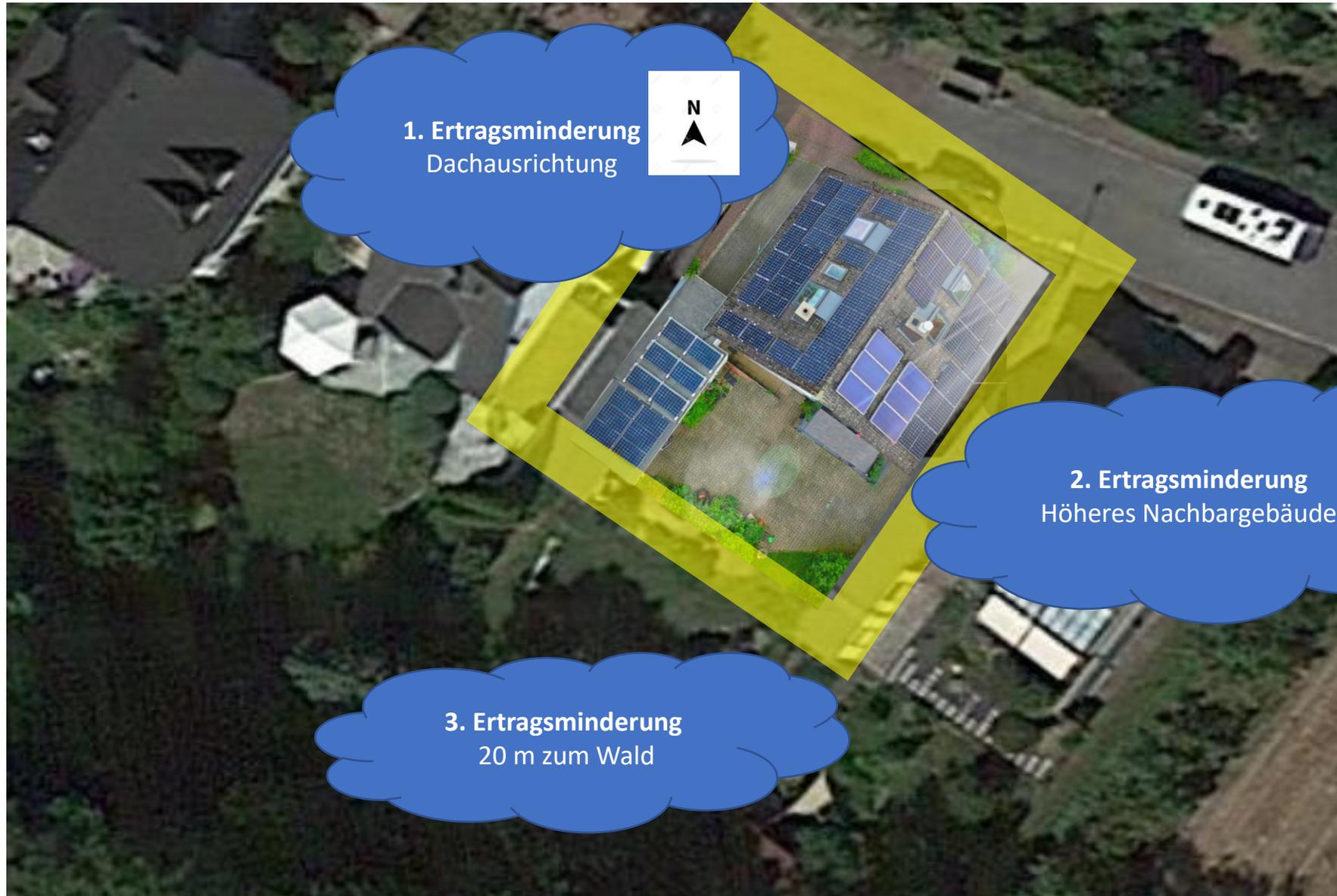


Jedes Jahr !

Praxisbeispiel – Familie Michalla



Von optimalen Gegebenheiten für PV sind auch wir weit entfernt

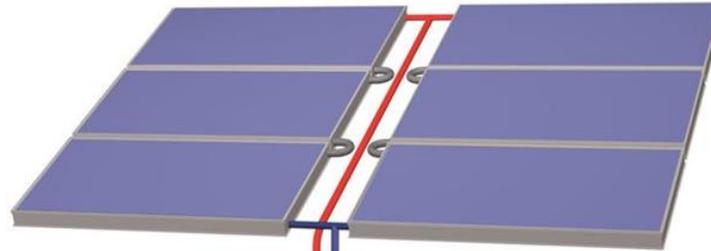


Wärme: Brauchwasser + Heizung

1) Scheitholzvergaser

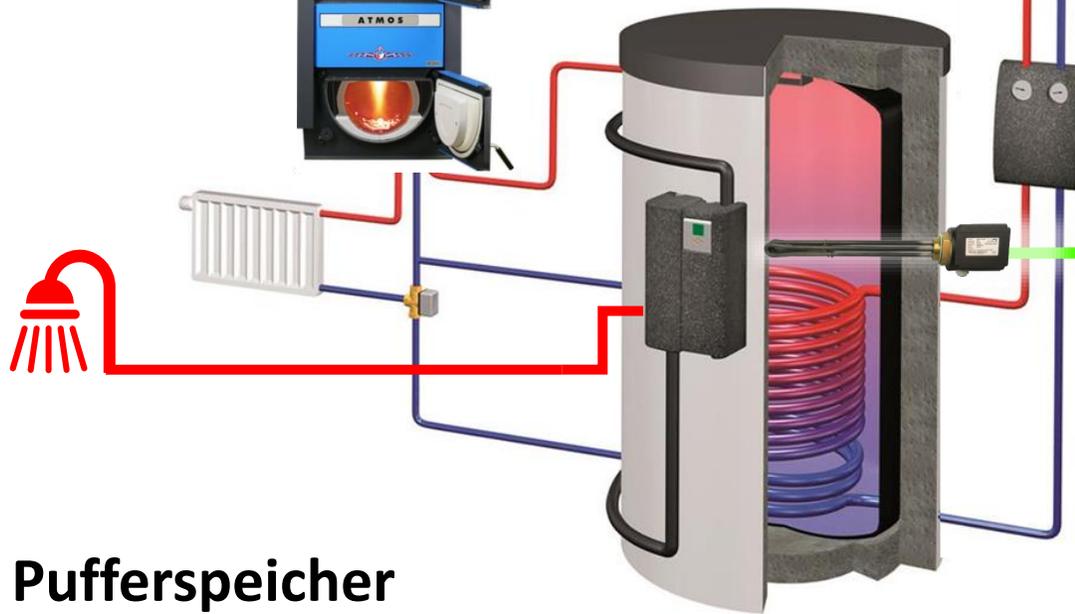
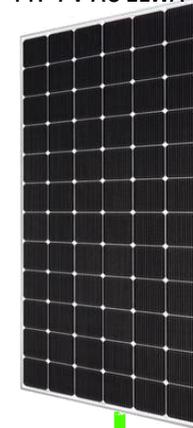


2) Solarthermie



3) Photovoltaik

Heizstab: 0 - 3.000 Watt
MY-PV AC ELWA-E



Pufferspeicher

Volumen = 1.000 l

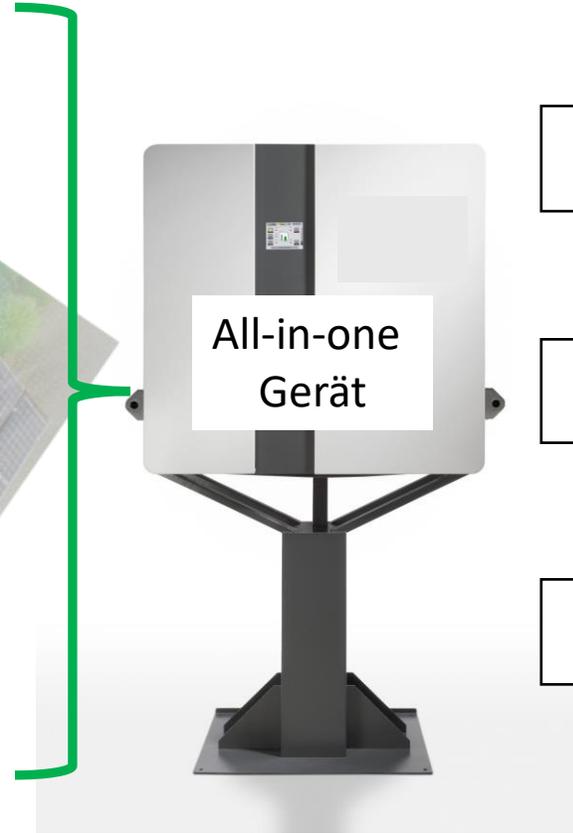
Energiekapazität 58 kWh (entspricht ca. 6 m³ Erdgas)

(Wassertemperatur sinkt von 85 °C → 35 °C)

Strom: Haus und Mobilität

Photovoltaik
Batterie
Wallbox E-Auto

21 kWp (Erweiterung von 9,9 kWp auf 21 kWp)
13 kWh



Prio 1
Direktverbrauch im Haus



Prio 2
Akkuspeicher



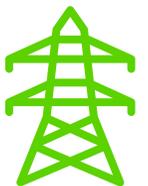
Prio 2
Elektromobilität



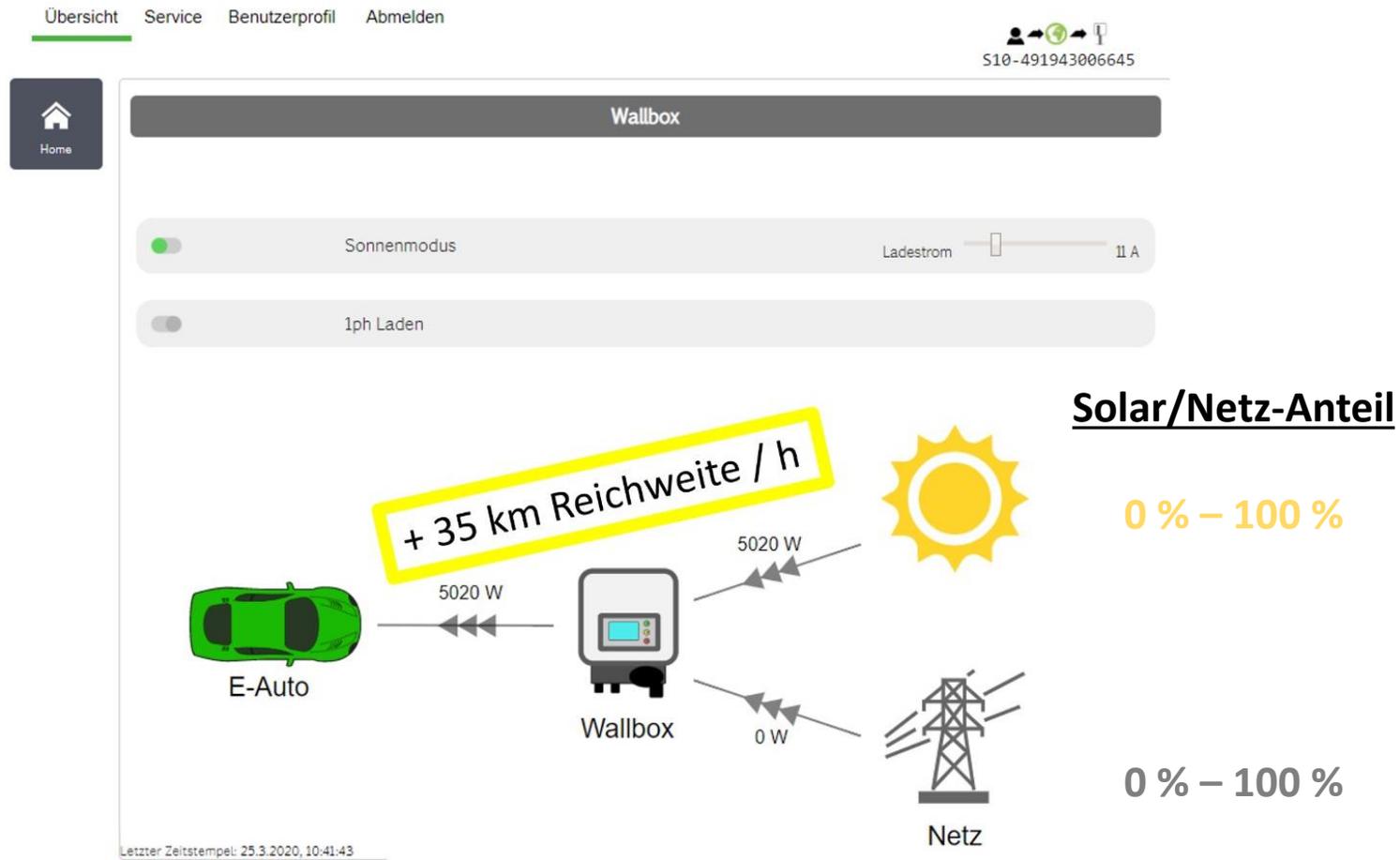
Prio 2
Heizstab



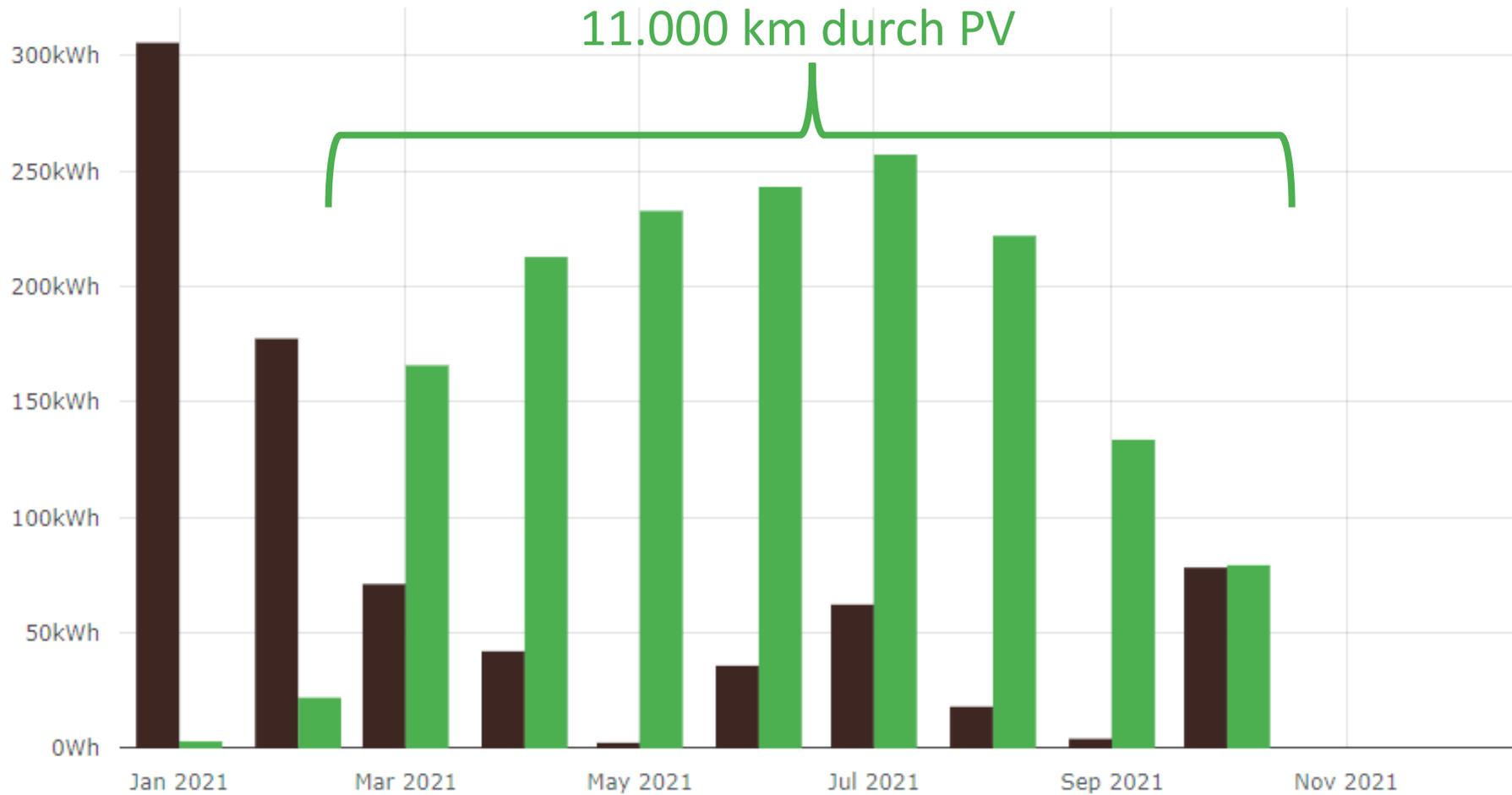
Rest: Prio 3
Netzeinspeisung



Elektromobilität – solares Überschussladen



Das Elektroauto fährt mit Strom vom eigenen Dach



797.75 [kWh]

-

Wallbox (ID 0)
Netzbezug

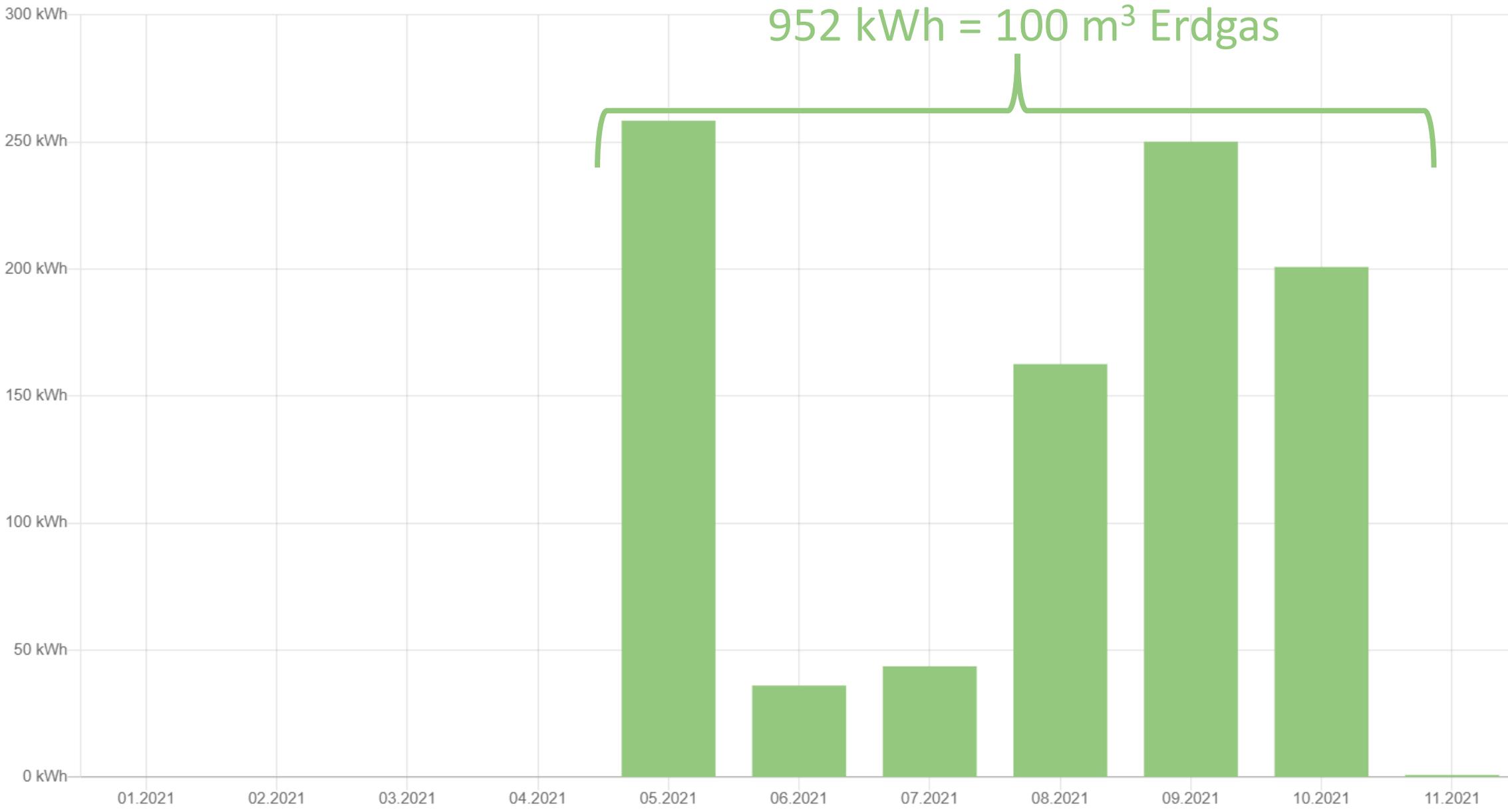
1572.54 [kWh]

-

Wallbox (ID 0)
Solarladeleistung

Wärme aus Strom: Überschuss geregelter Heizstab (0 – 3.000 Watt)

952 kWh = 100 m³ Erdgas



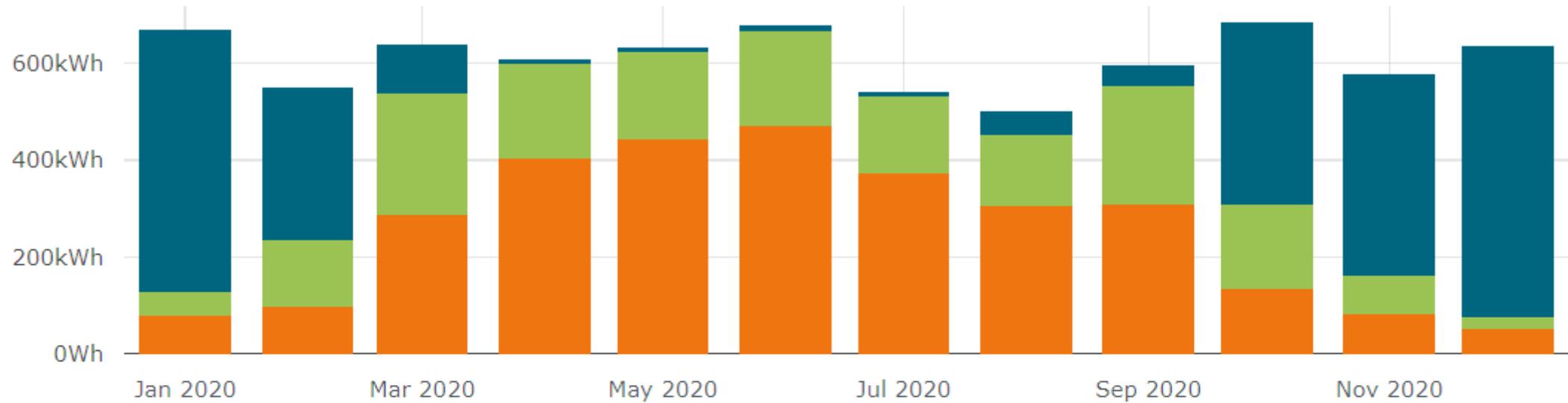
PV 1 (2019)

$$9,9 \text{ kWp (inkl. Wechselrichter, Batteriespeicher)} : 25 \text{ Jahre} \times 8.415 \text{ kWh/Jahr} = 210.375 \text{ kWh} = \frac{22.500 \text{ € netto}}{210.375 \text{ kWh}} = \frac{22.500 \text{ €}}{210.375 \text{ kWh}} = \mathbf{0,10 \text{ € / kWh}}$$

PV 2 (2021)

$$11,5 \text{ kWp (inkl. 2. Wechselrichter)} : 25 \text{ Jahre} \times 9.775 \text{ kWh/Jahr} = 244.375 \text{ kWh} = \frac{13.200 \text{ € netto}}{244.375 \text{ kWh}} = \frac{13.200 \text{ €}}{244.375 \text{ kWh}} = \mathbf{0,05 \text{ € / kWh}}$$

Jahresbilanz – Strom (9,9 kWp)



3027.94 [kWh]

Direktverbrauch

1840.19 [kWh]

Batterie
(Entladen)

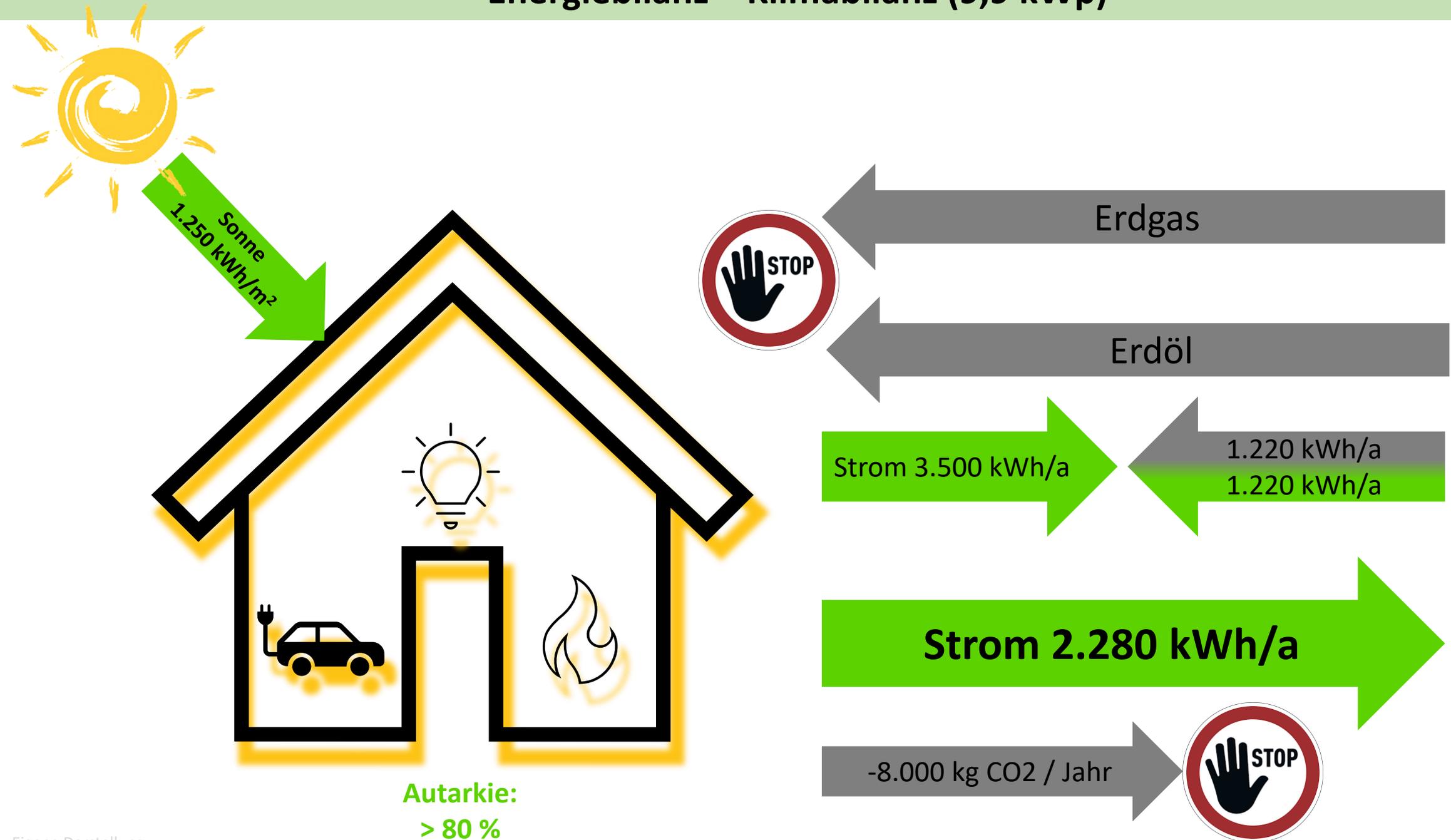
2440.89 [kWh]

Netzbezug

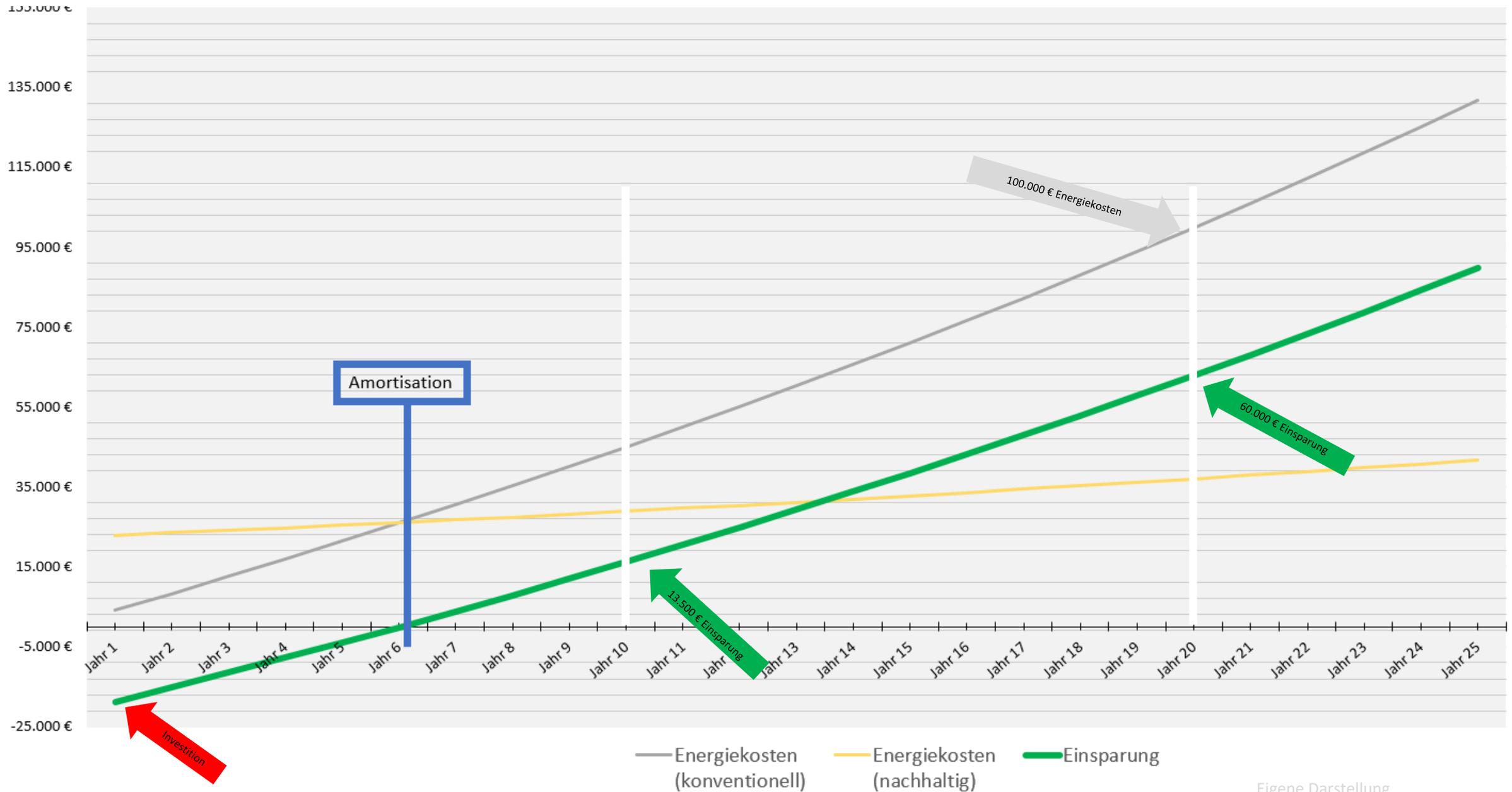
6661.08 [kWh]

Σ Verbrauch ⓘ

Energiebilanz – Klimabilanz (9,9 kWp)



Wirtschaftlichkeit – Photovoltaik (2 % Preissteigerung & ohne CO2-Bepreisung !) (9,9kWp)



Zusammenfassung

Heutige Situation

1. Anteil der Erneuerbaren Energien Stand heute 19 % (notwendig: 100 % bis 2045)
2. Ausbaugeschwindigkeit der Erneuerbaren Energien viel zu langsam

Technik

1. Photovoltaik ist **DIE** Energietechnik der Bürger
2. 11 Solarmodule erzeugen die Strommenge für einen 3 Personenhaushalt

Wirtschaftlichkeit

1. Anlagenpreise starten bei ca. 6.500 € und die Stromkosten bei ca. 0,06 €/kWh
2. Entscheidend für die Wirtschaftlichkeit ist der Eigenverbrauch



Ökologie



April 2021
Taunus

Es ist nicht genug zu wissen, man muß auch anwenden;
es ist nicht genug zu wollen, man muß auch tun.

Johann Wolfgang von Goethe