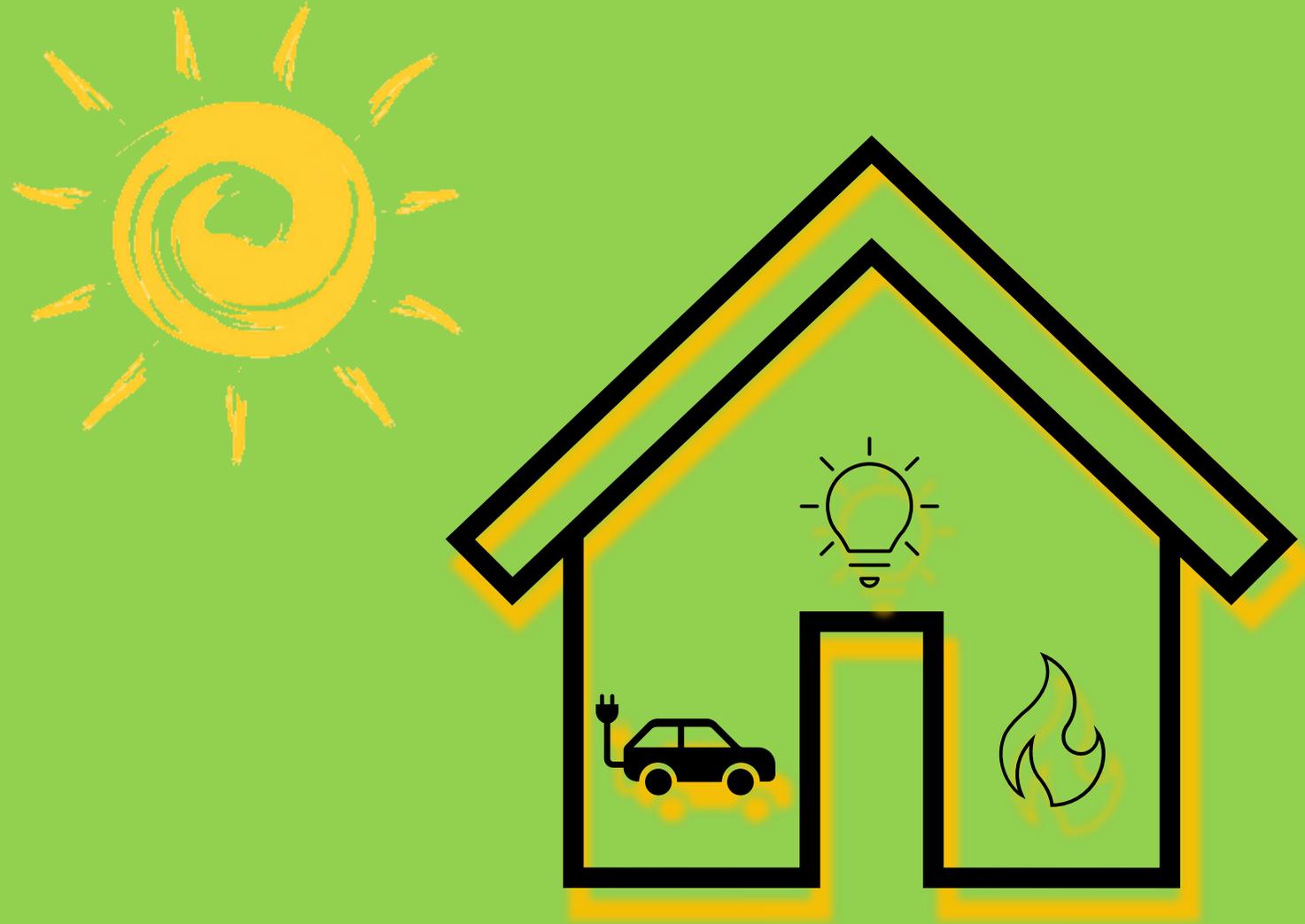


Photovoltaik – Grundlagen, Möglichkeiten & Wirtschaftlichkeit



Dipl. – Ing. Marcus Michalla

Zu meiner Person

Ziel des heutigen Abends



**Zukunft:
Friedrichsdorf ✓**

Liebe Nachbarn,

100 % Solarstrom in Friedrichsdorf bis 2025 sind möglich. Verbinden Sie Ökologie mit Ökonomie und werden Sie unabhängig durch Eigenenergie.

**Ich produziere 120 % unserer Energie selbst :
Energiekostenreduzierung um 3.500 € pro Jahr
CO₂-Vermeidung von 8.000 kg pro Jahr**

**Sie wollen dabei sein ?
Sie haben Fragen ?**

Zum Einstieg in die Thematik biete ich einen digitalen Informationsabend an.

Ich freue mich, mit Ihnen in Kontakt zu treten.

Ihr

Marcus Michalla
Dipl. - Ing. Elektrotechnik

Agenda

Teil 1

(ca. 20 min)

Energieversorgung heute ?

- Situation in Deutschland ?
- Klimaneutrale Stadt bis 2035 ?

Teil 2

(ca. 30 min)

Photovoltaik !

- Grundlagen
- Wirtschaftlichkeit
- Praxisbeispiel

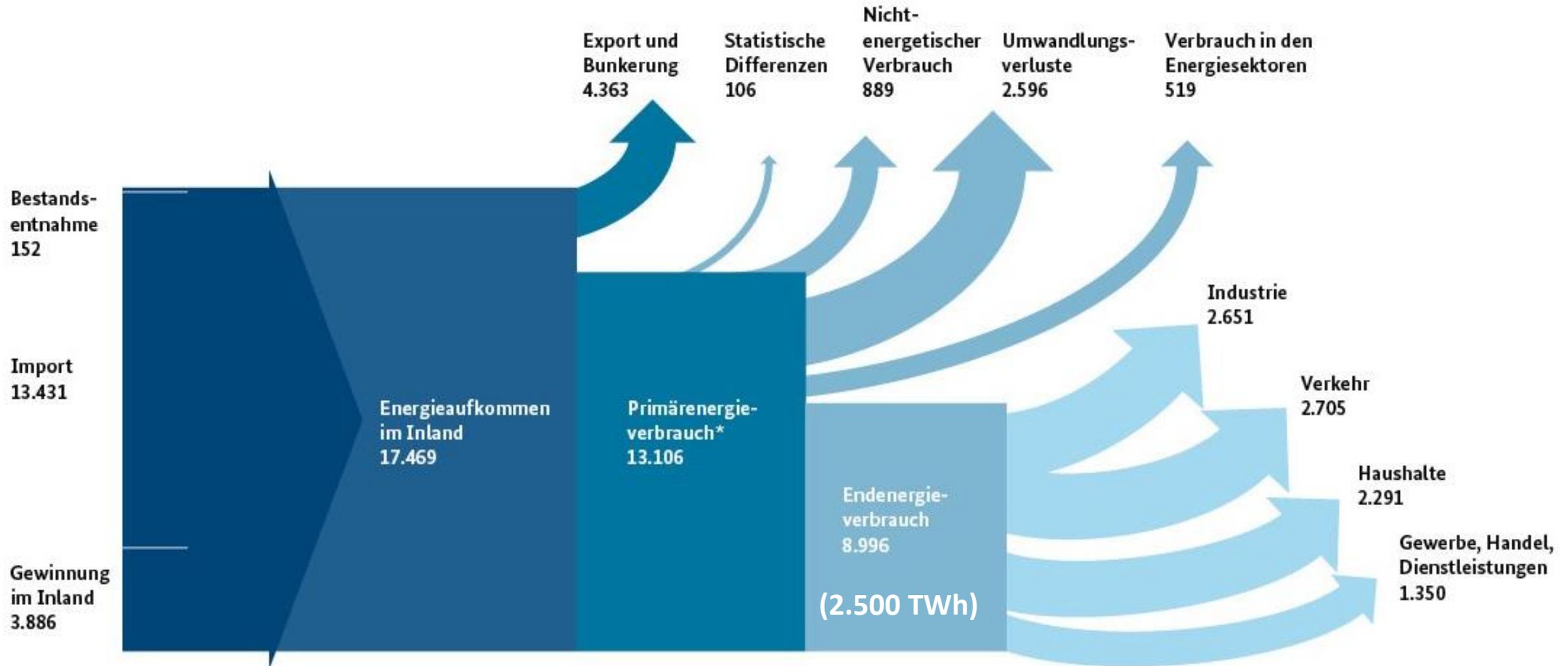
Teil 3

Fragen/Diskussion

Energieversorgung heute: Situation in Deutschland



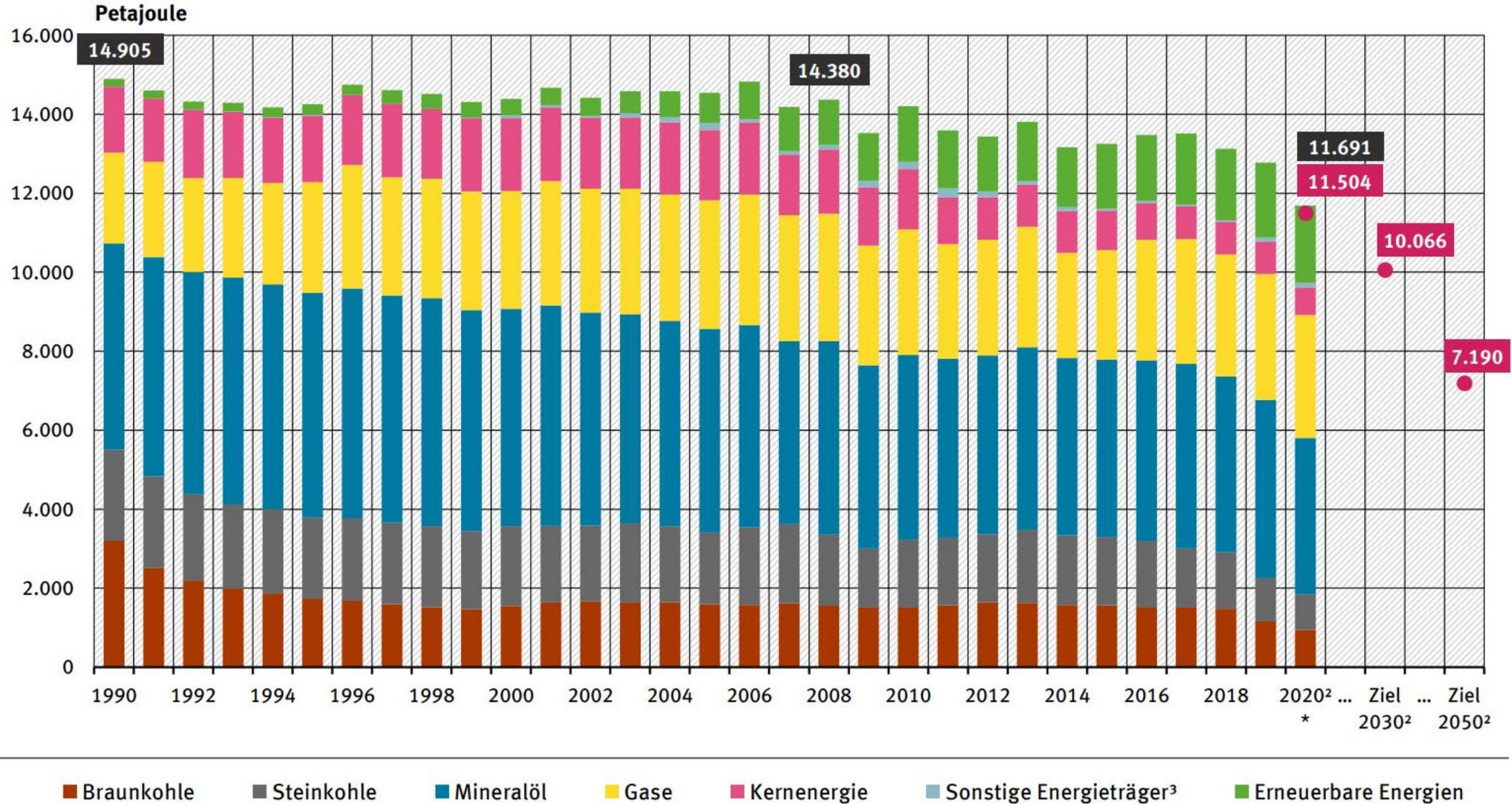
Energieflussbild für Deutschland (in Petajoule)



Der Anteil der erneuerbaren Energieträger am Primärenergieverbrauch liegt bei 13,8 %. Abweichungen in den Summen sind rundungsbedingt.

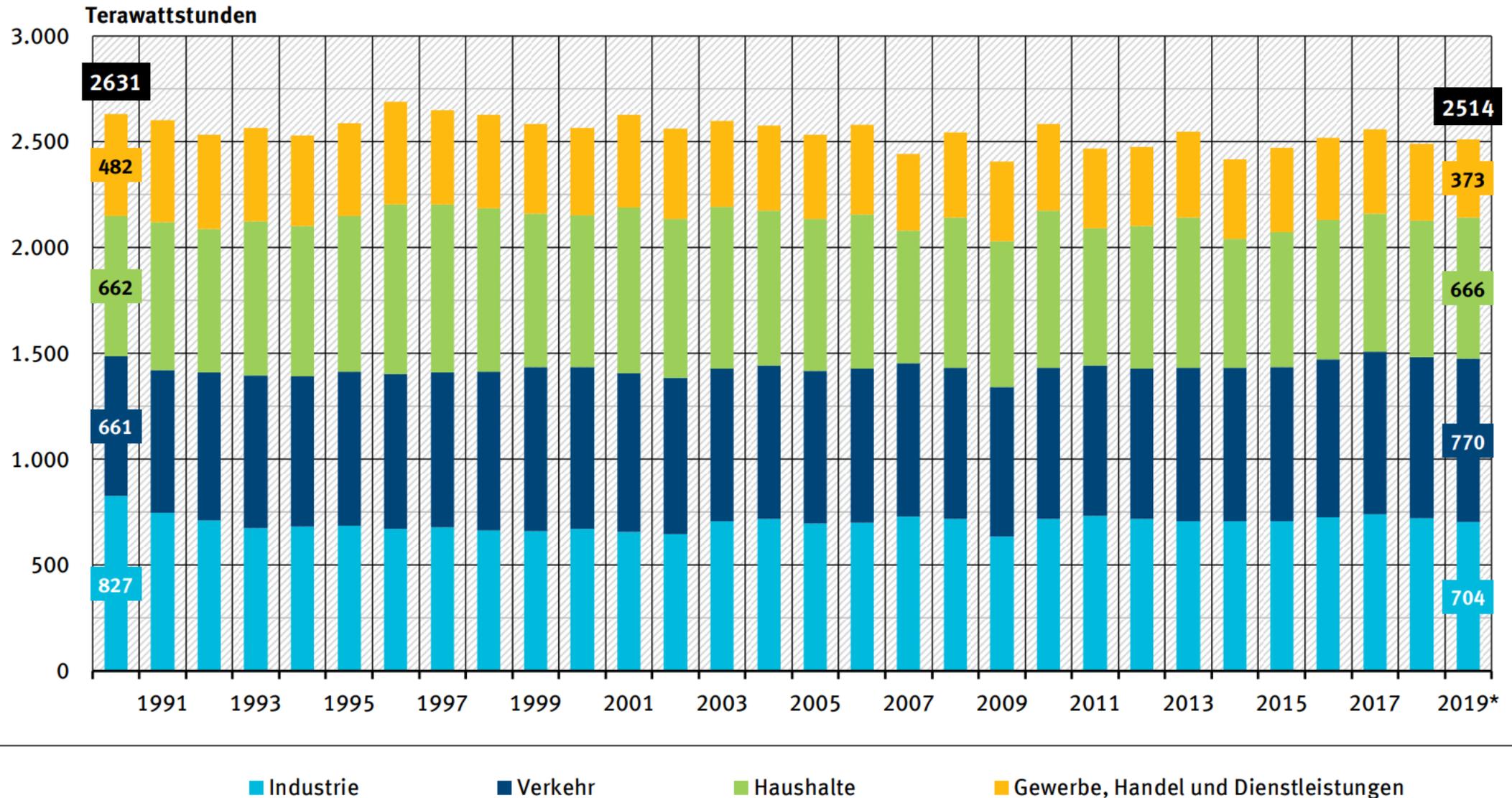
* Alle Zahlen vorläufig/geschätzt
29,308 Petajoule (PJ) \triangleq 1 Mio. t SKE

Primärenergieverbrauch in Deutschland



Quelle: Umweltbundesamt auf Basis AG Energiebilanzen, Auswertungstabellen zur Energiebilanz für die Bundesrepublik Deutschland 1990 bis 2019, Stand 09/2020; für 2019, 2020, AG Energiebilanzen, Primärenergieverbrauch, Stand 12/2020

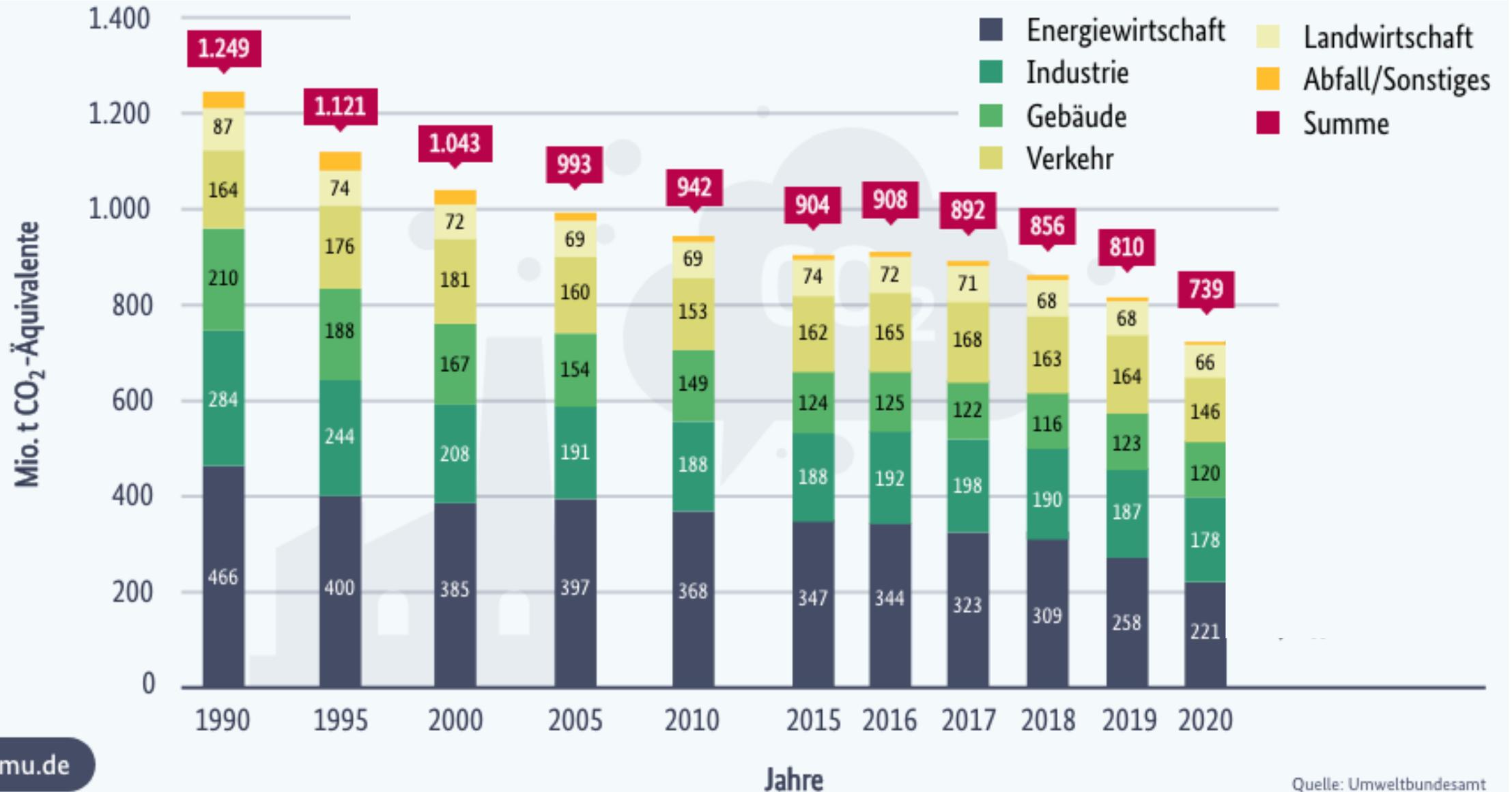
Endenergieverbrauch in Deutschland



* 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)



Klimaziele der Bundesregierung vs. Bundesverfassungsgericht

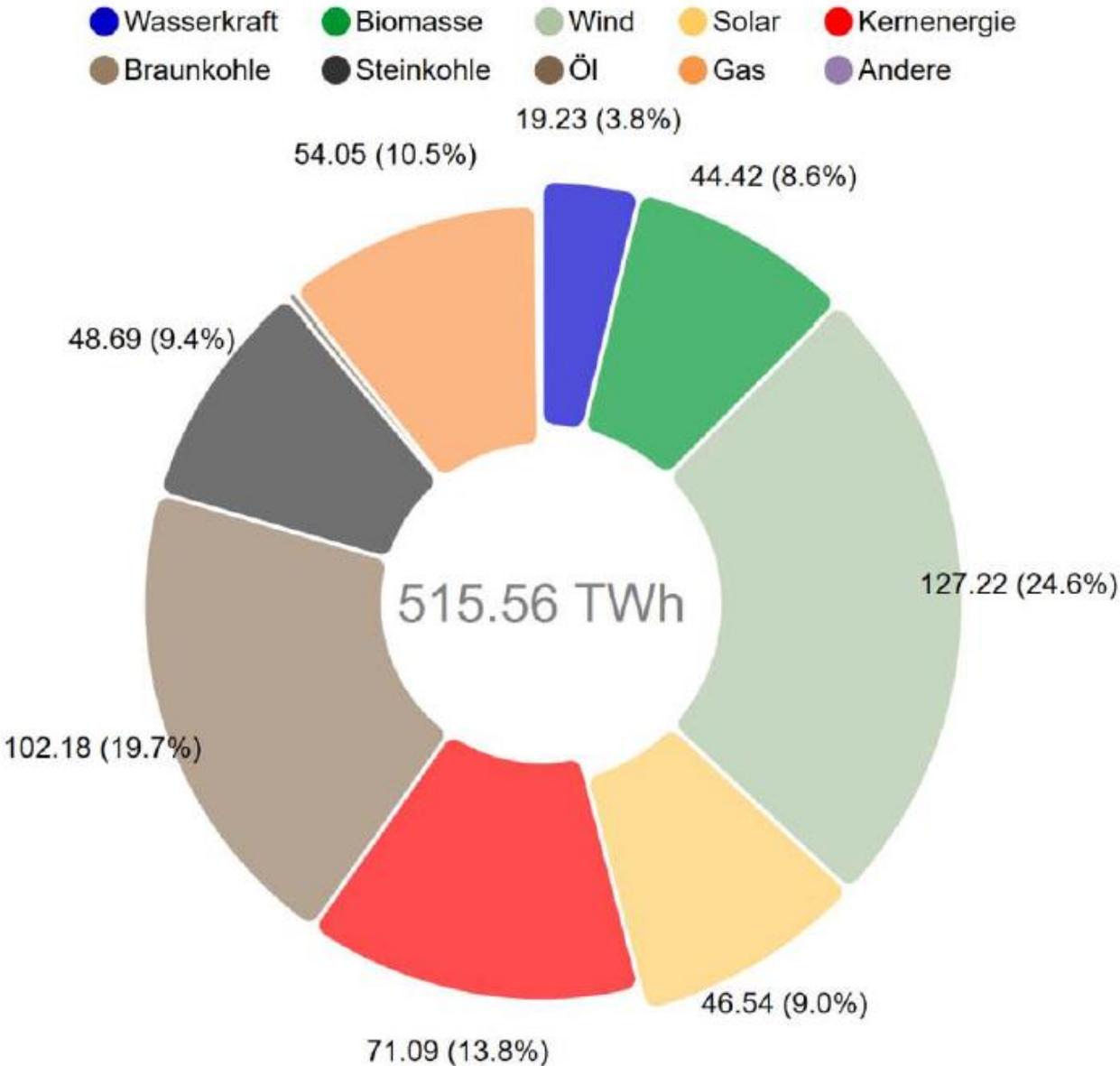
Ziele	Deutschland		
	2020	2030	2045
Treibhausgase			
Treibhausgasemissionen im Vergleich zu 1990	mind. -40 %	mind. -65 %	mind. -80 bis -95 %
Steigerung des Anteils EE am Energieverbrauch			
Anteil erneuerbarer Energien am Bruttoendenergieverbrauch	18 %	30 %	60 %
Reduktion des Energieverbrauchs und Steigerung der Energieeffizienz			
Senkung des Primär- oder Endenergieverbrauchs (P/EEV)	-20% PEV ggü. 2008		-50% PEV ggü. 2008

Deutschland soll früher klimaneutral werden

- Treibhausgasemissionen
 - Bis 2030: 65 % weniger CO₂ (bislang 55 %)
 - Bis 2040: 88 % weniger CO₂
 - 2045: Klimaneutralität (bislang 2050)
- Zulässige jährliche CO₂-Emissionsmengen für einzelne Sektoren wie Energiewirtschaft, Industrie, Verkehr oder Gebäudebereich werden abgesenkt.

Quelle:
<https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/klimaschutz/bundesregierung-klimapolitik-1637146>

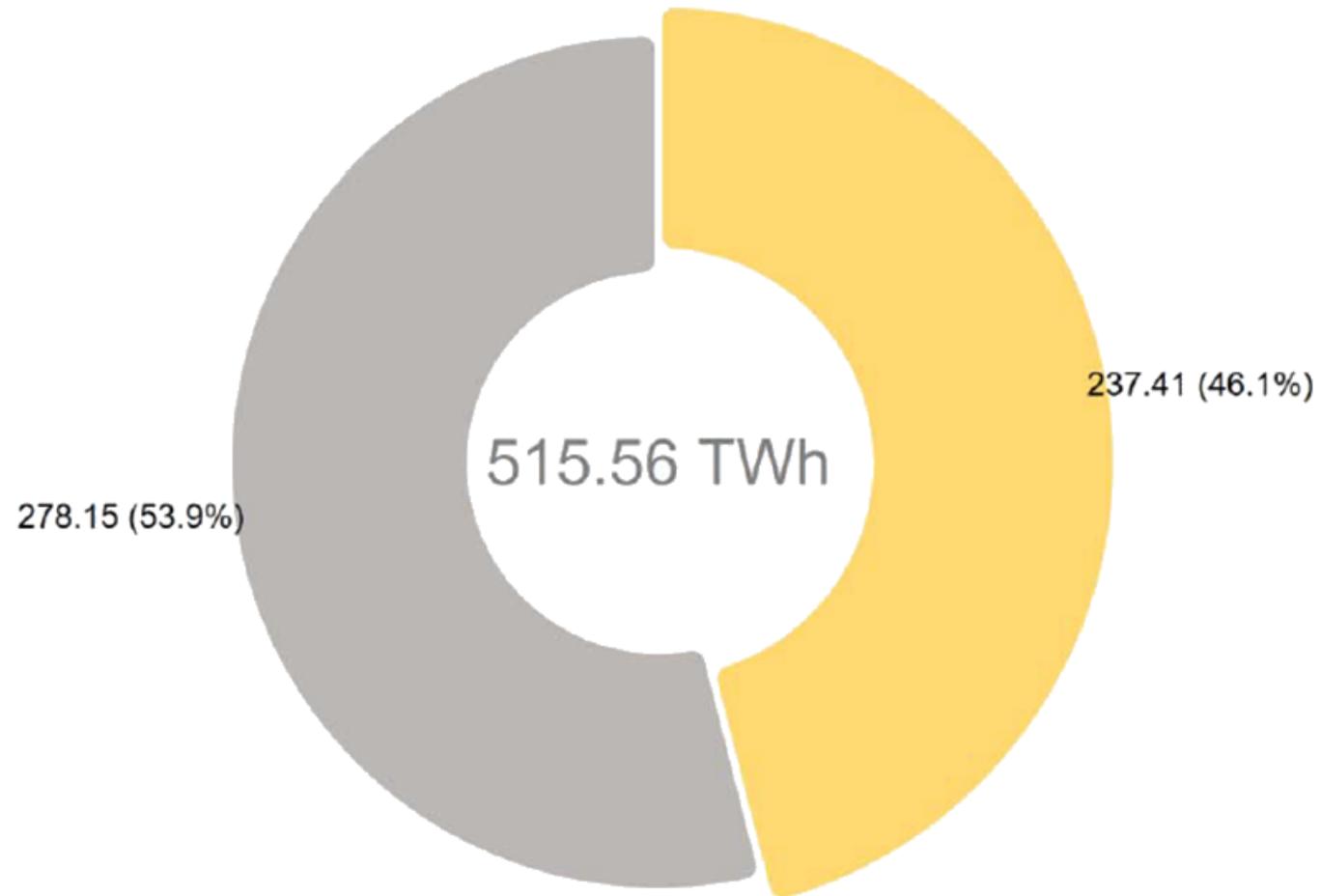
Strom-Mix in Deutschland



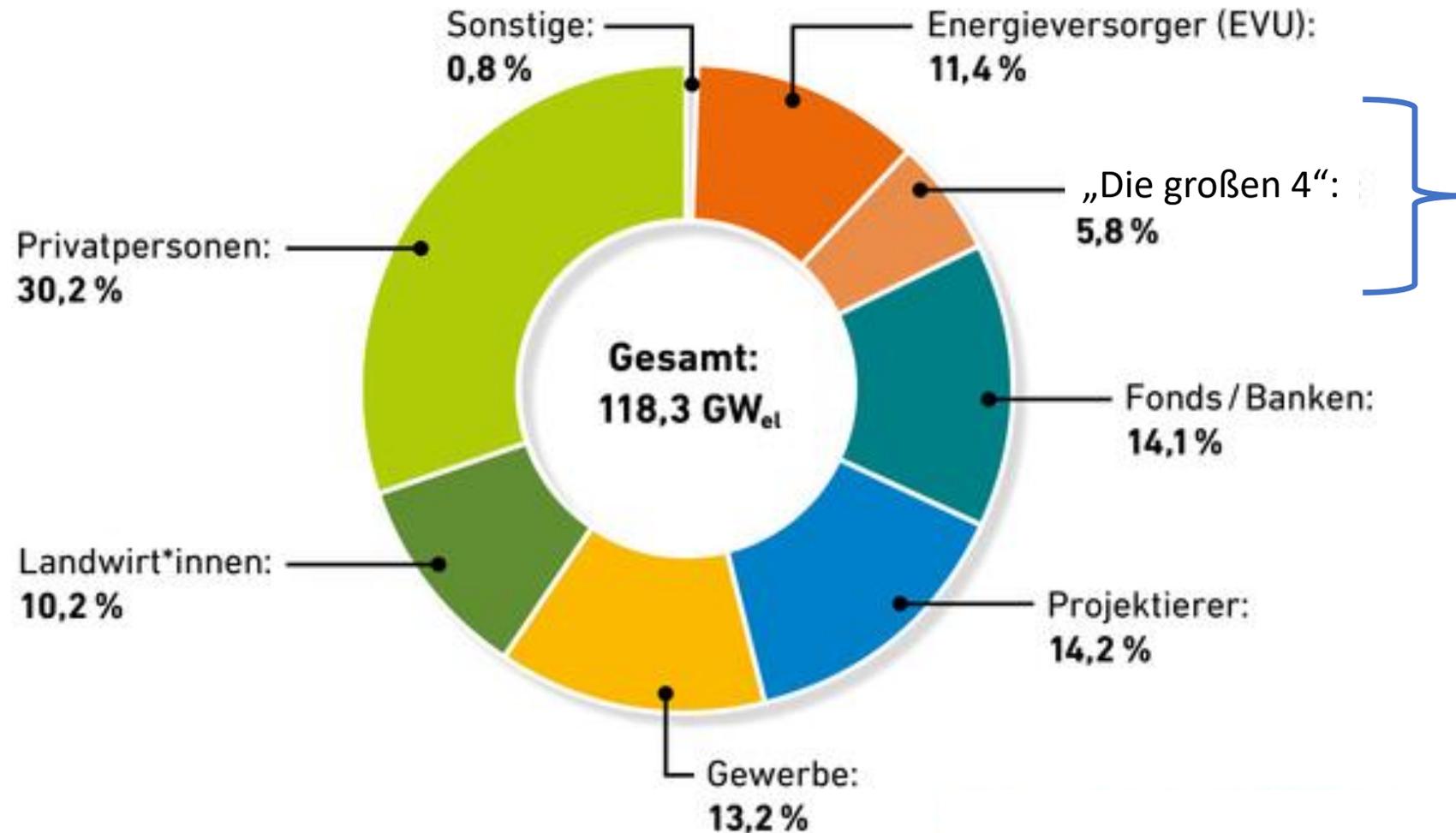
Quelle: Fraunhofer ISE 2019

Strom-Mix in Deutschland

● Erneuerbare ● Nicht Erneuerbare

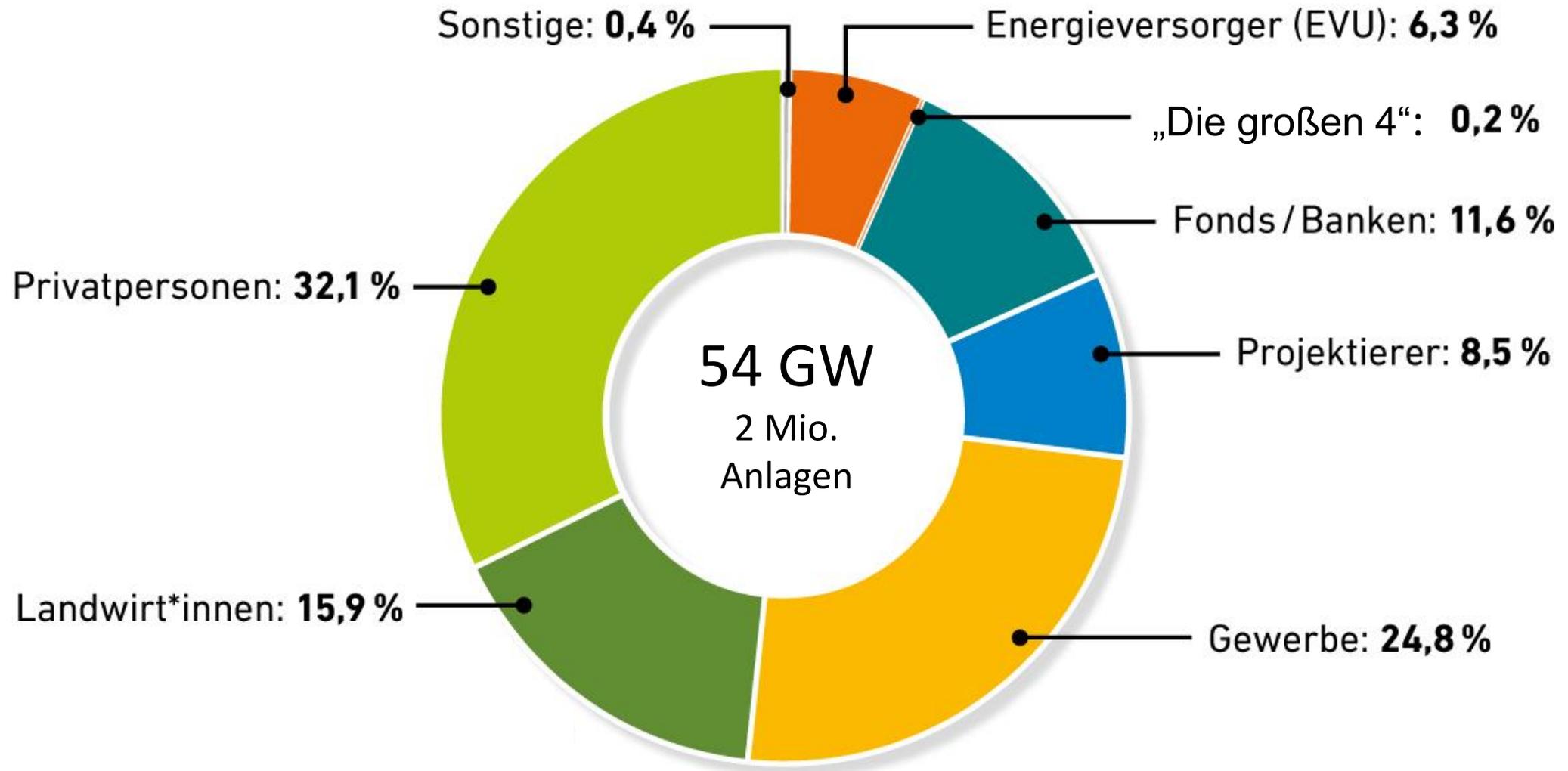


Erneuerbare Energien in Bürgerhand

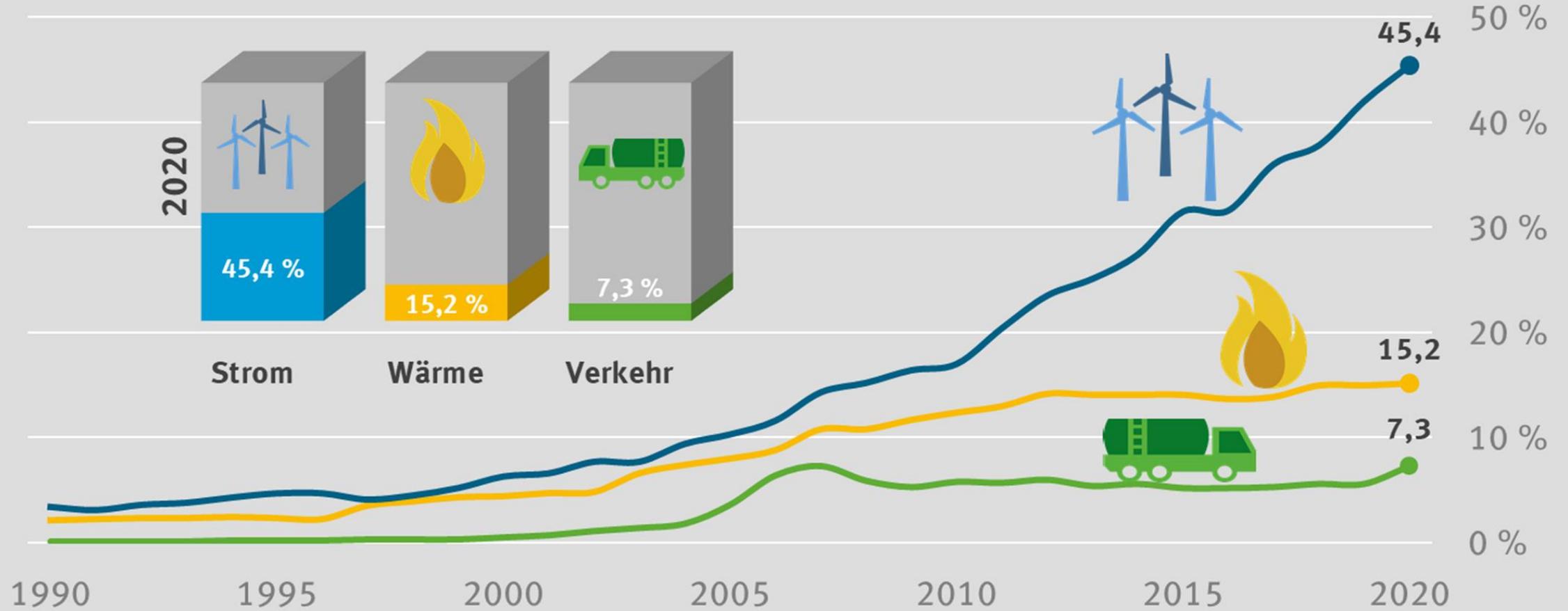


[https://de.wikipedia.org/wiki/Die_gro%C3%9Fen_Vier_\(Energieversorgung\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Die_gro%C3%9Fen_Vier_(Energieversorgung))

Photovoltaik in Bürgerhand



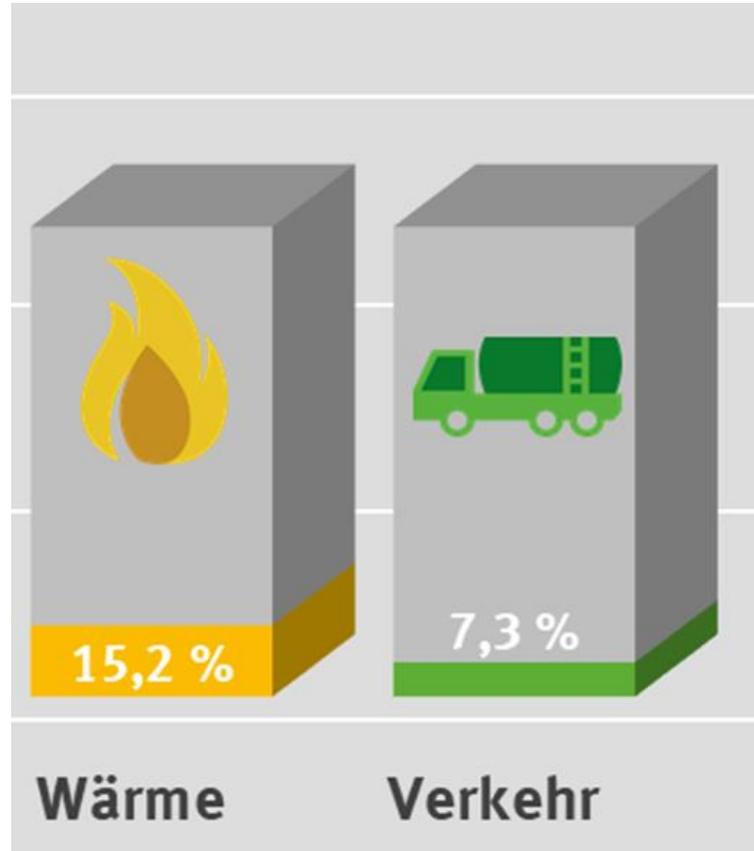
Anteile Erneuerbarer Energien an den Sektoren Strom, Wärme und Verkehr



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.“

Deutschland als Energiewende Vorbild ?



23.09.2020 PRESSEMITTEILUNG Erneuerbare Energien

Altmaier: „EEG Novelle 2021 klares Zukunftssignal für mehr Klimaschutz und mehr Erneuerbare“

EEG Novelle 2021 im Kabinett verabschi

DER TAGESSPIEGEL

Klimakanzlerin

spricht diese Woche gleich zweimal auf internationaler Bühne über
Erwärmung VON DAGMAR DEHMER

Berlin - Angela Merkel hat alle Chancen, ihren Ruf als Klimakanzlerin zu
festigen. Am Montagabend sollte sie vor dem Klimagipfel der Vereinten
Nationen in New York sprechen. Und einen Tag später zum selben Thema vor



Energiewende - Vorbild Deutschland

Wir schalten Atomkraftwerke ab und bauen stattdessen Wind- und Solarenergieanlagen. So
Emissionen um 27 Prozent gesenkt. Ein amerikanischer Journalist erklärt, warum die Welt v

10.06.2020 GEMEINSAME PRESSEMITTEILUNG Energiewende
Globale Führungsrolle bei
Wasserstofftechnologien sichern:
Bundesregierung verabschiedet
Nationale Wasserstoffstrategie
und beruft Nationale Wasserstoffrat



und baut seine
reich
weiter aus“

Anteil der Erneuerbaren Energien in den EU-Mitgliedstaaten

(2018, in % des Bruttoendenergieverbrauchs)



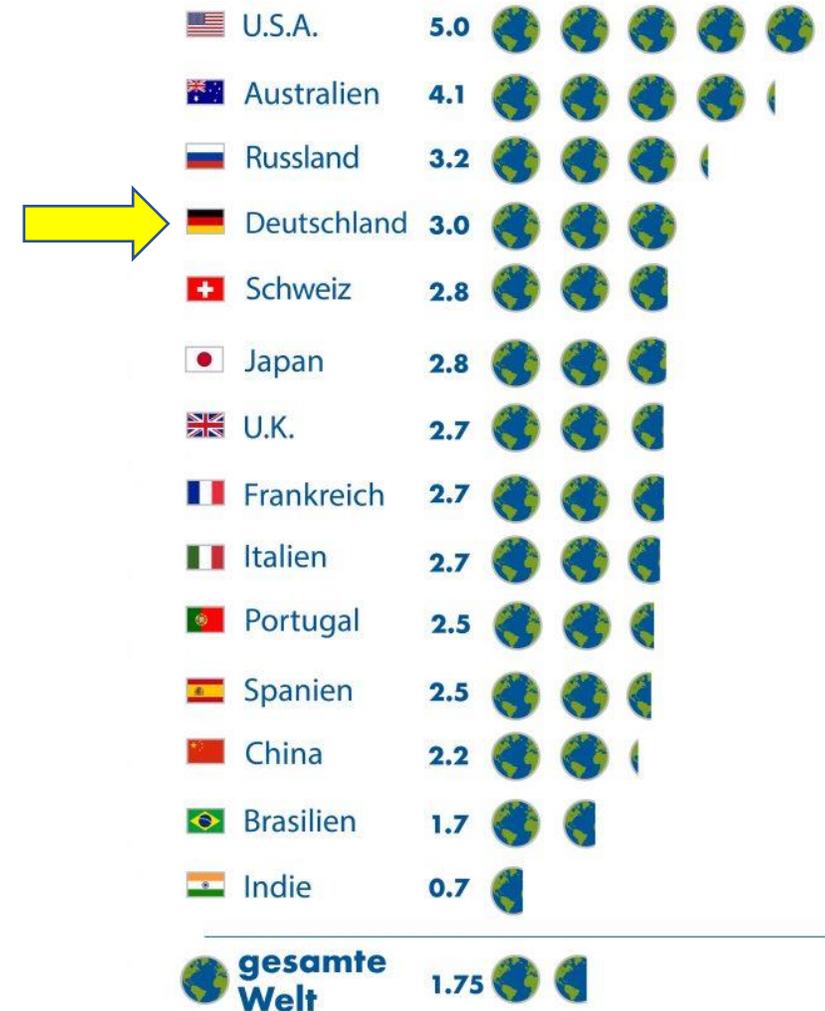
Erderschöpfungstag (Earth Overshoot Day):

Country Overshoot Days 2021

When would Earth Overshoot Day land if the world's population lived like...



Wie viele Erden bräuchten wir, wenn alle Leute der Welt so leben würden wie die Bewohner von...



Klimaneutrale Stadt bis 2035 ? Beispiel 61381 Friedrichsdorf



Politisches Ziel: Friedrichsdorf bis 2035 klimaneutral

Koalitionsvereinbarung über eine Zusammenarbeit von

**Bündnis 90/Die Grünen (Grüne), Friedrichsdorfer Wählergemeinschaft (FWG)
und Sozialdemokratische Partei Deutschlands (SPD)**

in der Wahlperiode 2021-2026

Präambel

Grüne, FWG und SPD wollen in den nächsten fünf Jahren die Stadt Friedrichsdorf verantwortungsvoll und im Sinne der Menschen in Friedrichsdorf politisch führen. Gemeinsames Ziel ist es, unsere Stadt klimagerecht, sozial und lebenswert weiterzuentwickeln.

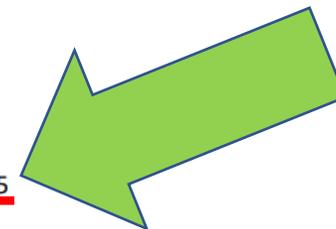
Die Corona-Pandemie stellt die Stadt, die hier lebenden Menschen, Unternehmen, Handel und Gewerbe vor große Herausforderungen. Wir wollen insgesamt gestärkt aus der Krise herausgehen.

Dafür vereinbaren wir für die Wahlperiode 2021 bis 2026 eine enge und vertrauensvolle Zusammenarbeit in den politischen Gremien der Stadt Friedrichsdorf und werden als eine Koalition auftreten. Unsere Zusammenarbeit wird geprägt sein von gemeinsamen Zielen und Überzeugungen, die uns einen und von dem gegenseitigen Verständnis für das, was uns programmatisch trennt und einer gemeinsamen Lösung zugeführt werden muss – zum Wohle aller Bürgerinnen und Bürger von Friedrichsdorf. Wir legen Wert auf wechselseitigen Respekt und eine faire Zusammenarbeit – miteinander, mit den anderen Fraktionen und Gruppen in der Stadtverordnetenversammlung, dem Seniorenbeirat, der Jugendvertretung, dem Ausländerbeirat und mit der Verwaltung.

Ziele

Die übergeordneten Ziele dieser Koalition sind:

- Eine nachhaltige und zukunftsgerichtete Stadtentwicklung. Friedrichsdorf soll 2035 klimaneutral sein. Darum soll Klimaschutz Prüfstein für alle städtischen Projekte werden.



Erneuerbare Energien in Friedrichsdorf: Internetseite der Stadt Friedrichsdorf

START Friedrichsdorf
Leben und mitmachen

STARTSEITE | LEBEN IN FRIEDRICHSDORF | FREIZEIT KULTUR TOURISMUS | RATHAUS ONLINE | WIRTSCHAFT | IMPRESSUM | SUCHE

Leben in Friedrichsdorf

Startseite > Leben in Friedrichsdorf > Umwelt > Erneuerbare Energien

Erneuerbare Energien

- Solar-Kataster Hessen
- ERNEUERBAR KOMMI
- Mit der Sonne rechnen
- Solar Lokal
- Woche der Sonne
- Hilfreiche Links

Solar-Kataster Hessen

Nach Eingabe der Adresse können Sie für eine zuvor ausgewählte Fläche die Wirtschaftlichkeit für Photovoltaik (PV-) und Solarwärme-Anlagen berechnen. Bei PV-Anlagen können sowohl Dach als auch Freiflächenanlagen berechnet werden. Bei Solarwärmeanlagen gibt es die Wahl zwischen Warmwasserbereitung und zusätzlicher Heizungsunterstützung. Im Dialogfeld zur Wirtschaftlichkeit können verschiedene Angaben verändert und angepasst werden.

>>> zum Solar-Kataster

Mit der Sonne rechnen:

Online-Rechner für Solaranlagen zur Wärmenutzung und zur Stromerzeugung:

PV.rechner
EnergieAgentur.NRW | metamedia

Mit diesem Online-Rechner der EnergieAgentur.NRW können Sie überprüfen, ob sich die Investition in eine Photovoltaik-Anlage an Ihrem Gebäude lohnt.

SOLAR TOOLBOX
FIRST CLASS SOLAR SYSTEM DESIGN

Kostenlose Online-Solarthermie-Berechnung zur Dimensionierung einer Solaranlage zur Wärmenutzung.

Solar Lokal...

SolarLokal Friedrichsdorf
Strom aus Sonne

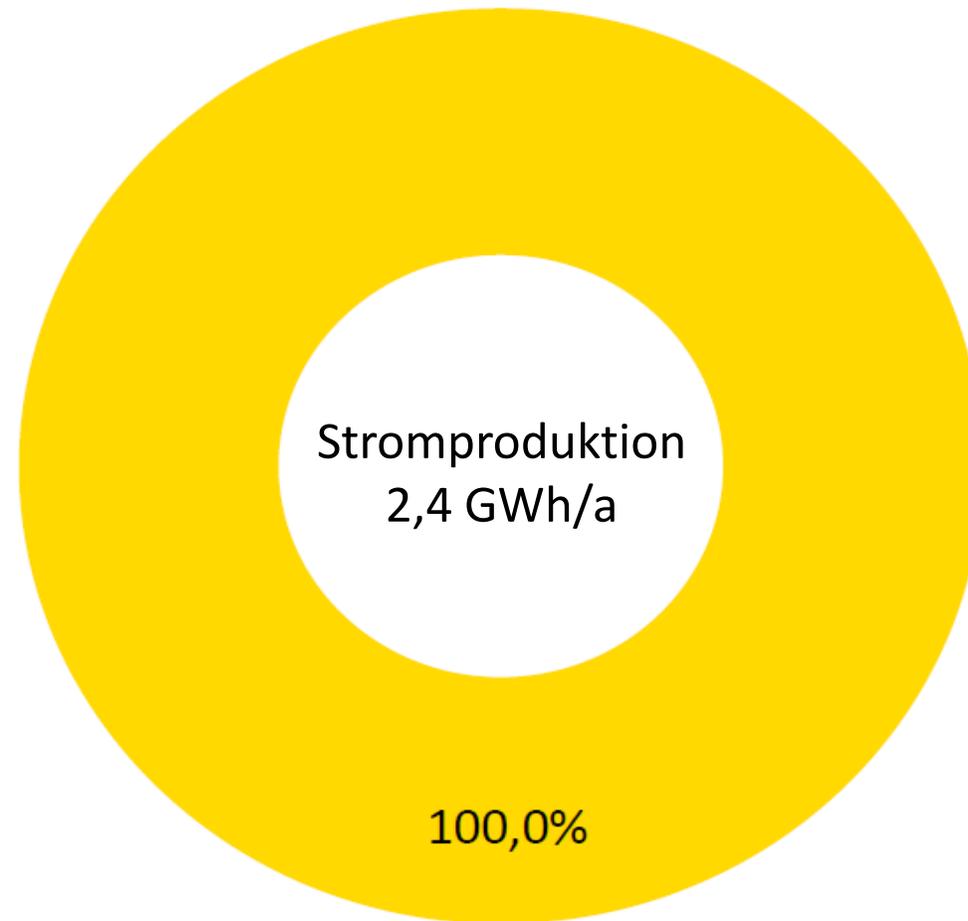
Friedrichsdorf macht mit bei Solar Lokal. Hier finden Sie Informationen zur Photovoltaik. Lassen Sie sich als Handwerker registrieren! <http://www.solarlokal.de>

Woche der Sonne

☹ Seite existiert nicht

☹ Solarthermie ist „OUT“

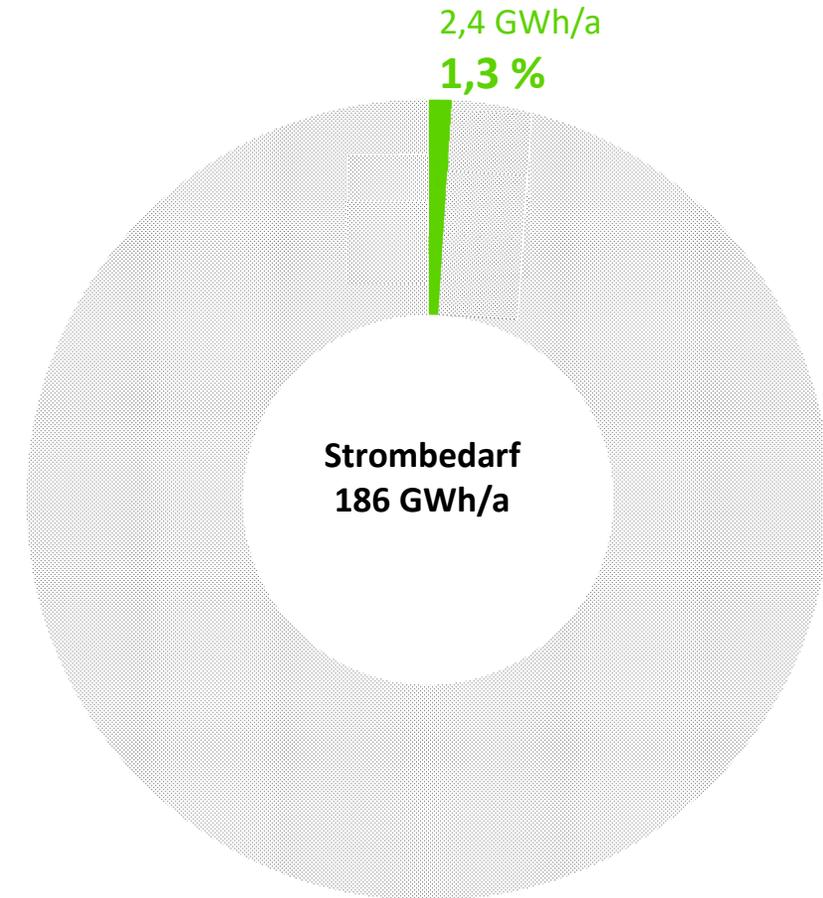
☹ Seite existiert nicht



Ökostrom „Made in Friedrichsdorf“ zu 100 % PV

Strombedarf: 186 GWh/a

Stromproduktion: 2,4 GWh/a
(217 PV Anlagen mit 2,8 MWp)



**Für 100 % Ökostrom „Made in Friedrichsdorf“:
Vorhandene Leistung muss verachtzigfacht (80x) werden
→ Zubau von 23.000 Dachanlagen realistisch ?**

Erneuerbare Energien in Friedrichsdorf: „Grüne Energielücke“

EE (Strom+Wärme) „Made in Friedrichsdorf“

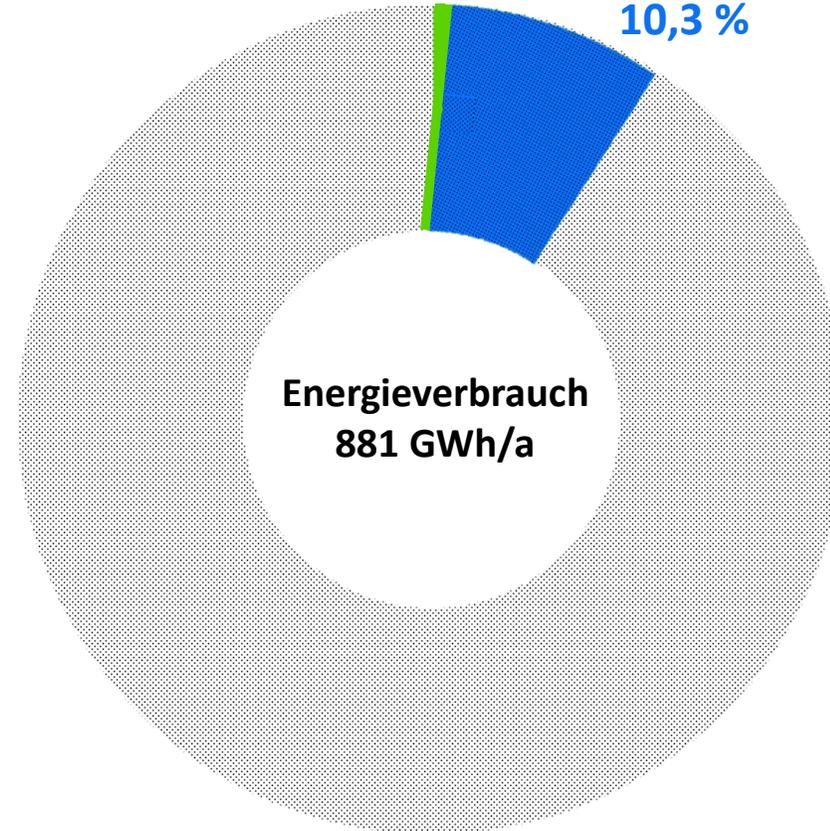
4,4 GWh

0,5 %

50% EE Anteil am Import-Strom

92 GWh

10,3 %



Lücke der Erneuerbaren Energien in Friedrichsdorf rund 90 %

Problem erkannt !

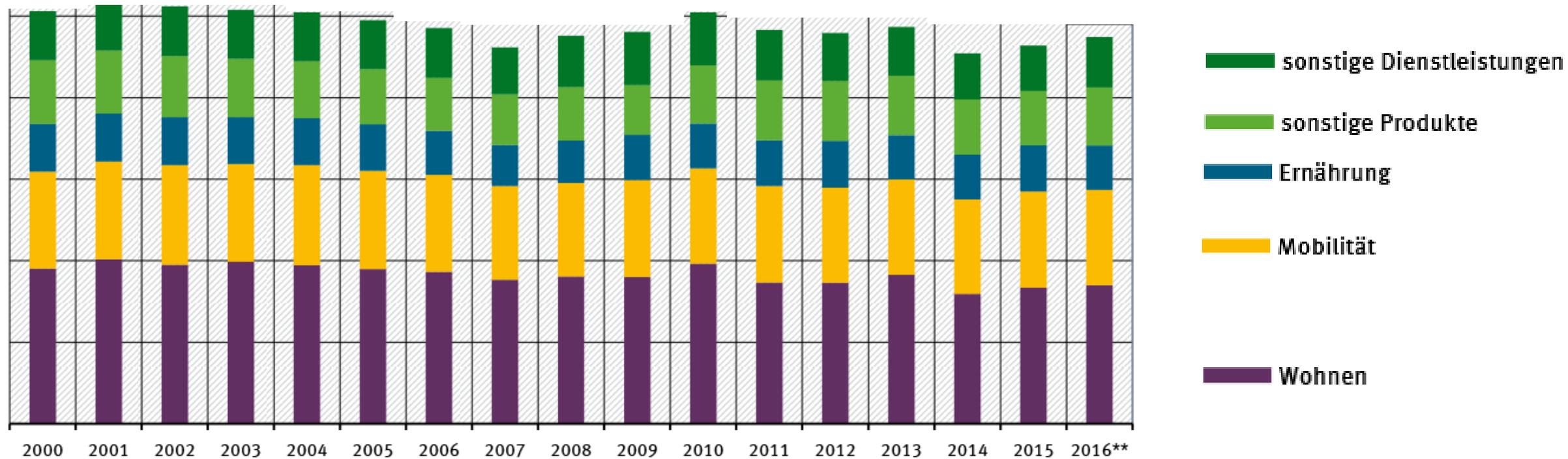


... und jetzt

Photovoltaik

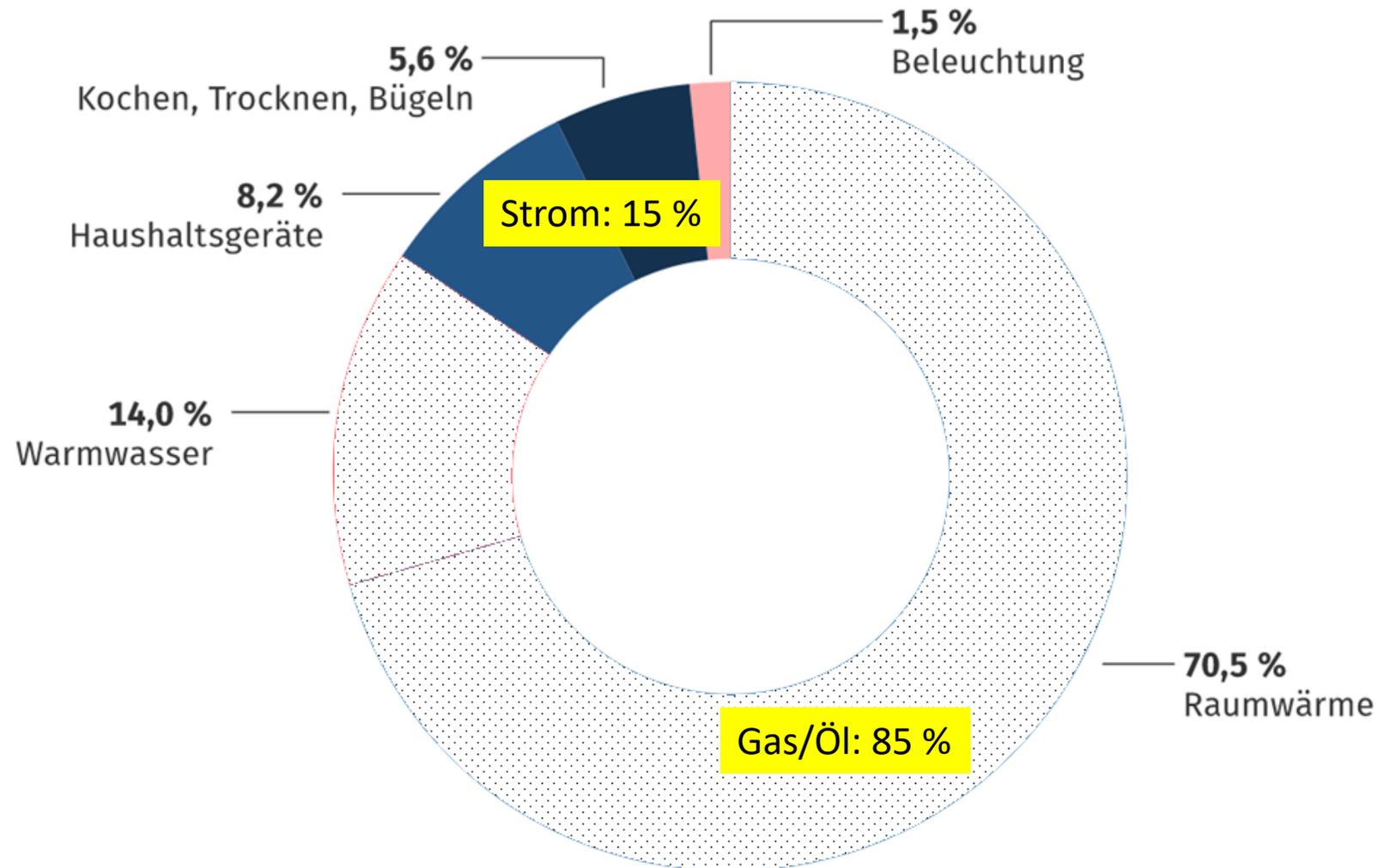


Verteilung Energieverbrauch privater Haushalt



Energieverbrauch = konstant

Energieverbrauch im Bereich „Wohnen“

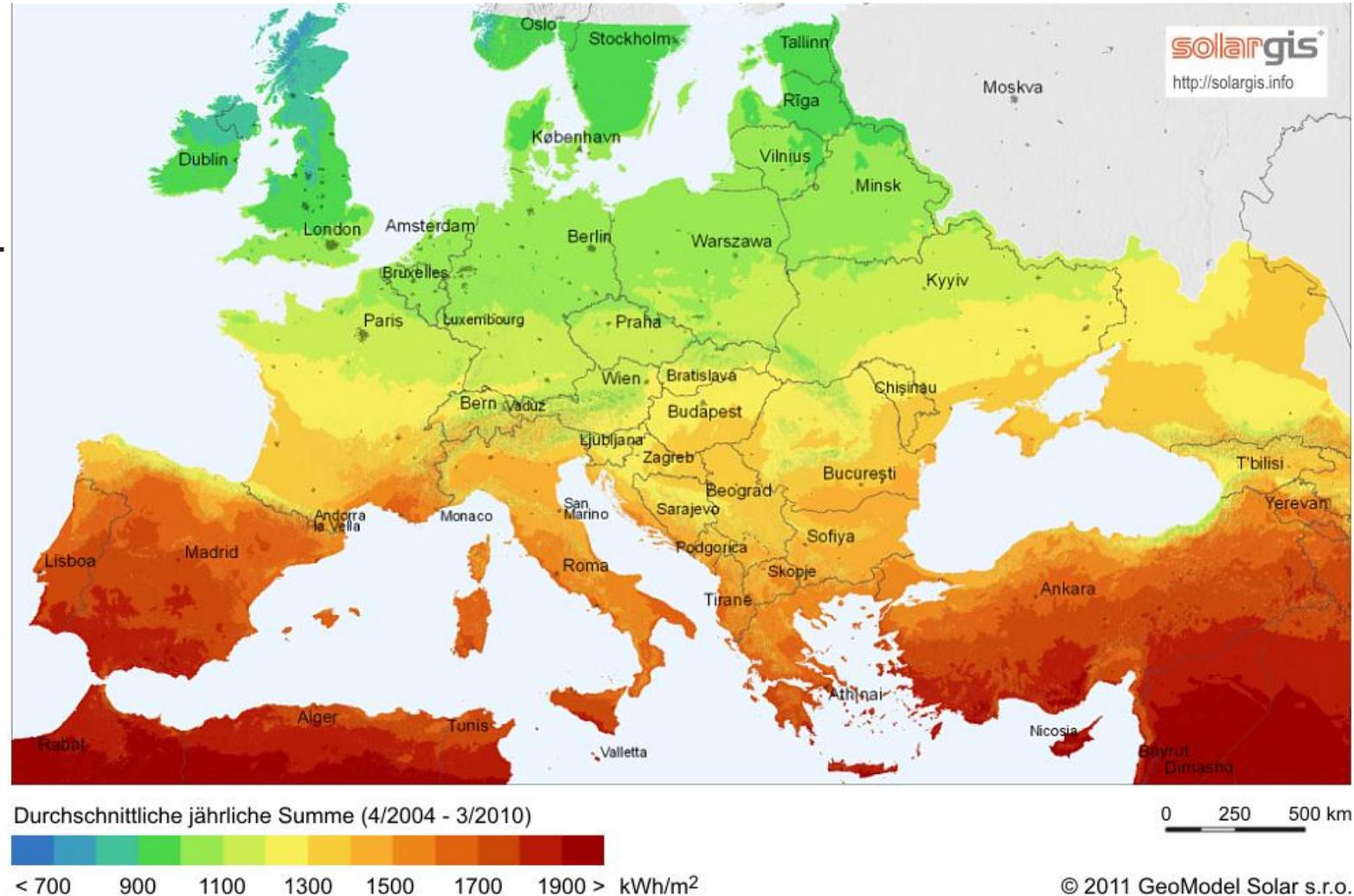


Mittlere jährliche Globalstrahlung über Teilen von Europa, Asien und Nordafrika

Unter Globalstrahlung versteht man auf der Erdoberfläche auftreffende Solarstrahlung.

Sie setzt sich zusammen aus:

- Direktstrahlung
- Diffusstrahlung

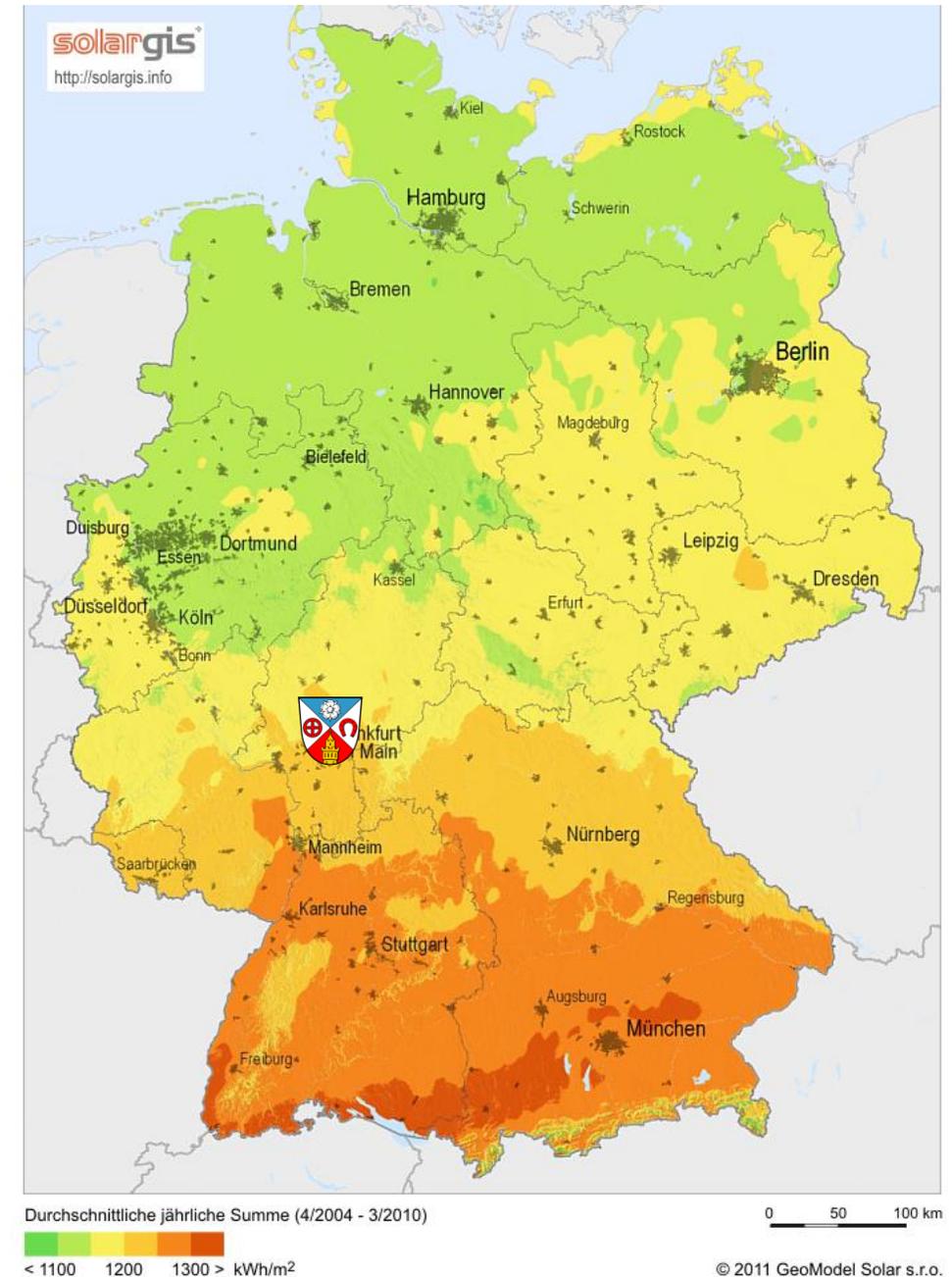


Mittlere jährliche Globalstrahlung über Deutschland

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

Damit könnte man z.B.:

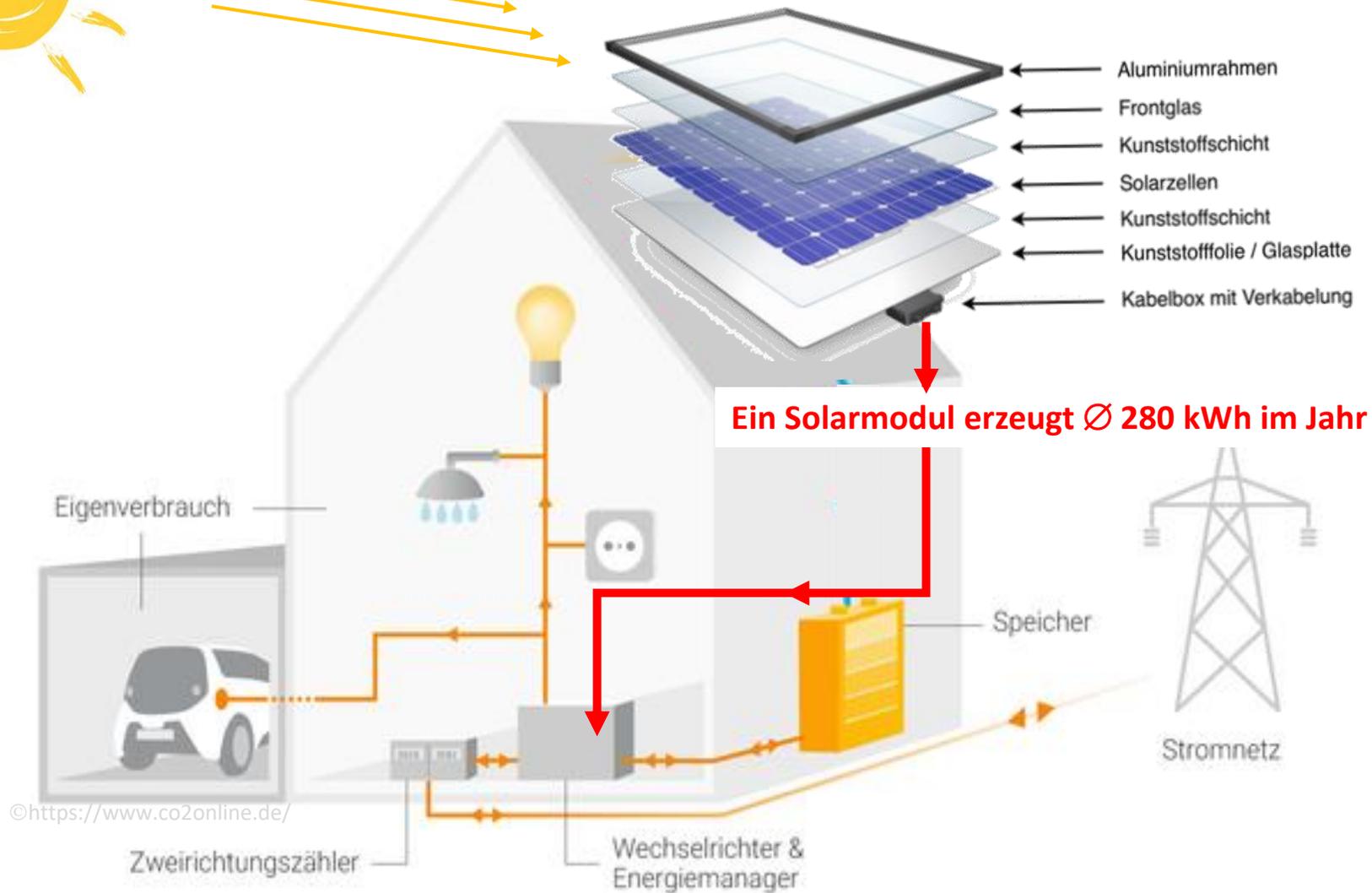
- 122 Liter Diesel ersetzen
- 87.500 Tassen Kaffee kochen
- 12.500 Stunden TV schauen



Funktionsweise einer Photovoltaikanlage

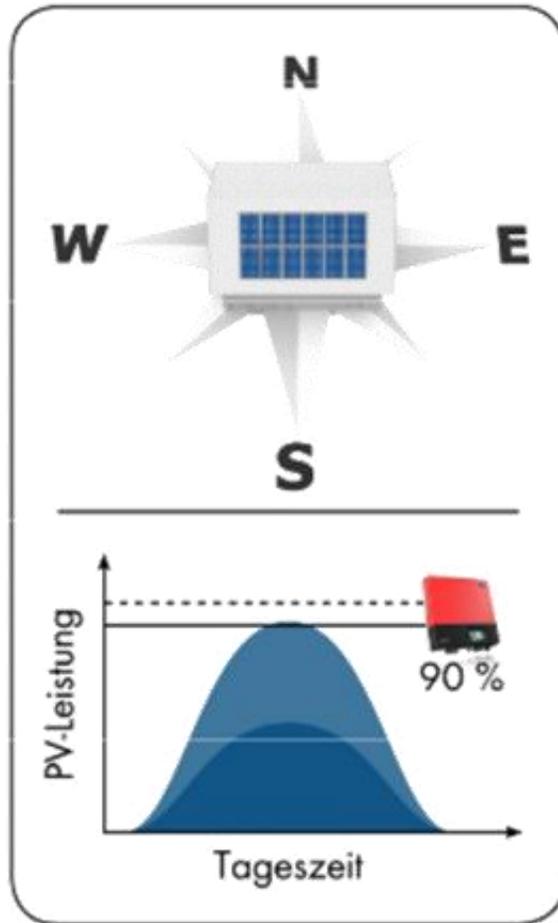


1.250 kWh/m²

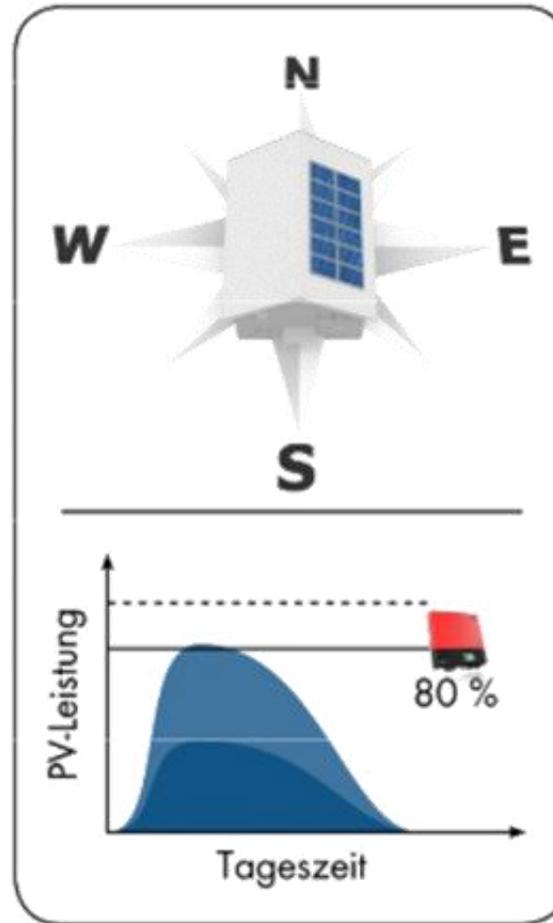


PV Leistung in Abhängigkeit der Ausrichtung

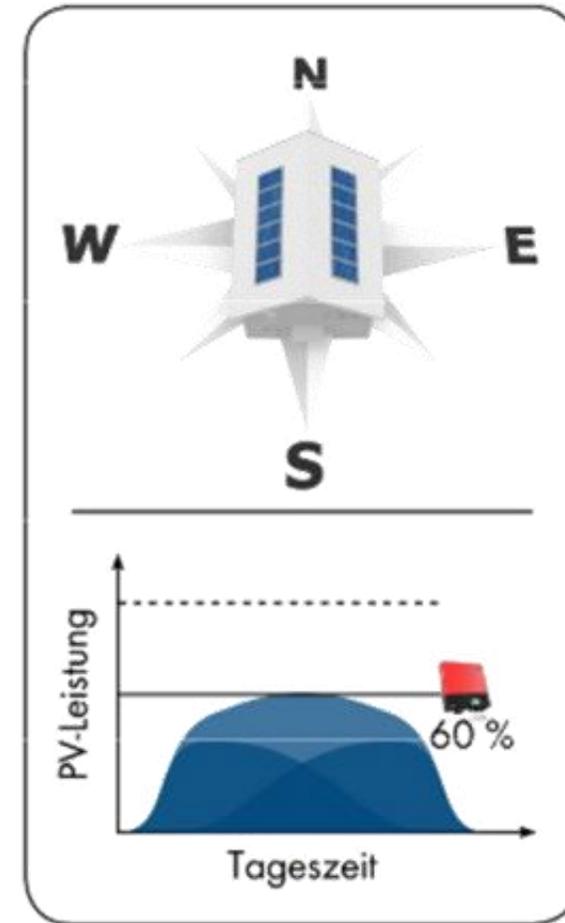
Süd



Ost



Ost/West

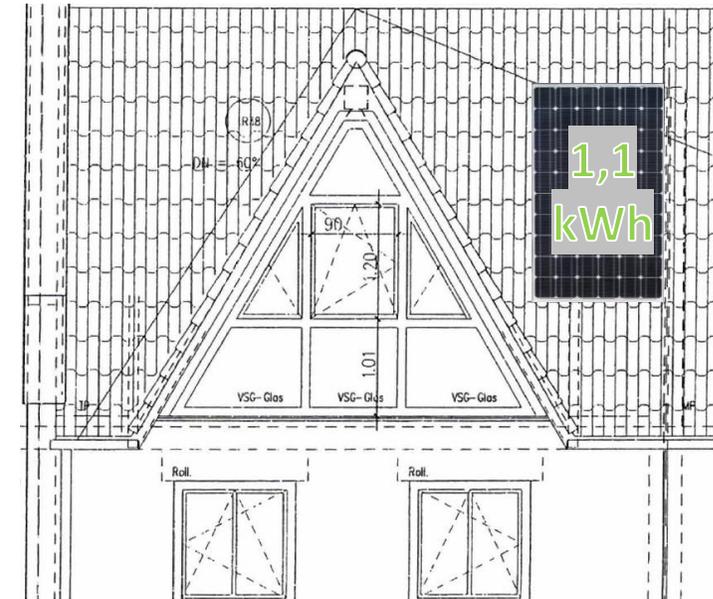


PV Erträge in Abhängigkeit der Ausrichtung

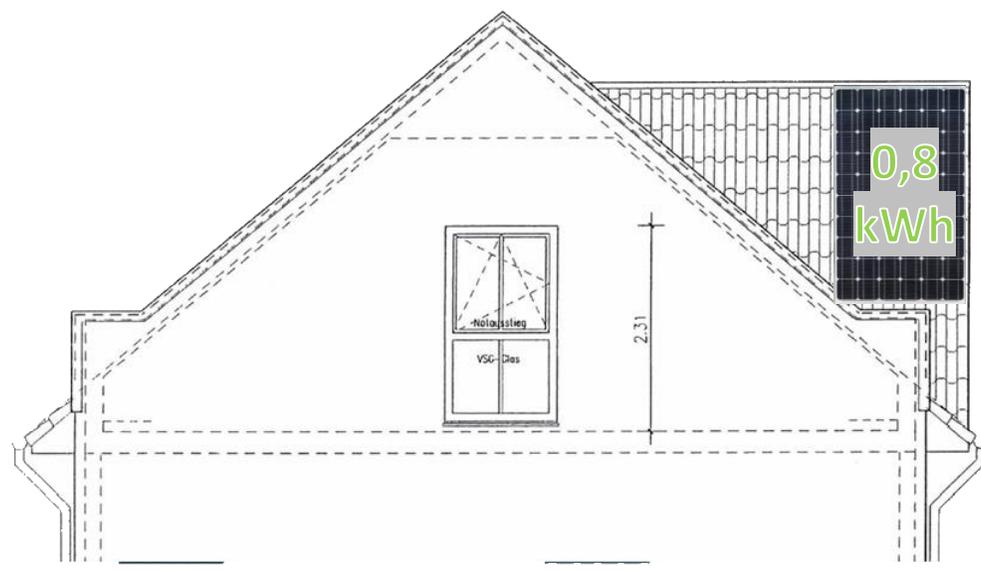
		Süd	Südost Südwest							Ost West	Nordost Nordwest							Nord		
		0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180
Dachneigung	0°	87%	87%	87%	87%	87%	87%	87%	87%	87%	87%	87%	87%	87%	87%	87%	87%	87%	87%	87%
	10°	93%	93%	93%	92%	92%	91%	90%	89%	88%	86%	85%	84%	83%	81%	81%	80%	79%	79%	79%
	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

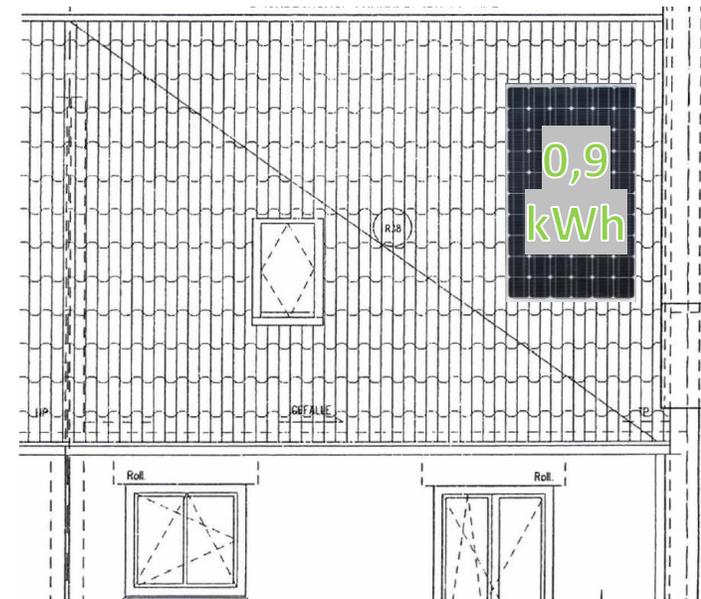
PV Erträge in Abhängigkeit der Ausrichtung am 14.05.2021



SÜDEN
(Dachneigung 45°)

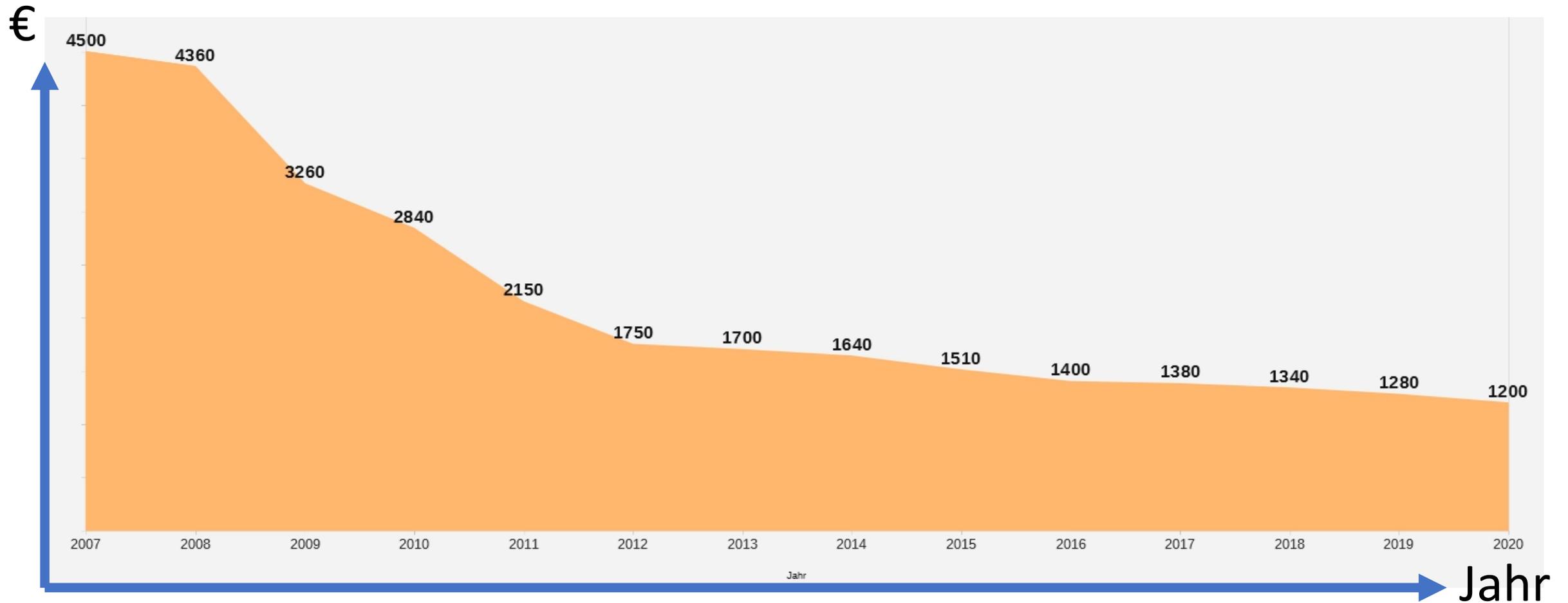


WESTEN
(Dachneigung 60°)



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

Preis (inkl. MwSt.):

8.000 €

Strompreis 9,4 Cent / kWh

inkl. 5 kWh Batteriesystem:

Preis (inkl. MwSt.):

12.900 €

Strompreis 15,1 Cent / kWh

10 kWp

8.500 kWh/Jahr

Anlagengröße
28 Module

Dachfläche
60 m²

Preis (inkl. MwSt.):

12.600 €

Strompreis 7,4 Cent / kWh

inkl. 10 kWh Batteriesystem:

Preis (inkl. MwSt.):

19.700 €

Strompreis 11,5 Cent / kWh

18 kWp

15.300 kWh/Jahr

Anlagengröße
50 Module

Dachfläche
110 m²

Preis (inkl. MwSt.):

19.500 €

Strompreis 6,3 Cent / kWh

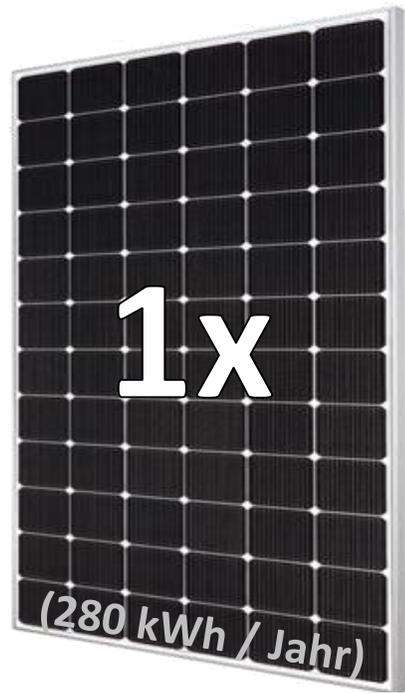
inkl. 15 kWh Batteriesystem:

Preis (inkl. MwSt.):

29.500 €

Strompreis 9,6 Cent / kWh

„Selbstgemachter“ Ökostrom lässt Rohstoffe im Boden



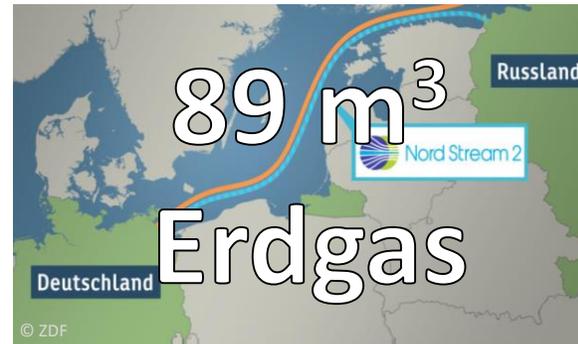
=



für Strom



oder



für Wärme



oder



für Mobilität

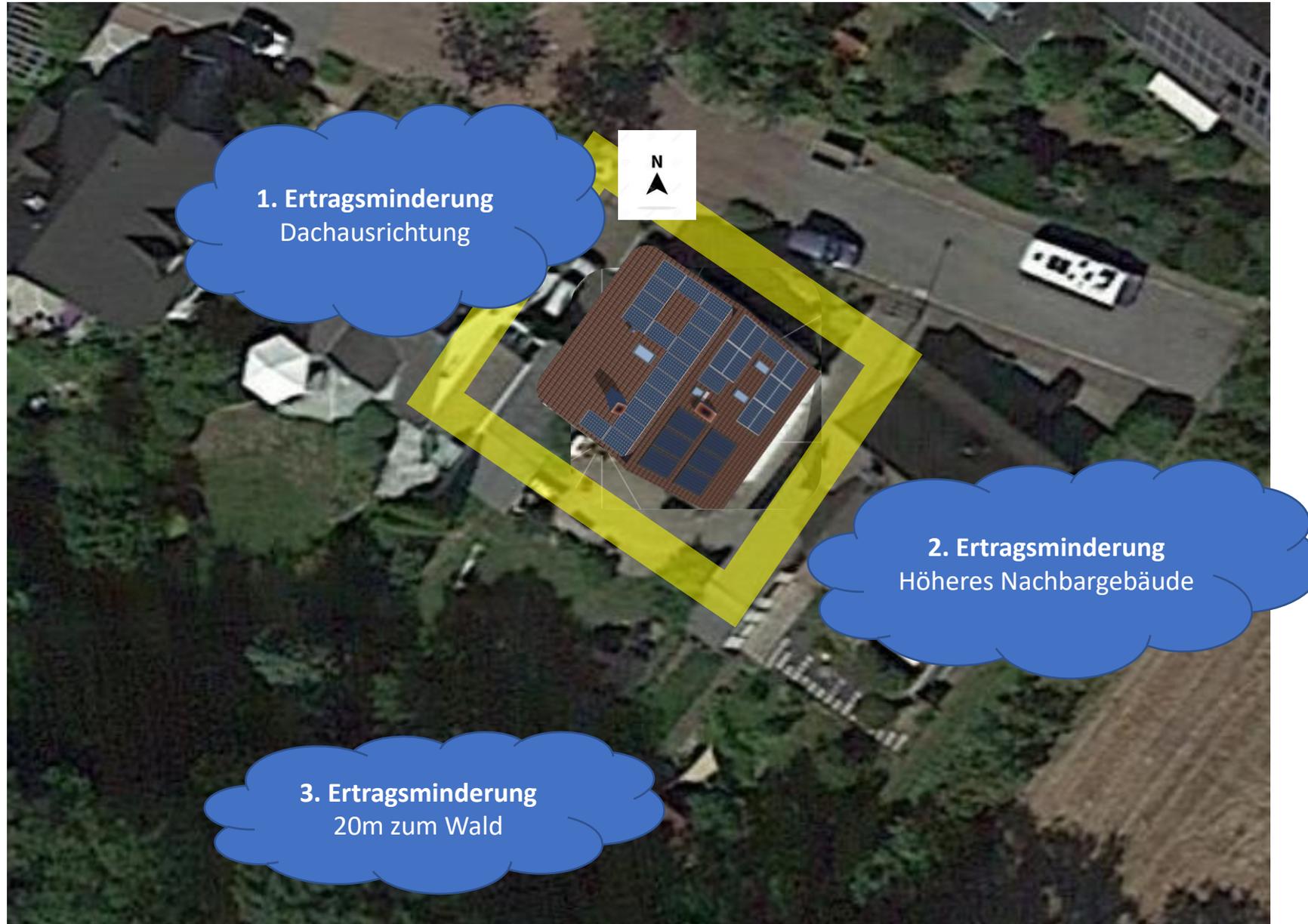


Jedes Jahr !

Praxisbeispiel – Familie Michalla



Von optimalen Gegebenheiten für PV sind auch wir weit entfernt

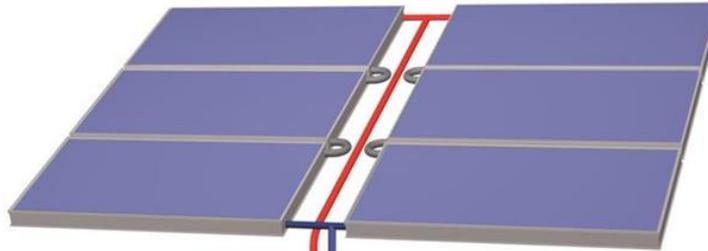


Wärme: Brauchwasser + Heizung

1) Scheitholzvergaser

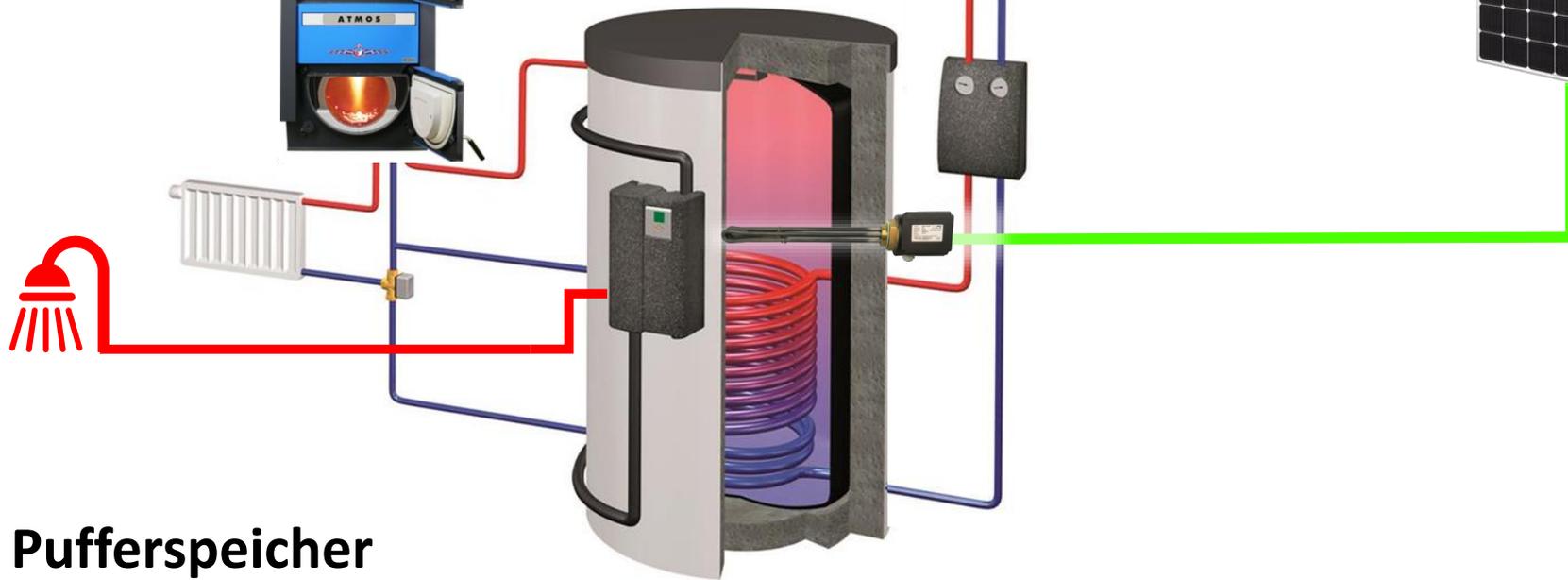


2) Solarthermie



3) Photovoltaik

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



Pufferspeicher

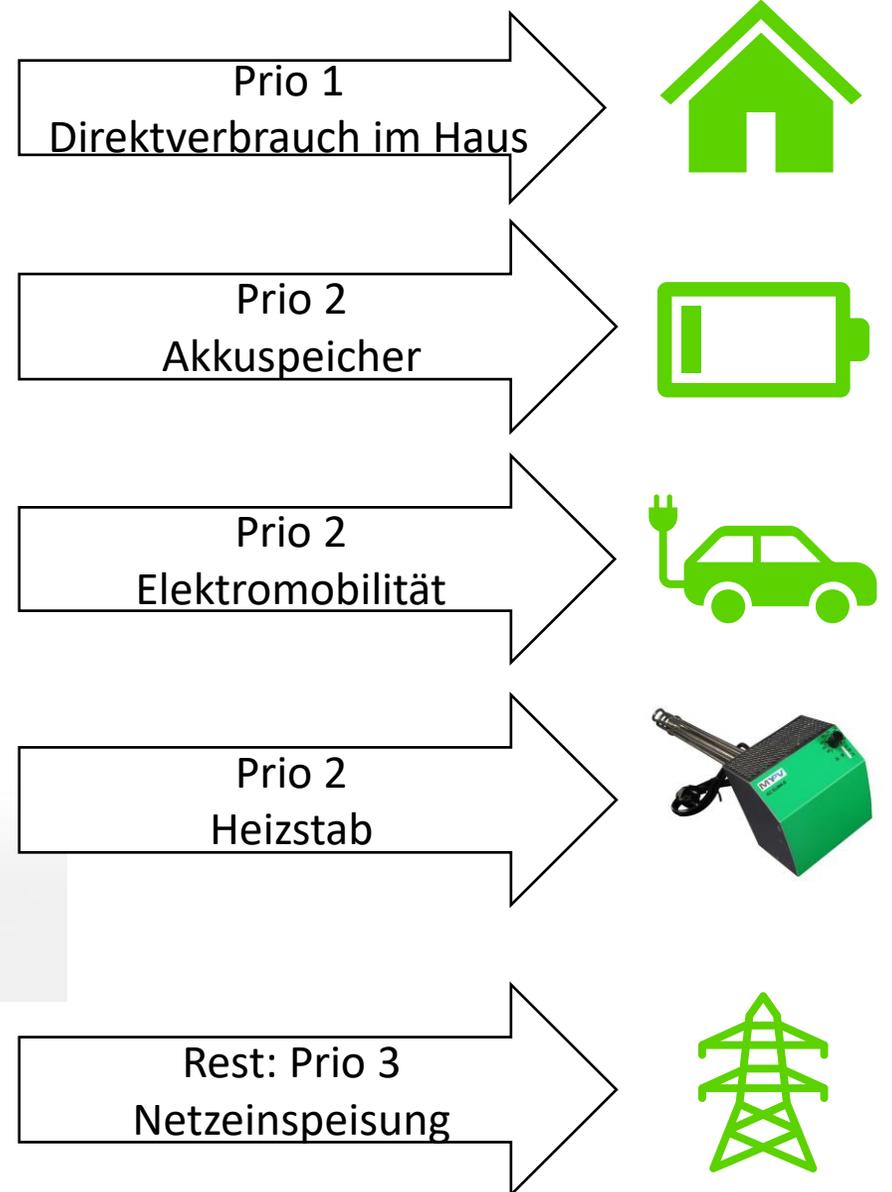
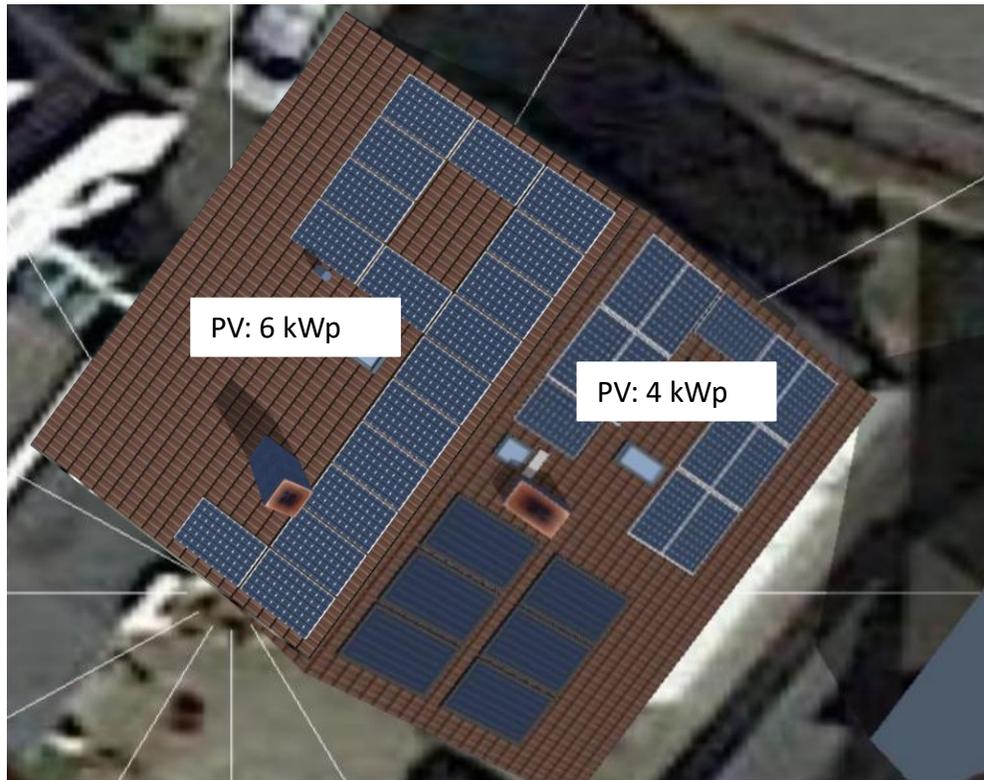
Volumen = 1.000 l

Energiekapazität 58 kWh (entspricht ca. 6 m³ Erdgas)

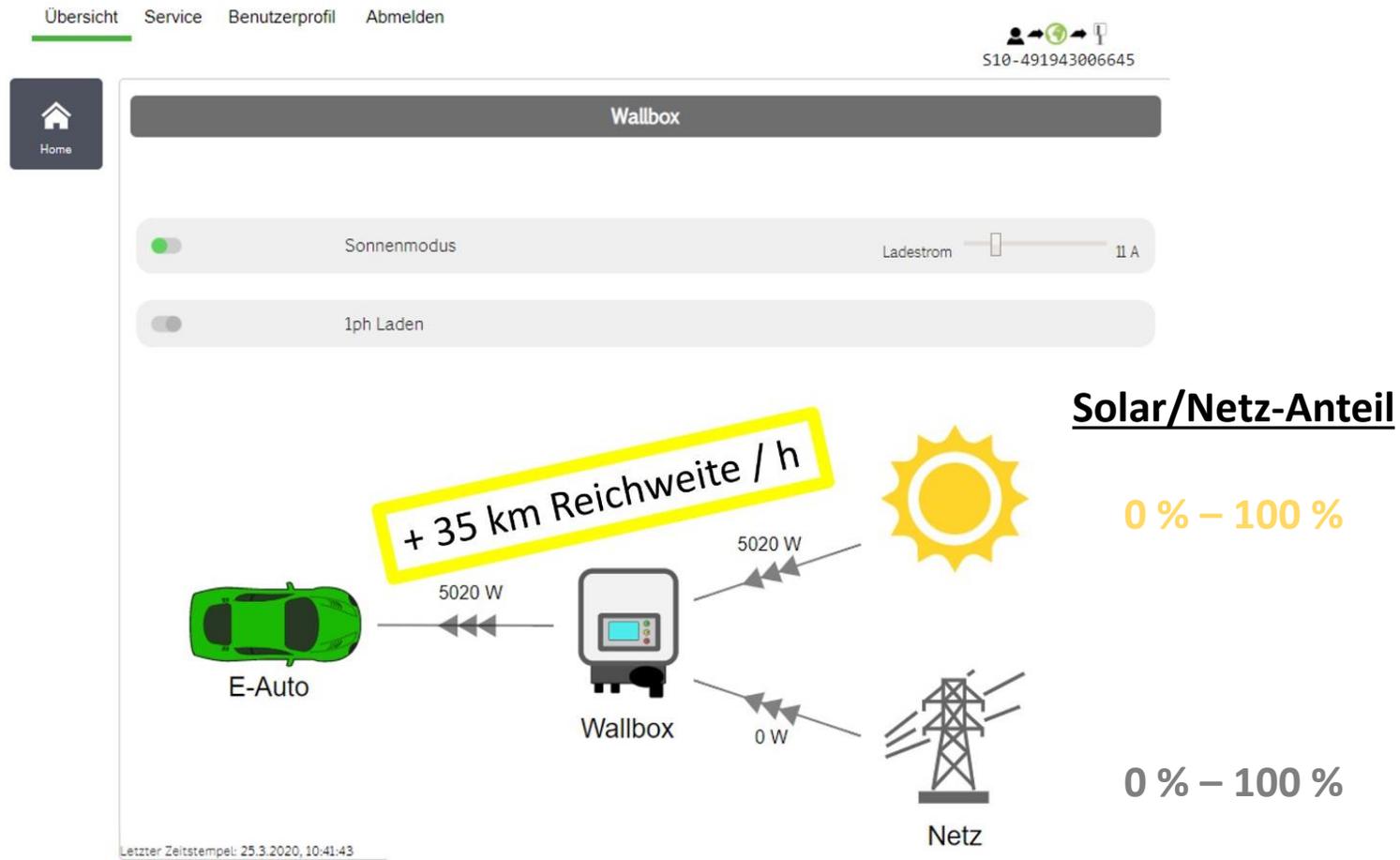
(Wassertemperatur sinkt von 85 °C → 35 °C)

Strom: Haus und Mobilität

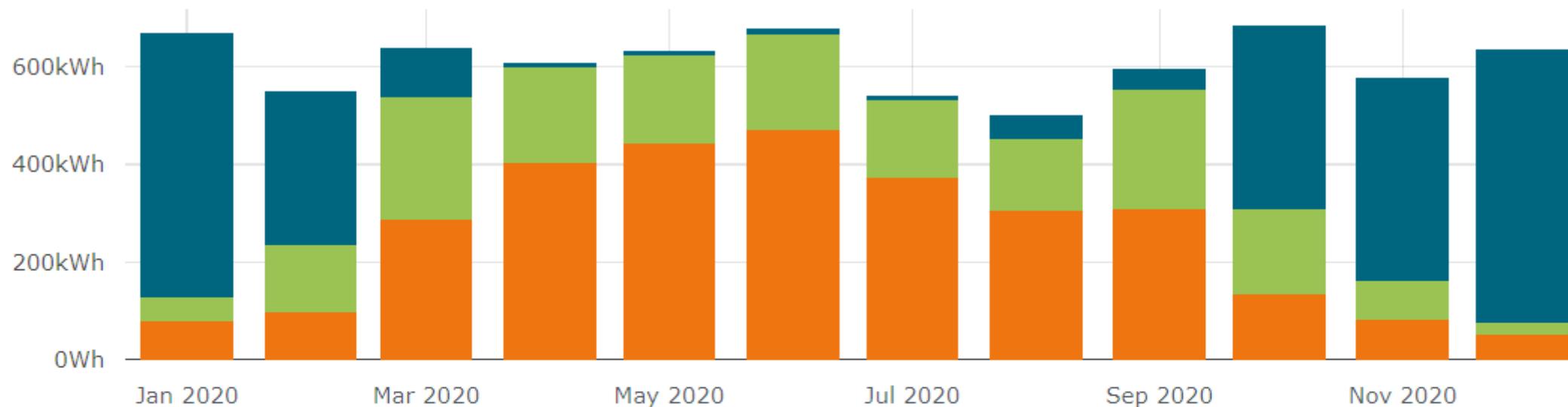
Photovoltaik	10 kWp (21 kWp)
Batterie	13 kWh
Wallbox E-Auto	22 kW



Elektromobilität – solares Überschussladen



Jahresbilanz - Strom



3027.94 [kWh]

Direktverbrauch

1840.19 [kWh]

Batterie
(Entladen)

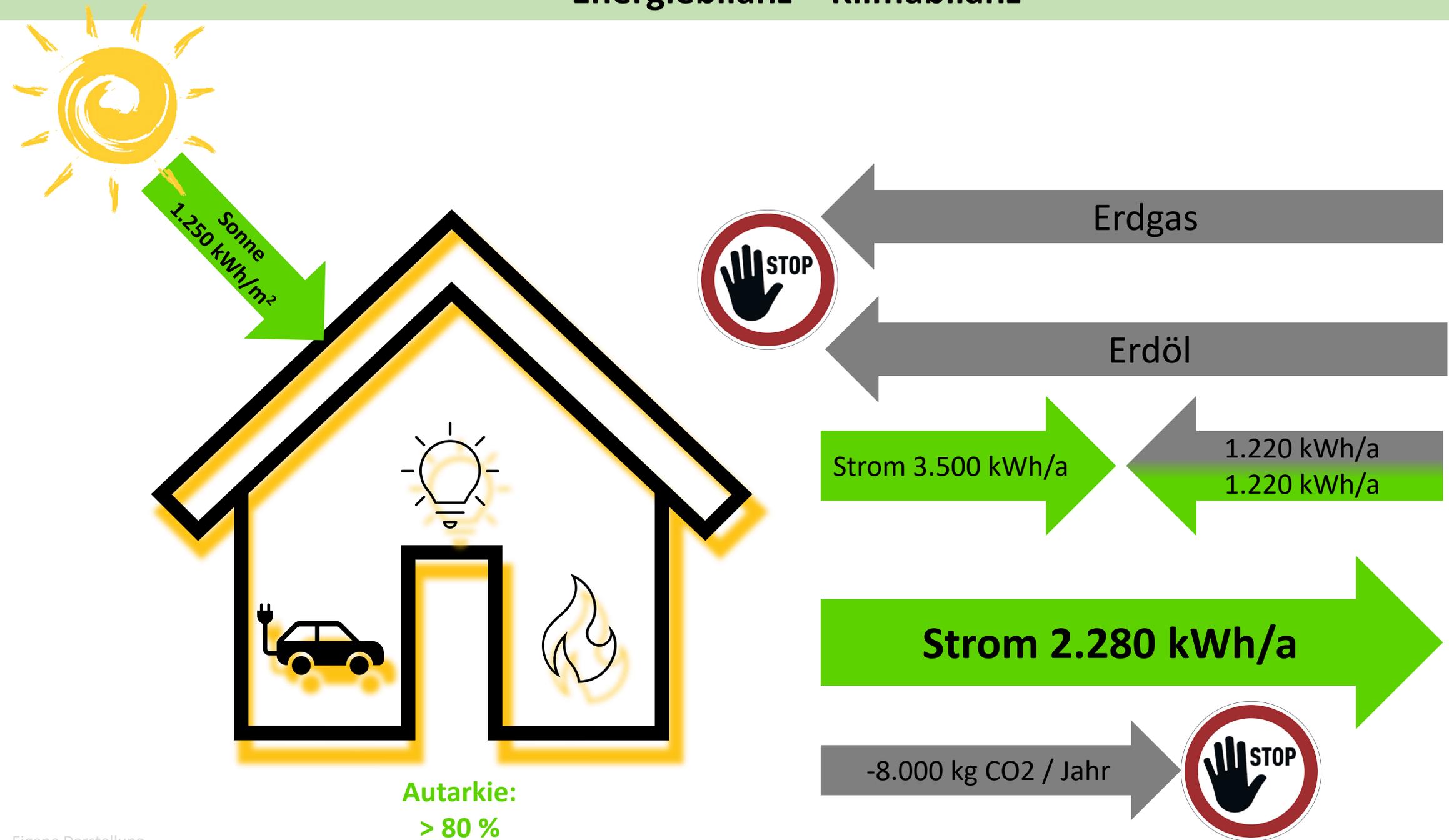
2440.89 [kWh]

Netzbezug

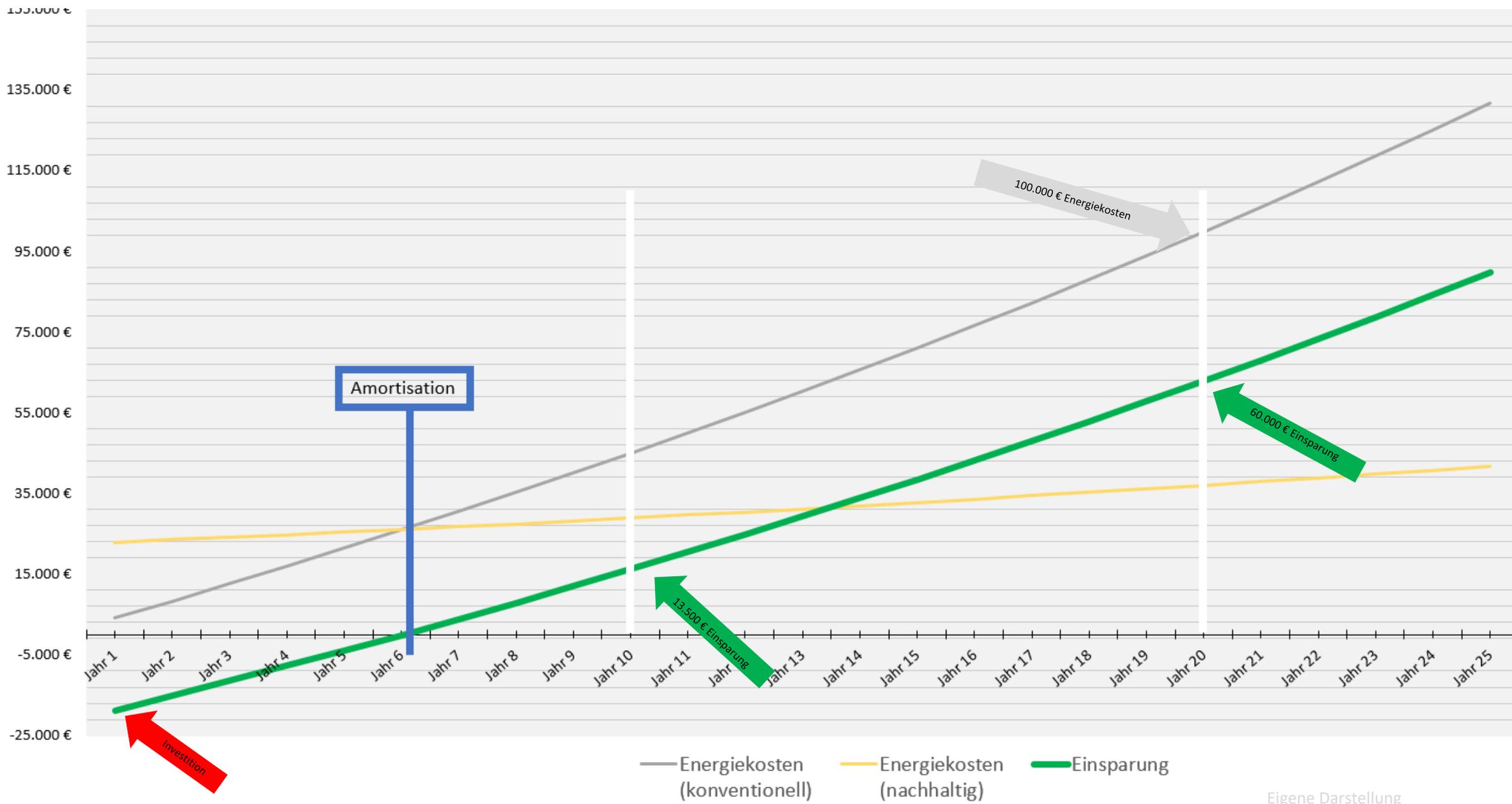
6661.08 [kWh]

Σ Verbrauch ⓘ

Energiebilanz – Klimabilanz



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



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