

Die Rolle von Photovoltaik in der Energiewende

Dr.-Ing. Jann Binder

Waiblingen, 25. März 2023



Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW)

- Gemeinnützige Stiftung bürgerlichen Rechts
- rund 300 Mitarbeiter*innen in Stuttgart und Ulm, sowie zwei Testfelder
- > 30 Jahre Erfahrung in Technologietransfer zur Photovoltaik, Batterien, Brennstoffzellen & Power-to-Gas
- Systemforschung, Vorhersage von Erzeugung aus PV und Windkraft, Integration Erneuerbarer Energien in die Netze
- Angewandte Forschung, Dienstleistung und Technologietransfer



➤ ZSW-Gebäude in Stuttgart-Vaihingen (STEP)
mit PV Fassade

Die Rolle der PV bei der Energiewende

- I. Sonne und Wind liefern grünen Strom, Wärme und Kraftstoffe
- II. Sonne und Wind ergänzen sich
→ 88% Stromversorgung aus EE möglich ohne Speicher
- III. Ausbauziele PV und Wind
- IV. PV Initiativen im Land Baden-Württemberg
- V. Nutzung von Solarstrom vor Ort

Ökonom Jeffrey Sachs: „Der Umbau der Wirtschaft birgt Chancen und wird billiger als gedacht“

Frankfurter Allgemeine

Sonntag 07.02.2021

JEFFREY SACHS IM INTERVIEW

„Kohle und Erdöl sind erledigt“

Bild: dpa

Wegen des Klimawandels sei der Abschied von fossiler Energie unausweichlich, sagt der amerikanische Ökonom Jeffrey Sachs. Der Umbau der Wirtschaft berge Chancen – und werde billiger als gedacht.

VON WINAND VON PETERSDORFF, WASHINGTON - AKTUALISIERT AM 07.02.2021 - 11:13

<https://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/klima-energie-und-umwelt/oekonom-jeffrey-sachs-kohle-und-erdoel-sind-erledigt-17183478.html?premium>

Zitate von Prof. Jeffrey Sachs (Columbia Uni, New York)

- JS: Deutschland war mit großen Widerständen beim Kohleausstieg konfrontiert; USA: Öl-Lobby war 30 Jahre lang mächtig
- JS: die Kosten für Solar- und Windenergie sind dramatisch gesunken...
- JS: der Übergang fossiler zu regenerativer Energie kostet 1 % des Volkseinkommens ... die Vorzüge sind gigantisch

Zum Vergleich:

- Studie des Fraunhofer IEE in Kassel "Geschäftsmodell Energiewende" aus 2014 → "ein hochattraktives Geschäft"
 - 30 Jahre lang 33 Mrd € Invest sichern 100% EE in 2050
 - = 1 % des Volkseinkommens; +1% Beschäftigung
 - = **1.000 Mrd € Invest** in 30 Jahren
 - Vergleiche: 85 Mrd/Jahr **kostet** der Import von fossiler Energie!
- Zitat vom Feb. 2013 in der FAZ: „Erstmals spricht Umweltminister Peter Altmaier öffentlich über die Gesamtkosten der Energiewende: 1000 Milliarden Euro. Grund genug für den CDU-Politiker, die „Strompreisbremse“ zu ziehen.“

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz

- Erneuerbare Energien gehören zu den wichtigsten Stromquellen in Deutschland und ihr Ausbau ist eine zentrale Säule der Energiewende. Unsere Energieversorgung soll klimaverträglicher werden und uns gleichzeitig unabhängiger vom Import fossiler Brenn-, Kraft- und Heizstoffe machen.



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

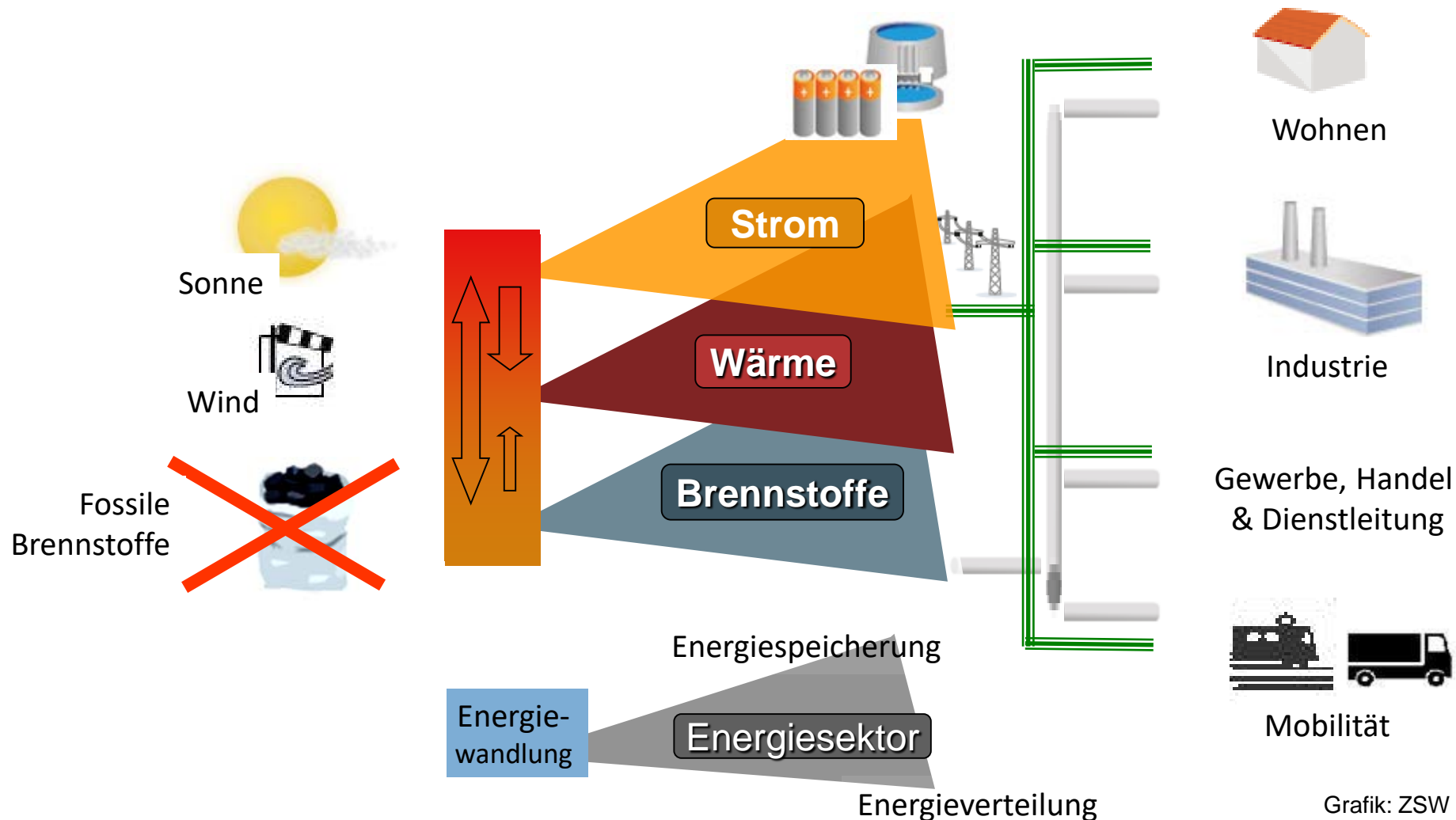


11/2019 am ZSW (Foto: ZSW)

- **Wind- und Sonnenenergie** sind die wichtigsten erneuerbaren Energieträger.
 - „Freiheitsenergie“ → eine neue Erkenntnis? Nein!
→ schon die Ölkrise 1973 wurde durch den Konflikt Israel gegen Ägypten & Syrien ausgelöst
- **EEG 2023 (Dez. 2022) - Ziele für 2030:**
- 80% der Stromerzeugung (d.h. 640 TWh von 800 TWh) sind aus Erneuerbaren Energien
 - die installierte PV Leistung steigt von heute 67 GWp auf 215 GWp; bis 2045 auf rund 450 GWp
- **Das PV Strategiepapier des BMWK vom 10.03.2023* adressiert flankierende Maßnahmen**

Sonne und Wind liefern grünen Strom, Wärme und Kraftstoffe

Abstimmung zwischen Erzeugung und Last durch **Sektorkopplung**, Lastmanagement und Speicherung

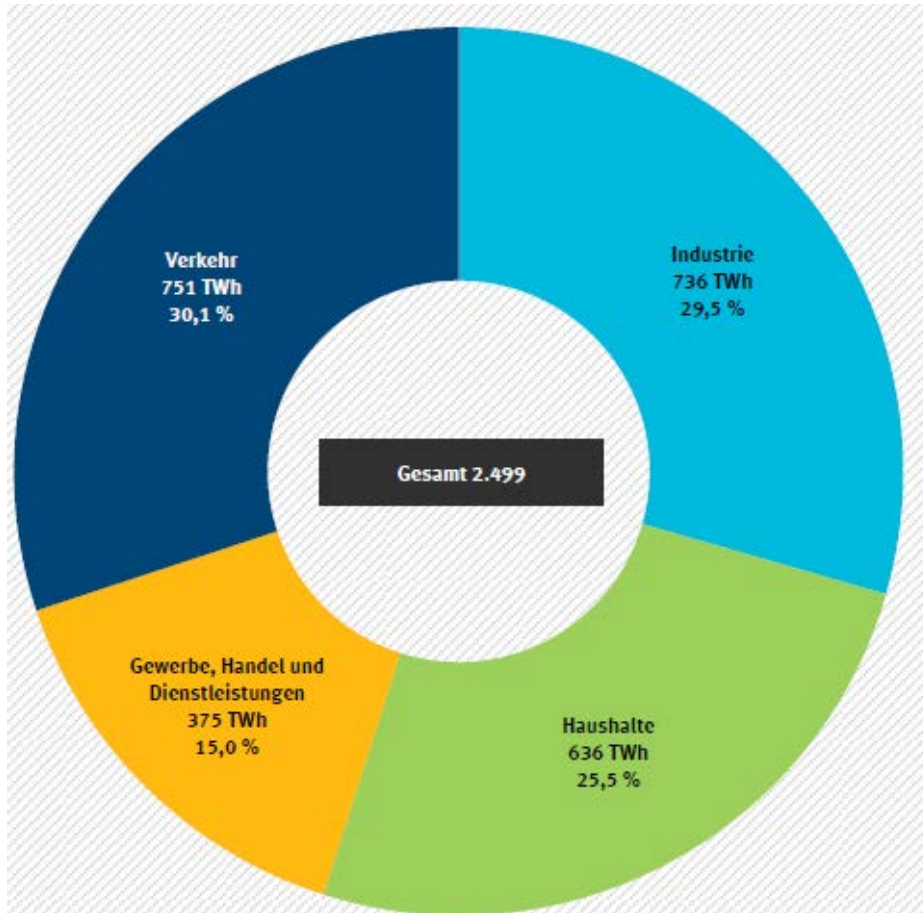


Grafik: ZSW

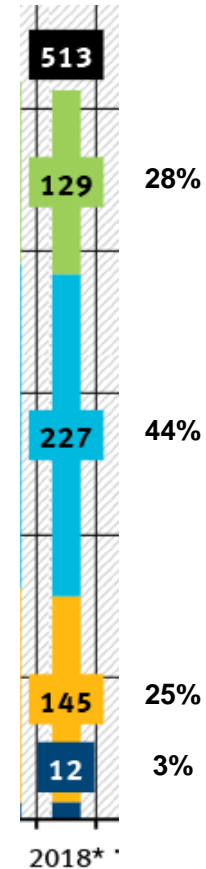
Energie- und Strombedarf nach Sektoren

In 2018 verbrauchten Haushalte 129 TWh = 28% des Stroms

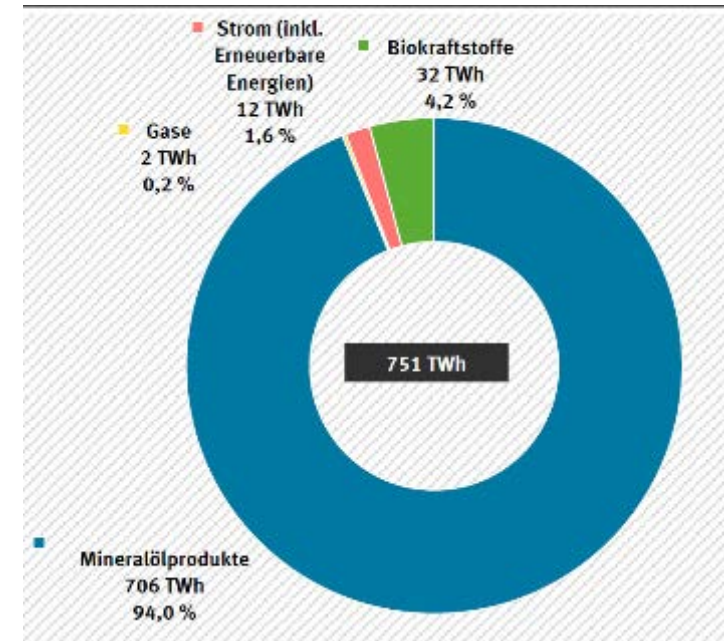
Endenergiebedarf



nur Strom in TWh



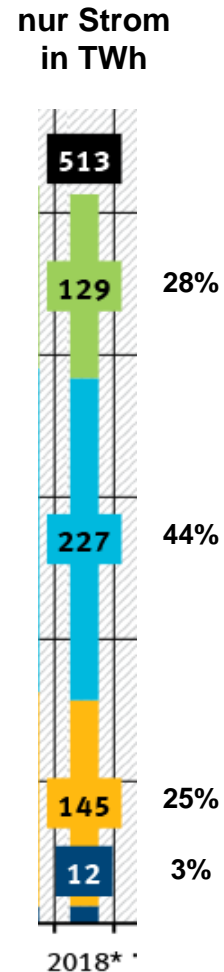
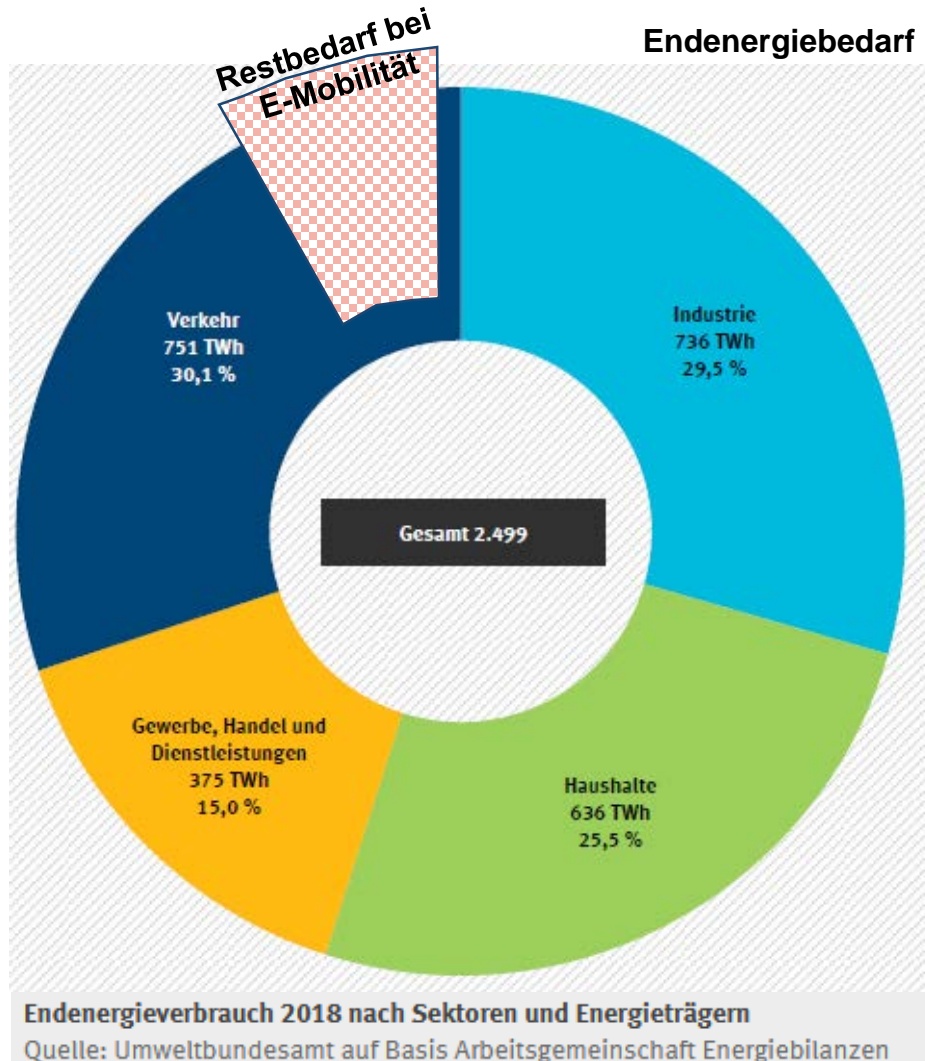
nur Verkehr



Endenergieverbrauch 2018 nach Sektoren und Energieträgern

Quelle: Umweltbundesamt auf Basis Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen

Reduktion des Energiebedarfs durch Elektrifizierung der Mobilität



durch E-Mobilität kann

- 706 TWh Benzinbedarf auf
- 220 TWh Strombedarf sinken
- und dieser Strom kann EE-Strom sein
(gerechnet mit 20% Wirkungsgrad beim Verbrennungsmotor und 64% Wirkungsgrad bei Elektromobilität)

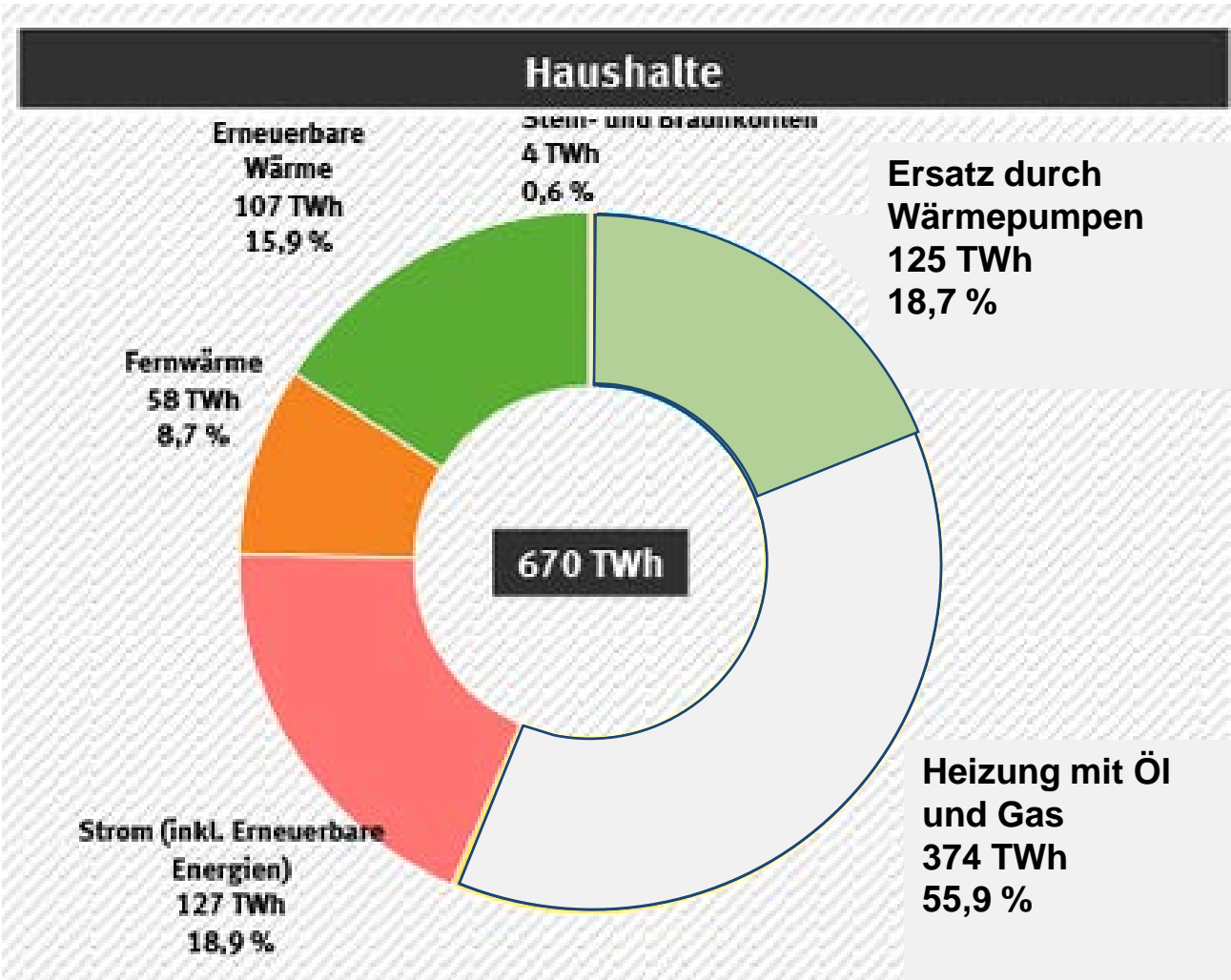
ein Auto mit 13.000 km/a Fahrleistung benötigt

- 11 m² PV für den benötigten Strom bei Elektromobilität
- 30 m² PV zur Herstellung von H₂ für ein Brennstoffzellenfahrzeug
- 70 m² PV zur Herstellung von E-Fuels für ein konventionelle Fahrzeug

!!! 1% des Kraftstoffbedarfs für Mobilität in D würde 2.300 Offshore Windräder benötigen* !!!

* Quelle: P. Kasten, Öko-Institut in der ZEIT; derzeit 1.539 Anlagen in D

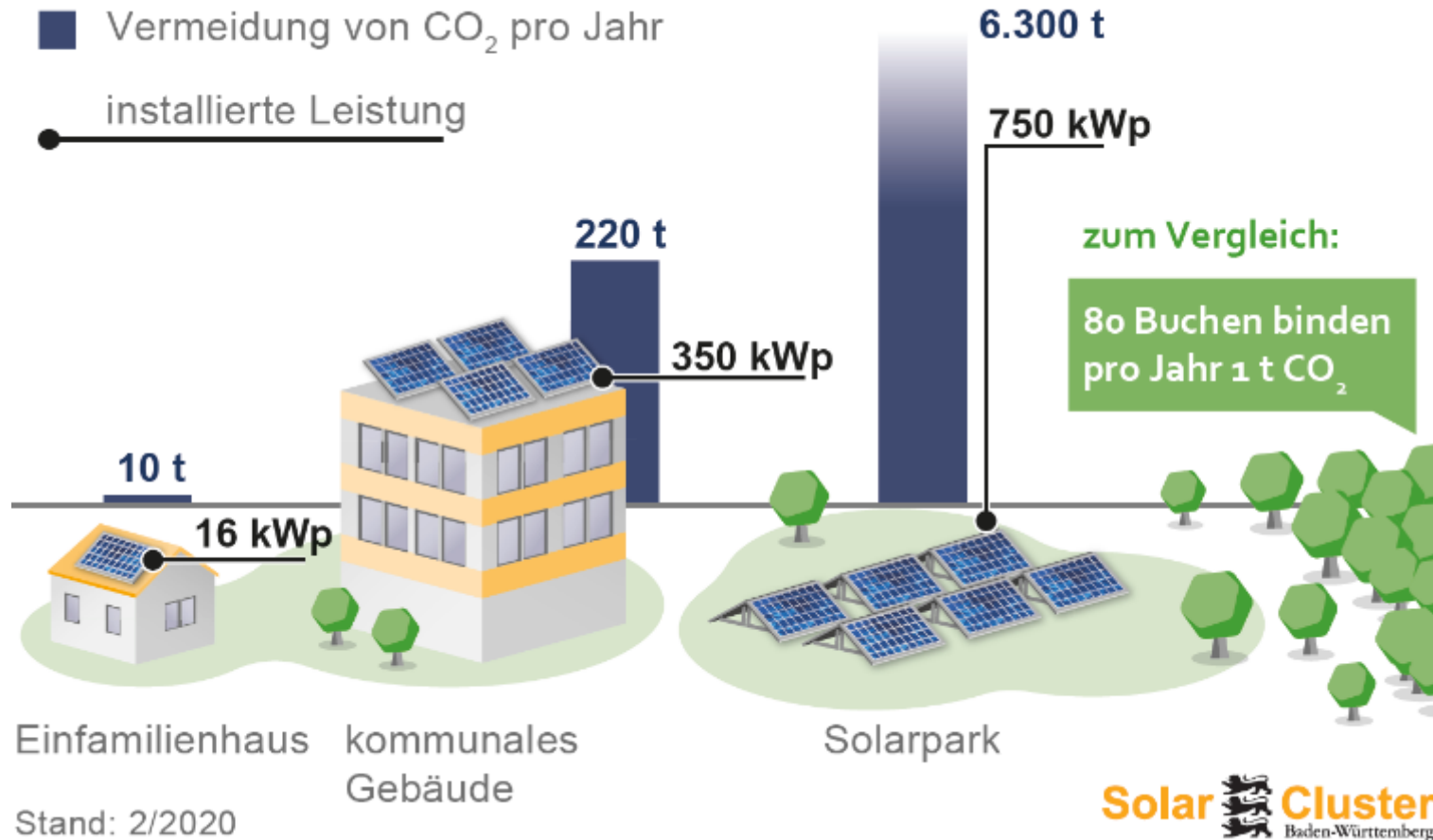
Reduktion des Energiebedarfs durch Elektrifizierung der Wärmeerzeugung



- Ersatz von Gas und Öl-Heizung durch Wärmepumpen reduziert den Energiebedarf um 40%
- Auch in der Industrie bezieht sich 40% des Wärmebedarfs auf Niedertemperaturwärme*

*Agora Energiewende and AFRY Management Consulting (2021): No-regret hydrogen: Charting early steps for H₂ infrastructure in Europe

Photovoltaik reduziert Kohlendioxidausstoß



1 ha Wald speichert ca. 13 Tonnen CO₂ pro Jahr

1 ha Photovoltaik (1 MWp) vermeidet rund 8.400 Tonnen CO₂ pro Jahr

1 Windkraftanlage (5 MWp) ersetzt 12,5 ha an PV-Anlagen und vermeidet rund 100.000 Tonnen CO₂ pro Jahr

1 ha PV erzeugt 40 mal mehr Strom als 1 ha Biomais

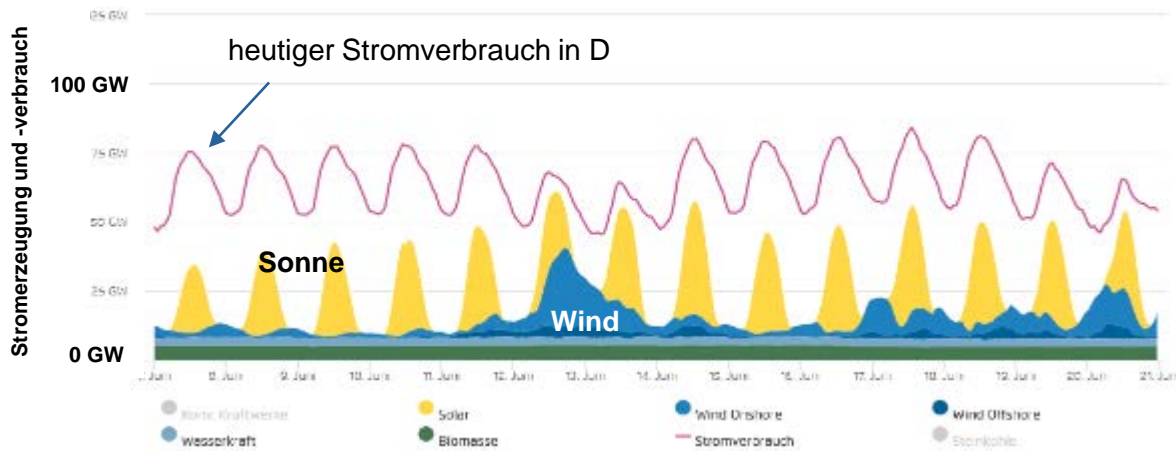
Die Rolle der PV bei der Energiewende

- I. Sonne und Wind liefern grünen Strom, Wärme und Kraftstoffe
- II. Sonne und Wind ergänzen sich
→ 88% Stromversorgung aus EE möglich ohne Speicher
- III. Ausbauziele PV und Wind
- IV. PV Initiativen im Land Baden-Württemberg
- V. Nutzung von Solarstrom vor Ort

Herausforderungen „Energiebereitstellung“ und „Netzintegration“

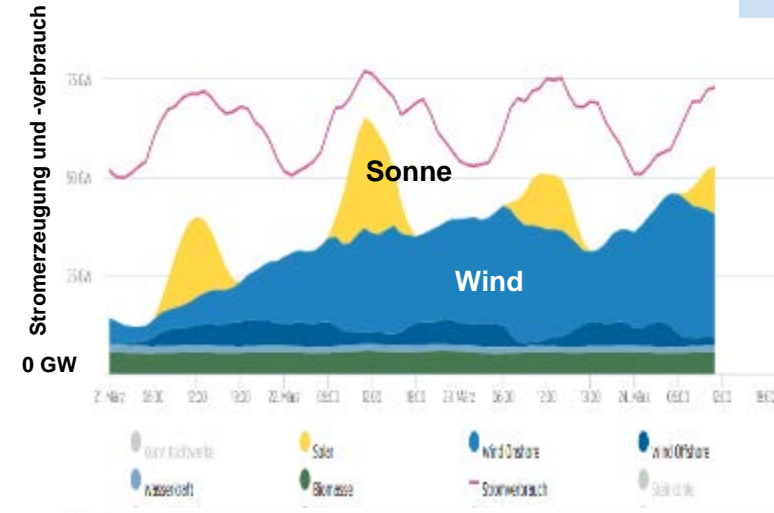
was bedeutet das Ziel der Bundesregierung von 80% EE-Anteil im Strom in 2030

7-21. Juni 2021

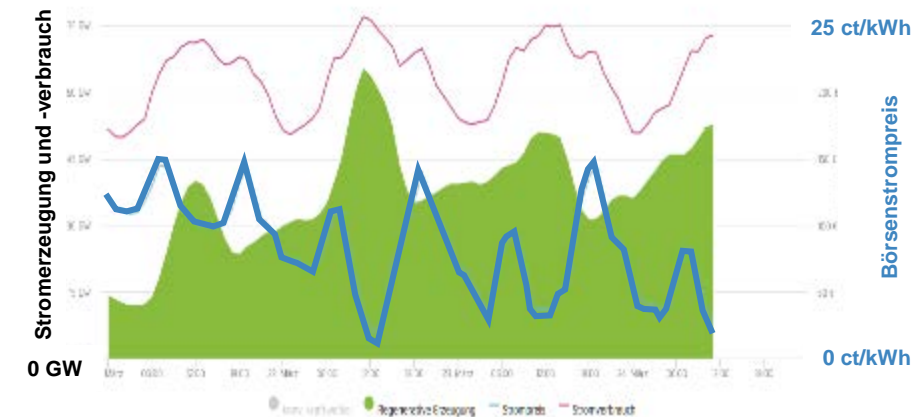


100 GW

21.-24. März 2023



100 GW

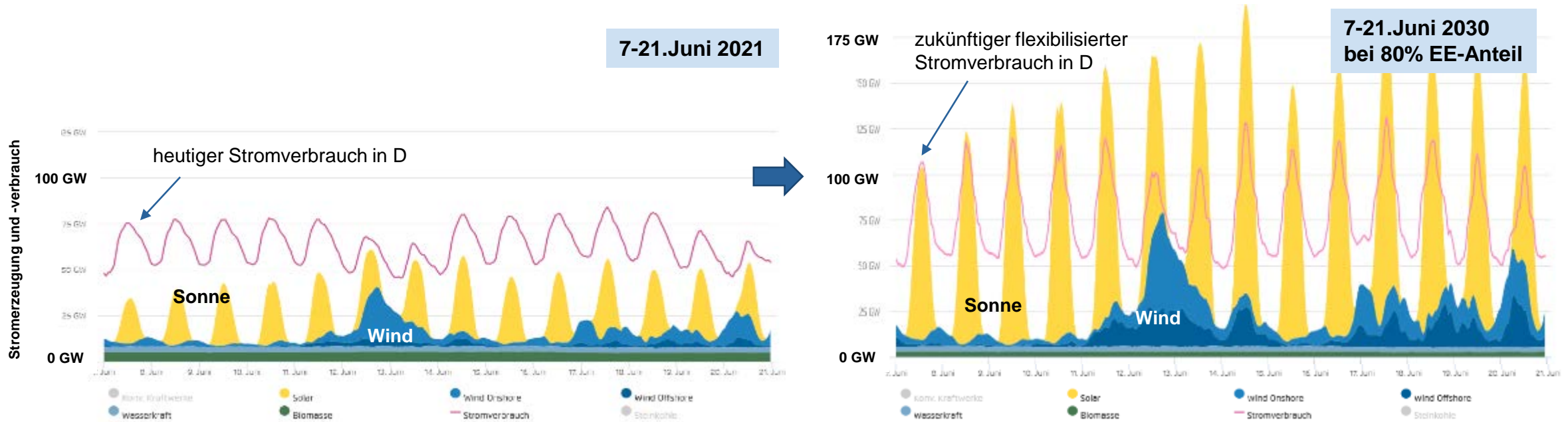


Heute

- nur selten deckt oder übertrifft die Stromerzeugung aus Erneuerbarer Energien den Stromverbrauch
- ein hoher Anteil an Erneuerbaren Energien senkt den Strompreis deutlich

Herausforderungen „Energiebereitstellung“ und „Netzintegration“

was bedeutet das Ziel der Bundesregierung von 80% EE-Anteil im Strom in 2030



<https://www.agora-energiewende.de/service/agorameter>
(Abruf 27.02.2022 – dort Jahr 2035 mit 78% EE ausgewählt)

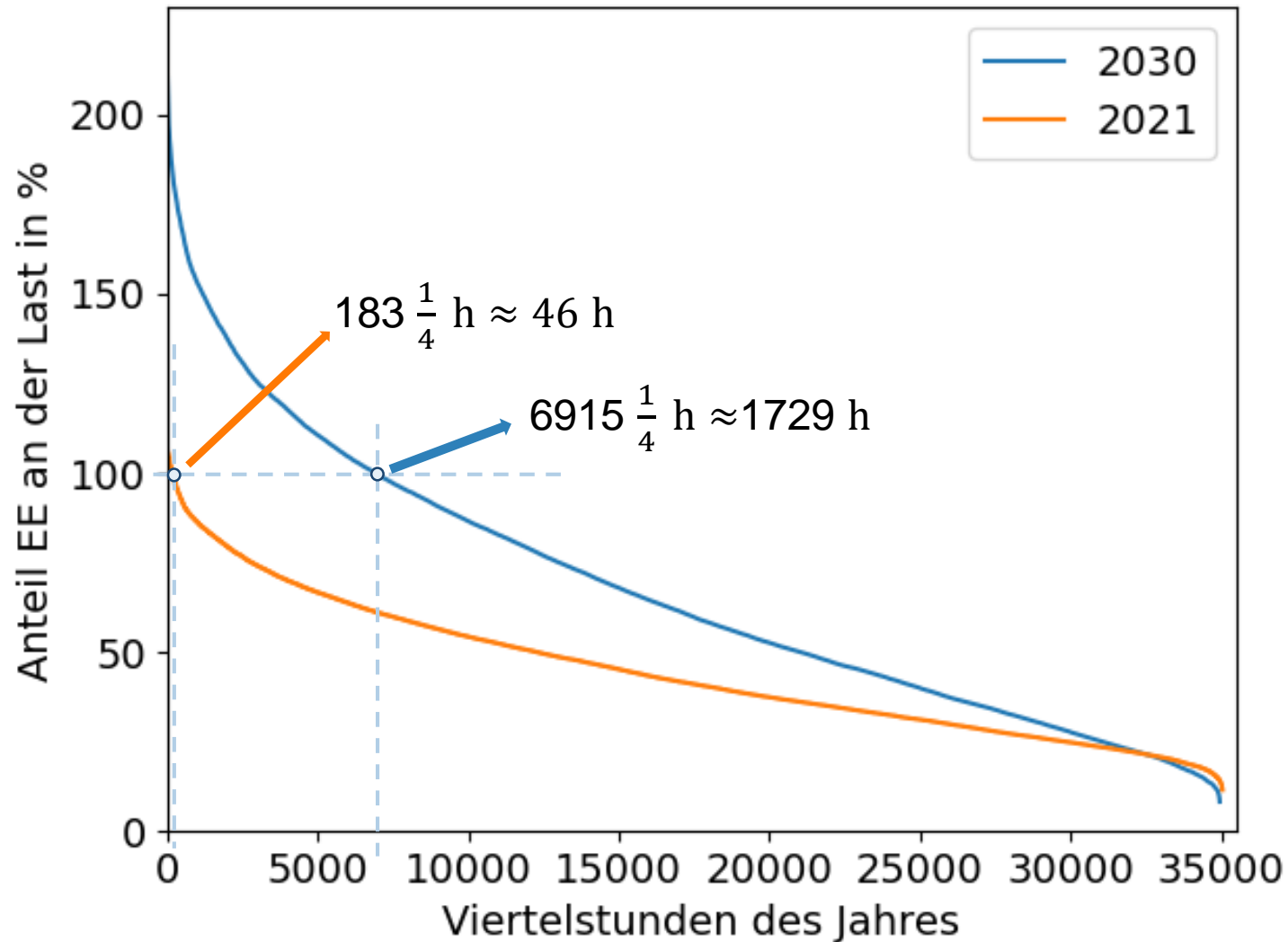
Heute

- nur selten deckt oder übertrifft die Stromerzeugung aus Erneuerbarer Energien den Stromverbrauch
- ein hoher Anteil an Erneuerbaren Energien senkt den Strompreis deutlich

In 2030

- die Stromerzeugung aus EE übertrifft den Stromverbrauch über einen Zeitraum von mehr als 1700 Stunden pro Jahr (20% der Jahresstunden)
- durch Flexibilisierung des Verbrauchs, kann mehr Strom genutzt werden, ohne Bedarf für Speicherung

Anteil EE an der Last: 2021 vs. 2030



Bisher:

Nur sehr geringe Überschüsse an EE-Strom im System

in 2030:

zu 20% der Zeit (1729 h von 8.760 h/a) reichen PV und Windstrom um den Bedarf zu decken.

in 2045:

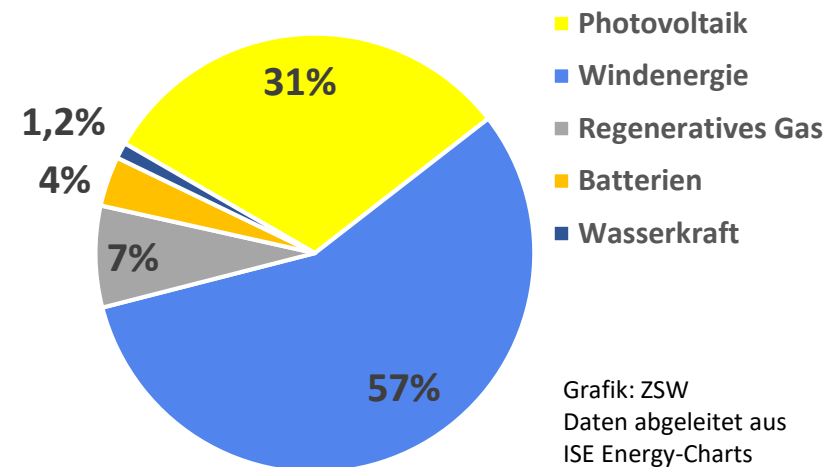
zu 88% der Zeit reichen PV und Windstrom um den Bedarf zu decken.

Anteile von Solar- und Windenergie in 2045

88% direkt verfügbar, 12% benötigen Zwischenspeicherung



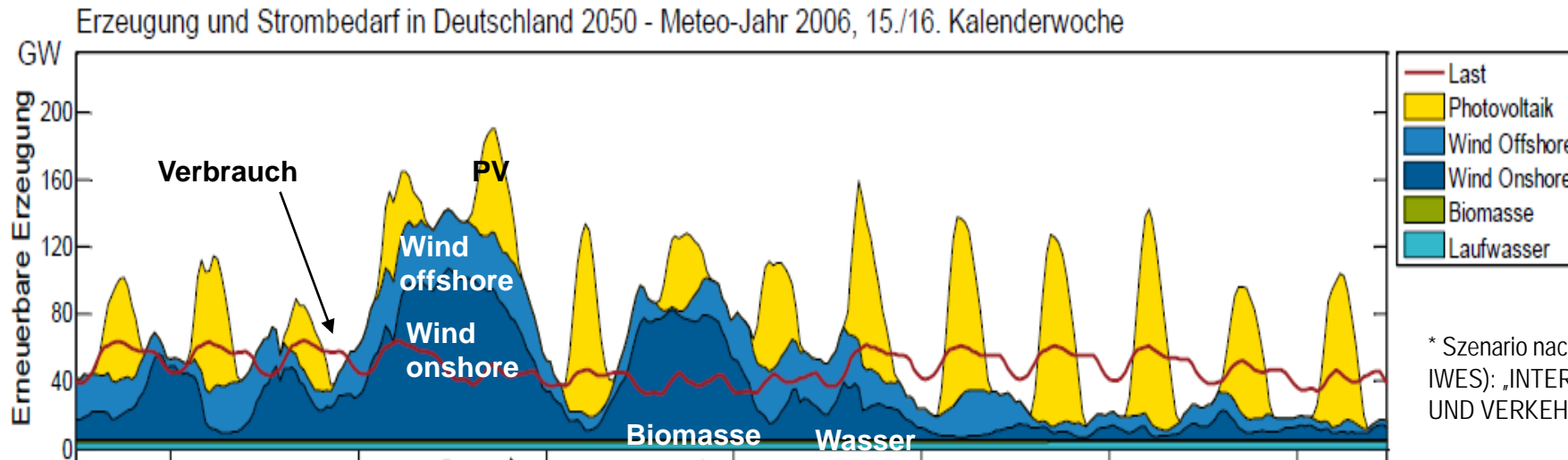
- 88 % des Strombedarfs aus PV und Wind ohne Zwischenspeicherung
- 4% über Zwischenspeicherung in Batterien
- 7% über Regeneratives Gas aus PV und Windüberschuss (~ 30% Wirkungsgrad)
- 1 % aus Wasserkraft



Grafik: ZSW
Daten abgeleitet aus
ISE Energy-Charts
Referenz-Szenario 2045

Profile der Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien

2 Beispielwochen im Jahr 2050*



* Szenario nach Norman Gerhard, (Fraunhofer IWES): „INTERAKTION EE-STROM, WÄRME UND VERKEHR“, Endbericht, Sept. 2015

- Der Überschuss aus Windkraft und solarer Stromerzeugung wird genutzt zur
 - Zwischenspeicherung von elektrischer Energie (für Dunkelflauten)
 - für E-Mobilität (Batteriespeicher) und Raumwärme über Wärmepumpen
 - zur Erzeugung von grünem Wasserstoff und Methan

Bedarf an Elektrolysekapazität zur Wasserstoffherstellung

für das 100% EE-Szenario in 2050

Elektrolyse (H₂)

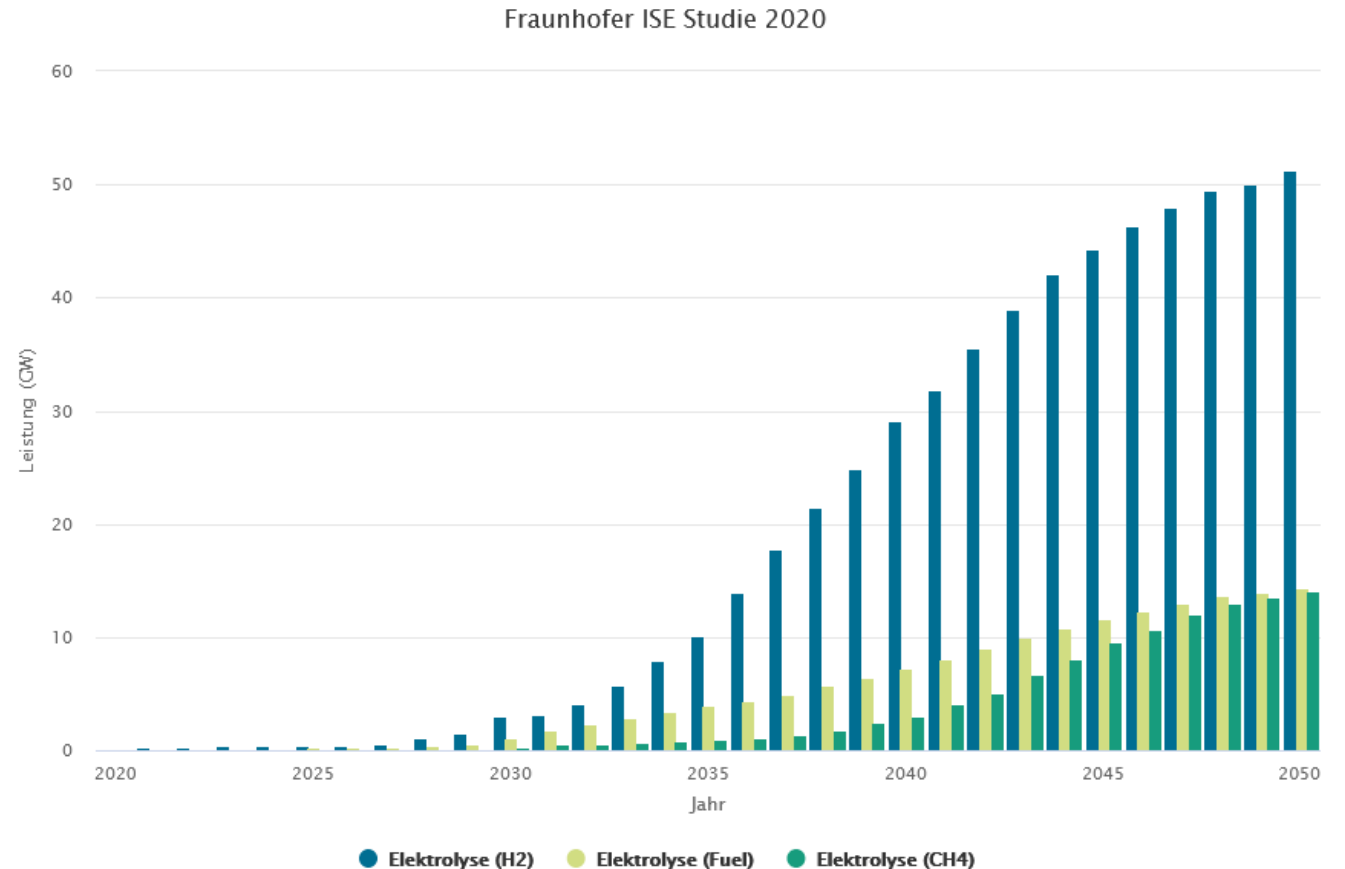
- ab 2026 in steigendem Maß notwendig
- frühzeitig in diese Technologie einsteigen → Arbeitsplätze

Elektrolyse (H₂ und weiter zu CH₄ und Fuel)

- für Schwerlastverkehr, Schiffsverkehr, Flugverkehr
- für Hochtemperaturprozesse in der Industrie, Stahlherstellung, Chemie
- H₂* und E-Fuels** nicht für Gebäudewärme und Individualverkehr, da ineffizient bzw. weltweite Verfügbarkeit zu gering

** Quelle: Rosenow, Jan (2022): Is heating homes with hydrogen all but a pipe dream? An evidence review. In: Joule 6 (10), S. 2225–2228. DOI: 10.1016/j.joule.2022.08.015.

* <https://www.tagesschau.de/wirtschaft/technologie/verbrenner-aus-e-fuels-101.html>



Energy-Charts.info; Datenquelle: Fraunhofer ISE; Letztes Update: 18.01.2021, 23:20 MEZ

https://energy-charts.info/charts/remod_installed_power
(Referenz 100 – Szenarien)

Die Rolle der PV bei der Energiewende

- I. Sonne und Wind liefern grünen Strom, Wärme und Kraftstoffe
- II. Sonne und Wind ergänzen sich
→ 88% Stromversorgung aus EE möglich ohne Speicher
- III. Ausbauziele PV und Wind
- IV. PV Initiativen im Land Baden-Württemberg
- V. Nutzung von Solarstrom vor Ort

Ausbaupläne Wind und PV – im Vergleich zum Strombedarf

Ziel: 80% Erneuerbare Energien im Stromsektor in 2030

- Die Länder müssen bis zum Jahr 2032 rund zwei Prozent ihrer Landesfläche für Windkraft ausweisen, um beim Ausbau der Windenergie verlässlich ans Ziel zu kommen. Derzeit sind bundesweit 0,8 Prozent der Flächen für Windenergie ausgewiesen – allerdings sind nur 0,5 Prozent tatsächlich verfügbar (siehe link unter **)

Jahr	PV	Wind an Land	Wind auf See	Strom aus Erneuerbaren Energien	Stromverbrauch Elektrolyse***	Bruttostromverbrauch beim Kunden	Erhöhung Stromverbrauch für Verkehr und Wärme
2021*	59 GW	56 GW	8 GW	226 TWh	0 TWh	550 TWh	0%
2030**	216 GW	115 GW	30 GW	600 TWh	31 TWh	750 TWh	36%
2045***	450 GW	200 GW	66 GW	1400 TWh	300 TWh	1100 TWh	100%

- Der Strombedarf beim Kunden steigt aufgrund von Wärmepumpen und Elektromobilität – und ersetzt die sonst notwendigen Brennstoffe (Gas, Öl, Benzin, ...)

* Zahlen für 2021 aus den energy-charts.de

** Zahlen für 2030 entsprechen dem Ausbauplan der Bundesregierung

<https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/klimaschutz/energiewende-beschleunigen-2040310>

*** Zahlen für 2045 und der Strombedarf für Elektrolyse ist aus den energy-charts.de entnommen; Referenz-Szenario

World Energy Resources (TWyear)

SOLAR
23,000 per year

2010 World energy use: 16 TWy per year



2050: 28 TW

TIDES
0.3 per year

0.3 - 2 per year
Geothermal

3 - 4 per year
HYDRO

2 - 6 per year
Biomass

3 - 11 per year
OTEC

Waves
0.2-2 per year

60-120 per year
WIND

renewable

finite

Natural Gas

215
Total

Petroleum

240
Total

Uranium

90-300
Total

900
Total reserve

COAL

© R. Perez et al.

Flächenbedarf für 450 GW PV

- = 30 m² pro Einwohner
- = 0,8% der Fläche in D davon mind. 50% auf Dächern
- aktuell 6% der Fläche für Siedlung und Verkehr
- 4 % der Fläche für Energiemais genutzt

In Baden-Württemberg

- 36 GW PV auf Dächern möglich
- in 2018 genutzt: 14,4%
- <https://www.energieatlas-bw.de/sonne/dachflachen/potenzial-dachflachenanlagen>

Flächennutzung in Deutschland

Flächennutzung in Deutschland 2020

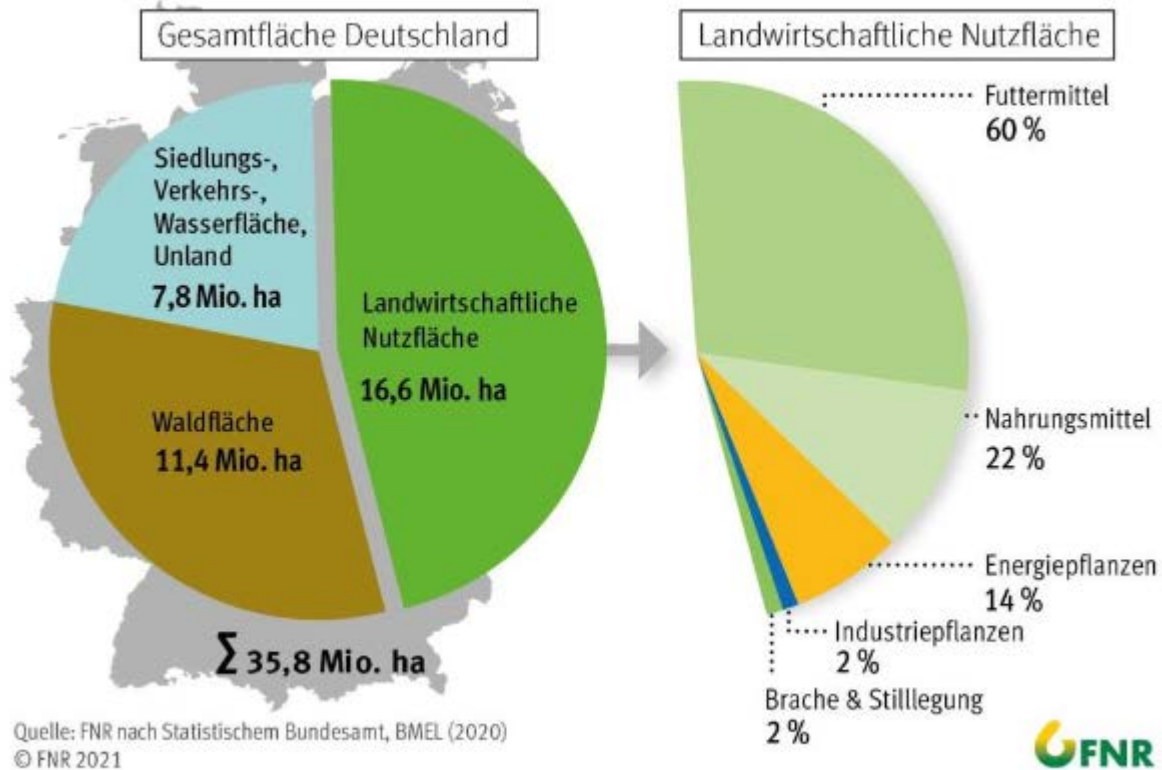


Abbildung 1: Flächennutzung in Deutschland 2020 (FNR, 2021)

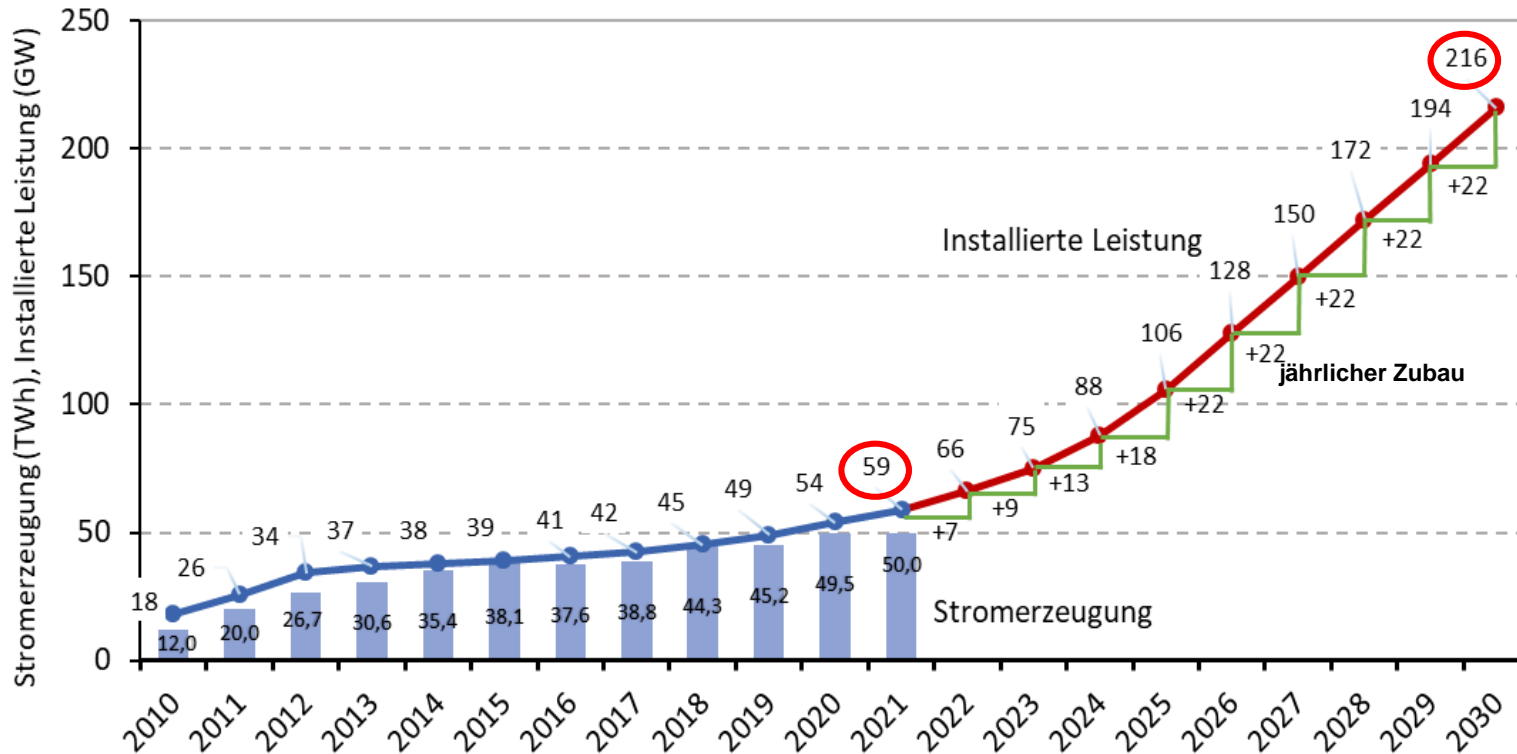
Quelle: Marktmonitoring Bioenergie 2022, dena

- für Energiepflanzen werden aktuell 6,5% der Fläche in D genutzt – aufgeteilt in
 - 4,2% für Biogas (Mais, Silage) *erzeugt 4% (23 TWh/a) des aktuellen Strombedarfs (615 TWh/a)*
 - 1,3% für Biodiesel (Raps etc.)
 - 0,1% für Holz
 - 0,9% für Bioethanol
- aktuell werden 6% der Fläche für Siedlung und Verkehr genutzt
- für Photovoltaik (450 GWp in 2045) werden pro Person 30 m² Fläche benötigt
 - d.h. 0,6% der Fläche von D für PV *erzeugt 32% (450 TWh/a) des gestiegenen Strombedarfs (1400 TWh/a)**

* FhG ISE; Energy-Charts

PV in Deutschland

Ziel: 80% EE-Strom in 2030 → 200 GWp installiert



Grafik: ZSW

Jährlicher PV-Zubau
(angestrebt im EEG-Osterpaket)

- 2021 5,6 GWp
- 2022 7 GWp
- 2029 22 GWp

Ziel 2030

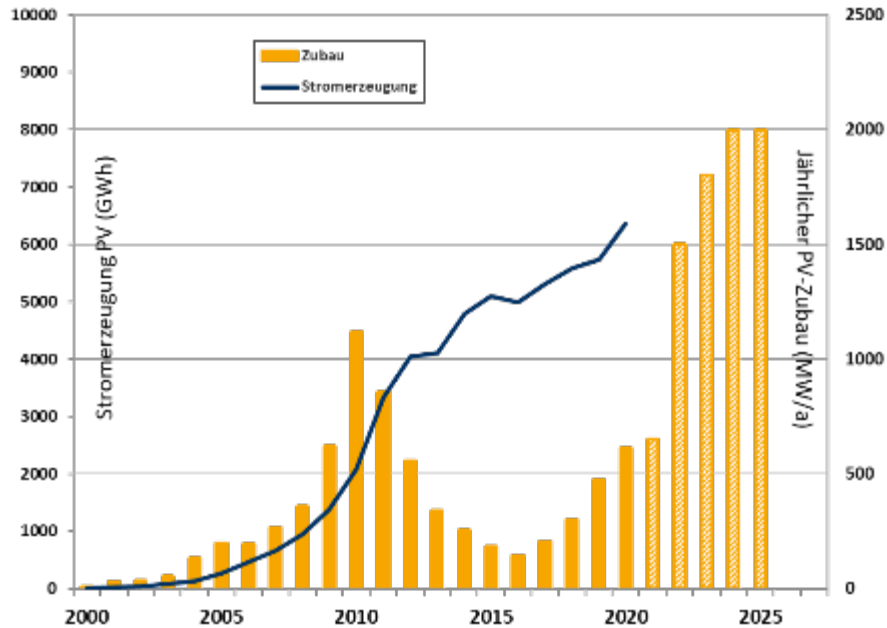
- 80% der Stromversorgung aus Erneuerbaren Energie (Osterpaket)

Ziel 2035

- 30% der Stromversorgung sind aus Photovoltaik (PV Strategie 10.3.2023)

Entwicklung der PV in Baden-Württemberg

Ziel: ab sofort durchschnittliche ca. 2000 MW/Jahr



Solar Cluster BW, Marktstammdatenregister und UM Baden-Württemberg

Beispielrechnung für 2000 MW/Jahr:

erfordert die Installation von

- 170 mittleren Dachanlagen (~10 kWp) pro Tag 620 MW
- 8 Anlagen auf Industriedächern (~300 kWp) pro Tag 880 MW
- 2 Freiflächenanlagen (~5 MWp) pro Woche 500 MW

PV Freiflächen

bundesweit: 1/3 der installierten PV-Leistung auf Freiflächen + 2 Mio. Dachanlagen

in Baden-Württemberg - Nachholbedarf

- nur 10% der PV-Leistung auf Freiflächen
- Ziel in BW sollte sein 1/3 auf Freifläche; im Bund ist 50:50 das Ziel.



Solarpark Leutkirch der enBW, Inbetriebnahme 2014
Leistung und Fläche: 2,9 MWp auf 6,9 ha (3.200 MWh/a)



Solarpark Zwiefalten der enBW, Inbetriebnahme 2017
Leistung und Fläche: 5,2 MWp auf 7 ha (5.800 MWh/a)

Quelle:
<https://www.enbw.com/landingpage/s/freiflaechen-solarprojekte-bw/>

Vorteile

- extensive Flächennutzung unter den PV Modulen möglich
- elektrischer Ertrag von PV pro ha: 500–800 MWh/a (Energiemais 20–25 MWh/a)
- selbst bei Elektrolyse und Methanisierung von Solarstrom ist der Ertrag pro ha noch 15 mal höher als bei Energiemais

Die Rolle der PV bei der Energiewende

- I. Sonne und Wind liefern grünen Strom, Wärme und Kraftstoffe
- II. Sonne und Wind ergänzen sich
→ 88% Stromversorgung aus EE möglich ohne Speicher
- III. Ausbauziele PV und Wind
- IV. PV Initiativen im Land Baden-Württemberg
- V. Nutzung von Solarstrom vor Ort

PHOTOVOLTAIK-NETZWERK BADEN-WÜRTTEMBERG



Faktenpapier, Leitfäden,
Fachkurse, Vorträge



Auch 2022 - 2024: Gemeinsam die Photovoltaik schneller voranbringen



- Teil der **Solaroffensive** des Landes BW
Gefördert durch



Baden-Württemberg
MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT

- Ab 2022 für weitere 3 Jahre
- 12 regionale Photovoltaik-Netzwerke
- Unterstützung / Anlaufstelle für
 - Kommunen, Landkreise, Unternehmen, Landwirte, Bürger*innen, ...
- > 450 lokale / regionale Akteure
- Landesweit koordiniert



Quelle: fokus.energie



Information, Beratung,
Wissenstransfer & Vernetzung



Franz Pöter

Solar Cluster Baden-Württemberg e.V.
info@solarcluster-bw.de
www.solarcluster.de

Faktenpapiere:

- Photovoltaik und Steuerrecht
- Photovoltaikanlagen über 10 kWp auf Ein- und Zweifamilienhäusern
- Weiterbetrieb Ü20 – Photovoltaik-Anlagen – Stand Juni 2020 (EEG 2017)
- PPA – Power purchase Agreement für große Solarparks



Broschüren:

- „Photovoltaik in Kommunen“
- „Photovoltaik in Gewerbe und Industrie“ 21.12.2021
- „PV Parkplätze“ 09.02.2022



Quelle: Solar Cluster Baden-Württemberg / PV-Netzwerk BW

Download unter: www.photovoltaik-bw.de & www.solarcluster-bw.de

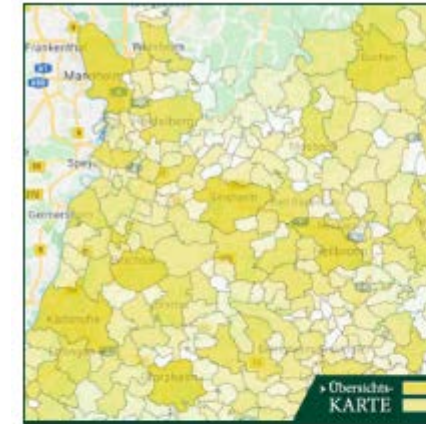


Dachflächen



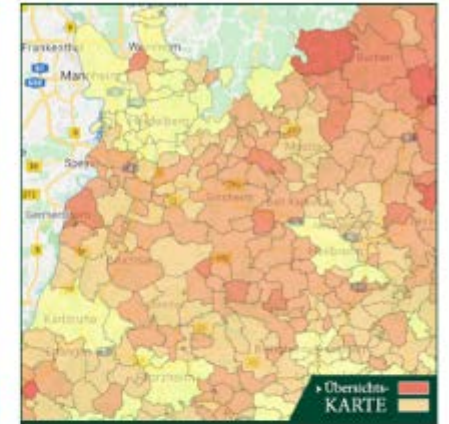
Freiflächen

- Installierte PV Anlagen auf Dachflächen und Freiflächen
- Potentiale für PV auf Dachflächen und Freiflächen
- PV Rechner



Installierte Leistung bestehender PV-Dachanlagen

Die Karte zeigt die installierte Leistung in MW bestehender Photovoltaikanlagen auf Dachflächen als Summe einer Gemeinde, eines Kreises oder einer Region in Baden-Württemberg (Stand 2018). Es handelt sich um Daten der Übertragungsnetzbetreiber...



Stromerzeugung je Einwohner mit bestehenden PV-Dachanlagen

Die Karte zeigt die berechnete Stromerzeugung mit bestehenden Photovoltaikanlagen auf Dachflächen je Einwohner als Summe einer Gemeinde, eines Kreises oder einer Region in Baden-Württemberg (Stand 2018). Es handelt sich um Daten der...



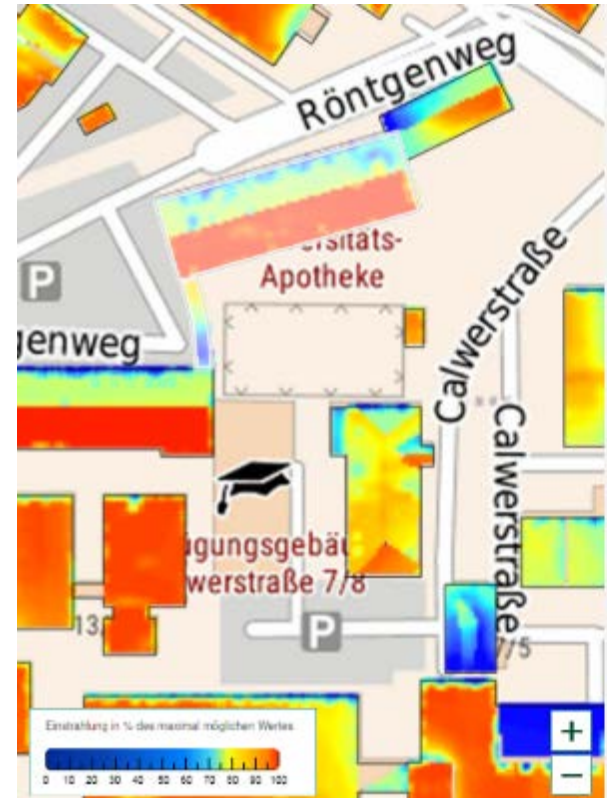
Solarpotenzial auf Dachflächen



PV-Potentiale auf Gebietsebene

Vorgehensweise für Ertragsrechnung und Wirtschaftlichkeit

- Dach suchen auf Seite „Solarpotenzial-auf-dachflächen“
- Farbskala zeigt Attraktivität der Dachflächen
- Dach anklicken → zeigt Dachattribute und max. installierbare PV Leistung mit Ertrag
- Button „Wirtschaftlichkeit berechnen“ erlaubt
 - Auswahl „Art des Haushalts“
 - Eingabe des Jahresverbrauchs
 - Voll- und Teilbelegung des Daches
 - Konfiguration von elektrischem Speicher und Verbrauchern (E-Auto, Wärmepumpe, E-Bike)



ATTRIBUTE	
Name Gemeinde	Tübingen
Einstrahlungskategorie	Sehr hohe Einstrahlung
Geeignete Dachfläche für PV-Module	296,8 m ²
Maximal installierbare Anzahl PV-Module	144
Maximal installierbare PV-Leistung	46,3 kWp
Maximal möglicher Stromertrag pro Jahr	49.586 kWh/a
Herkunft der Daten	LUBW, Geoplex GIS GmbH
Datum der Berechnung	2021
Jahr der Befliegung	2016-2021
Auflösung der Befliegungsdaten	26,9 Pkt./m ²

WIRTSCHAFTLICHKEIT BERECHNEN

PV Rechner



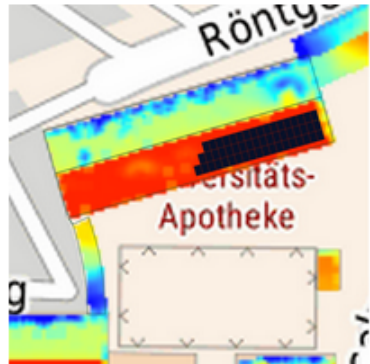
Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft
Baden-Württemberg



Landesanstalt für Umwelt
Baden-Württemberg

<https://www.energieatlas-bw.de/sonne/dachflächen/solarpotenzial-auf-dachflächen>

Ihre Photovoltaikanlage

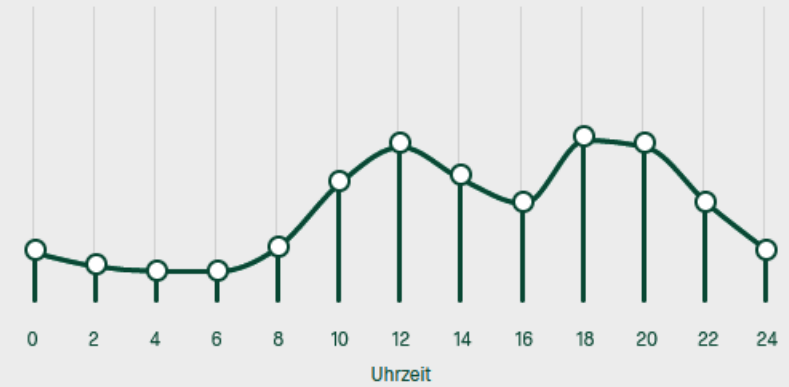


Kosten	21.578 € (netto)
Belegungsvariante	Eigene Belegung
Leistung	19,98 kWp
Ertrag/kWp	1.018,1 kWh
Gesamtertrag/Jahr	20.342 kWh
Speicher	Kein Speichersystem
Module	54 Module à 370 Wp

Stromverbrauch

6000 kWh/Jahr

Konfigurieren Sie Ihren Stromverbrauch im Tagesverlauf



Zusätzliche Verbraucher (optional)



Wärmepumpe
hinzufügen

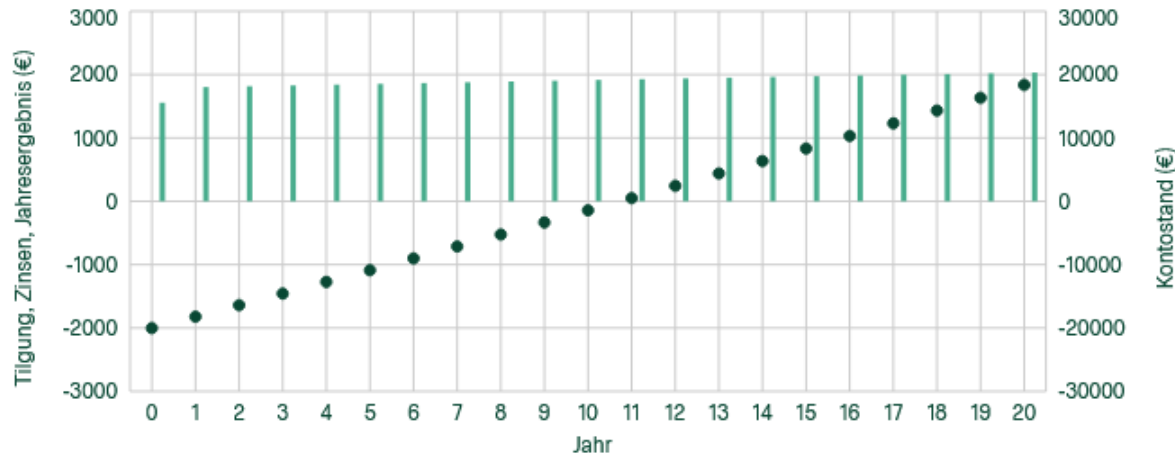


E-Auto
hinzufügen



E-Bike
hinzufügen

Wirtschaftlichkeit (grafisch)



Eigenverbrauch

17,5 %



Autarkie

55,9 %



Rendite

7 %



Amortisationszeit

11 Jahre



Gewinn nach 20 Jahren

18.357 €

Die Rolle der PV bei der Energiewende

- I. Sonne und Wind liefern grünen Strom, Wärme und Kraftstoffe
- II. Sonne und Wind ergänzen sich
→ 88% Stromversorgung aus EE möglich ohne Speicher
- III. Ausbauziele PV und Wind
- IV. PV Initiativen im Land Baden-Württemberg
- V. Nutzung von Solarstrom vor Ort

PV Carports

bei mehr als 35 Stellplätzen ist eine PV Überdachung in Baden-Württemberg Pflicht im Neubau



Quelle: Bickel - Eitroplan – Projekt LuCa



Quelle: C&C Architekten BDA

PV-Fassaden des ZSW

- PV-Module: CIGS Glas/Glas, blendfrei, gerahmt, Zustimmung im Einzelfall
- Hersteller: Nice Solar Energy
- Systemplanung: ZSW
- Modulfläche: 246 m²
- Gesamtleistung: 28 kWp
- Orientierung: SO, SW, NW
- Verschattung: SO: Nachbargebäude
SW, NW: minimal



Blick von Süden

PV-Dachanlage des ZSW

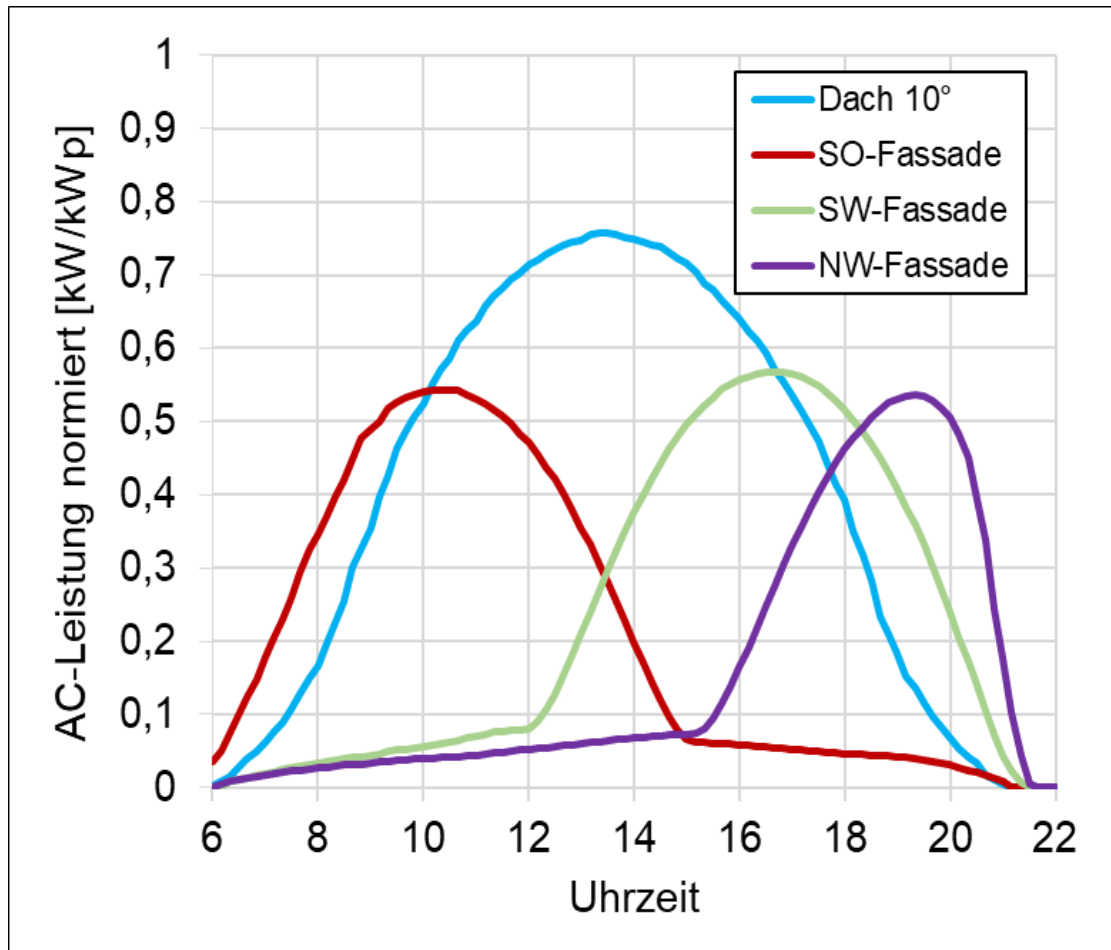


Blick von Süden

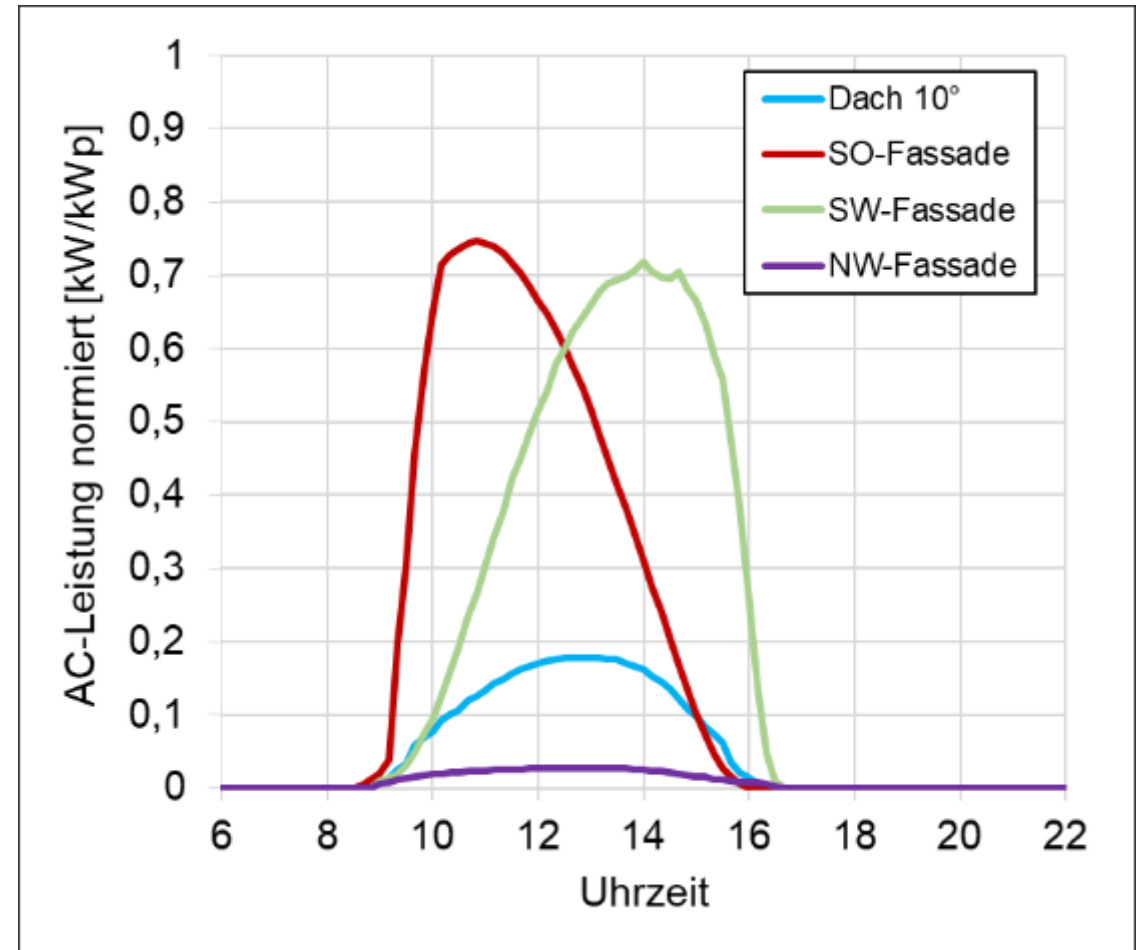
- PV-Module: CIGS, Glas/Glas,
- Hersteller: Nice Solar Energy
- Systemplanung: ZSW
- Gesamtleistung: 19 kWp
- Orientierung: SO/NW und SW/NO,
10° geneigt
- Verschattung: Oberlicht
- Untergrund: Kies, Trennung von PV
und Begrünung

Tagesverlauf der spezifischen Leistung von PV-Fassaden und -Dach

Sommer (28. Juni)

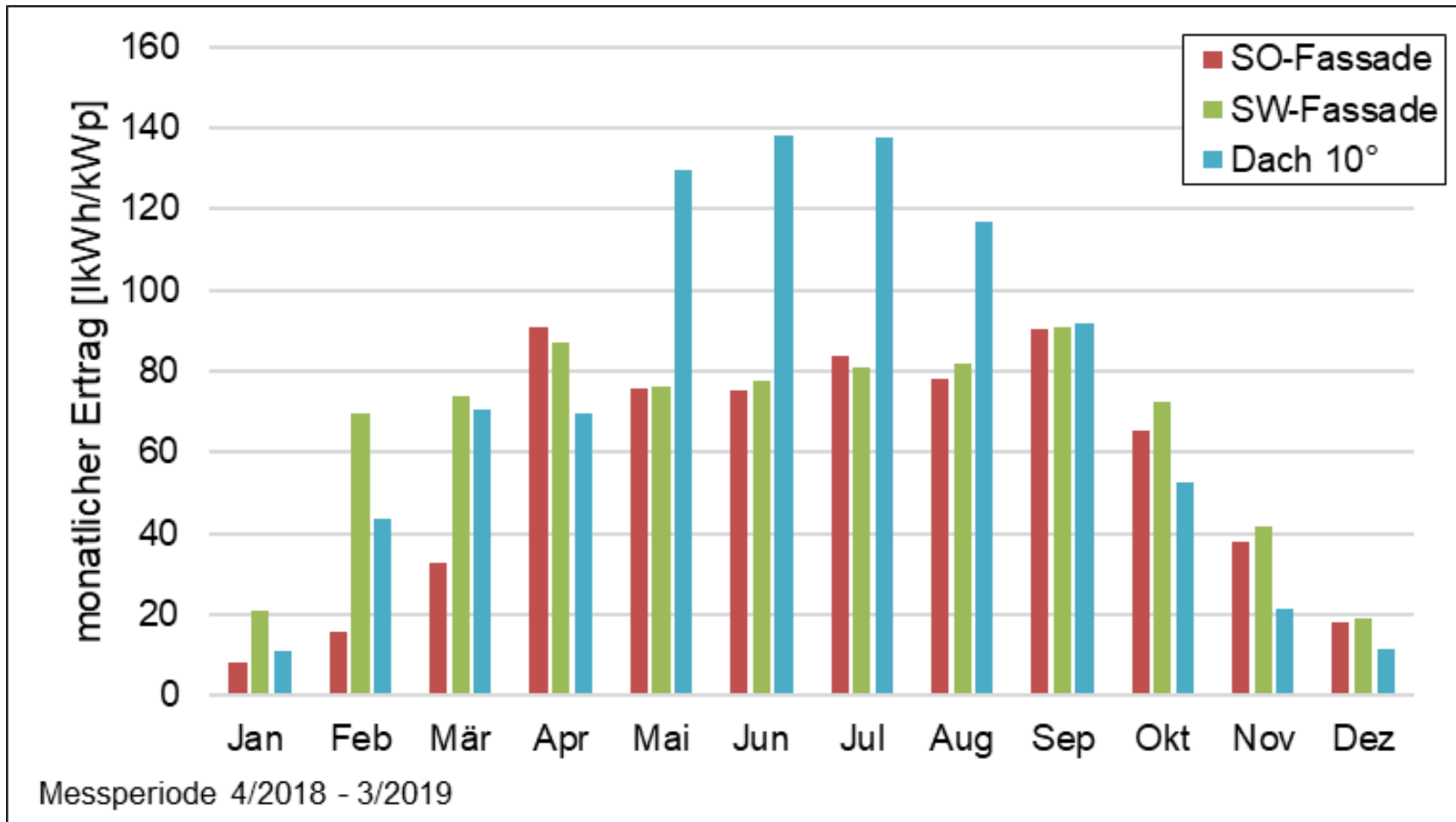


Winter (6. Januar)



Alle Grafiken: ZSW

Energieertrag PV-Fassaden und PV-Dach des ZSW



Orientierung	Ertrag [kWh/kWp/a]
SO	674
SW	793
Dach 10° SO/NW – SW/NO	894

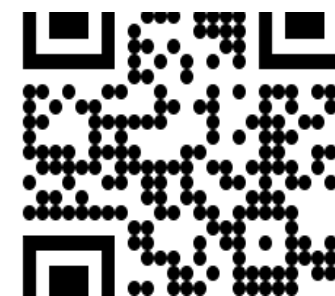
- höherer Ertrag der Fassaden im Winterhalbjahr
- bessere saisonale Stetigkeit der Fassaden



Initiative für Bauwerkintegrierte Photovoltaik-Anlagen in Baden-Württemberg

BIPV-LEITFADEN BADEN-WÜRTTEMBERG

<p>Teil A</p> <p>Warum BIPV?</p> <p>Zu Teil A</p>	<p>Teil B</p> <p>Architektur mit Photovoltaik</p> <p>Zu Teil B</p>	<p>Teil C</p> <p>BIPV im Planungsprozess</p> <p>Zu Teil C</p>
<p>Anhang</p> <p>Zum Anhang</p>		



www.bipv-bw.de

Auszug Startseite der Website: www.bipv-bw.de

LEITFADEN - GLIEDERUNG

Teil A – Warum BIPV?

- A1 Klimawandel und Energiewende
- A2 Flächenbedarf Photovoltaik
- A3 Bedeutung der BIPV

Teil B – Architektur mit Photovoltaik

- B1 Geeignete Flächen
- B2 Ausrichtung und Verschattung
- B3 Gestaltungsvielfalt
- B4 Exkurs: Photovoltaik und Begrünung
- B5 Exkurs: BIPV im Gebäudeumfeld

Teil C – BIPV im Planungsprozess

- C1 Planungsaspekte nach Leistungsphasen
- C2 Bauherr
- C3 Architektur
- C4 Fachplanung Energie und Nachhaltigkeit
- C5 Fachplanung Elektro und Gebäudetechnik
- C6 Fachplanung Konstruktion Statik und Brandschutz

Teil D – Anhang

- D1 Informationsportale
- D2 Übersicht Modulhersteller
- D3 FAQs
- D4 Glossar

Neubau PHM Tübingen

Pathologie / Neuropathologie / Humangenetik



BEHNISCH ARCHITEKTEN

Neubau PHM Tübingen

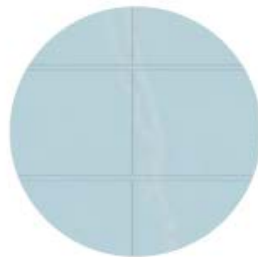
Ansicht Süd-West Fassade



BEHNISCH ARCHITEKTEN

Materialkonzept - Fassade

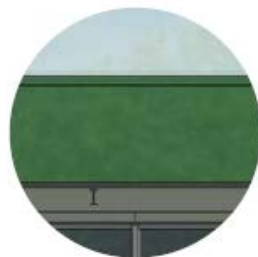
PV Fassade
Farbe „Ocean“
Technikzentrale



Feststehender
Sonnenschutz
Farbe: „Pearly Haze“



PV Fassade
Farbe „Forest“



Keramikfassade
„warme Töne“



Feststehender
Sonnenschutz

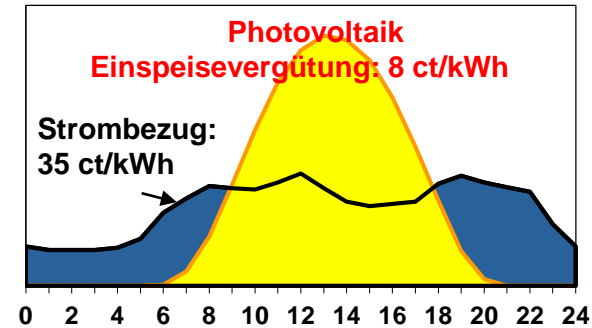
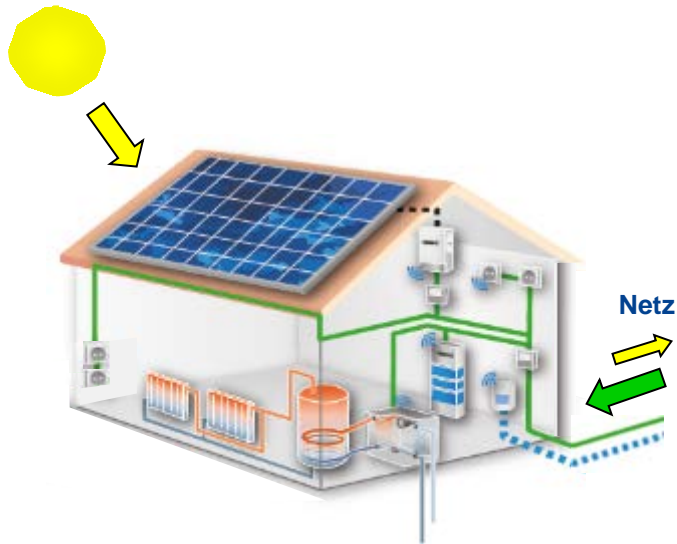
Pfosten-Riegel Fassade

hinterlüftete Fassade

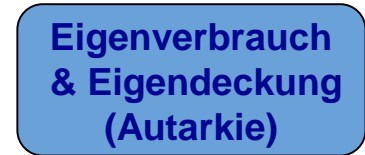
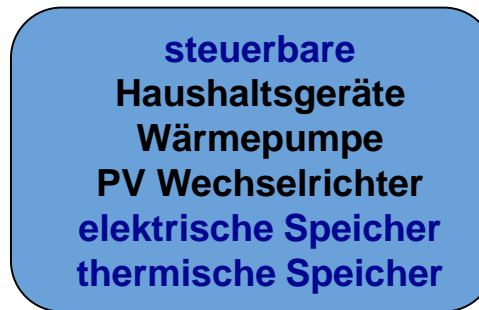
Blende

Energiewende zuhause

Mein Haus ist mein Kraftwerk



Energiebezug aus
Sonne und Netz



Ziel: erhöhte
Eigendeckung &
stabile Energiekosten



Nutzung: Wärme,
Kälte, Kraft, Mobilität,
Kommunikation,
Netzeinspeisung

Bedarf an PV-Fläche

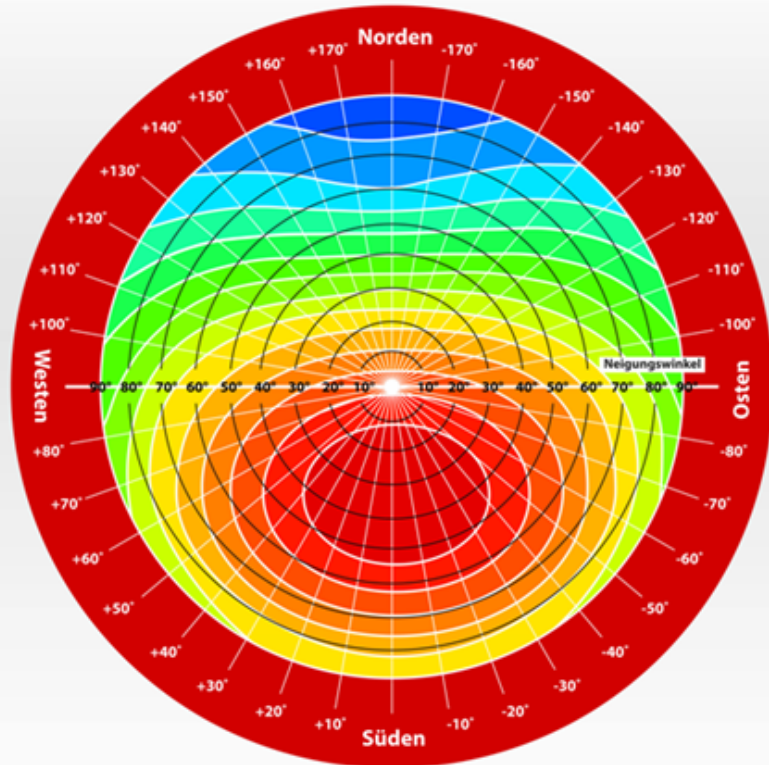
- 22 m² (4 kWp) für Haushaltsstrom
- 22 m² (4 kWp) für Wärmepumpe im gut gedämmten Haus
- 11 m² (2 kWp) für ein E-Auto

- jedoch nur 28% des Strombedarfs fällt im Haushalt an!!
- **daher:** macht die Dächer voll!!

Geeignete Dächer - Batteriespeicher ja/nein

Mein Haus ist mein Kraftwerk

EINSTRAHLUNGSSCHEIBE



Süd, Ost & West Ausrichtung sehr gut; bis zu N/O und N/W wirtschaftlich bei flachen Dächern

- da Modulkosten heute nur rd. 1/3 der Anlagenkosten
- Grundaufwand für Wechselrichter, Kabelführung und Gerüst in Summe relativ hoch

Batteriespeicher ja/nein

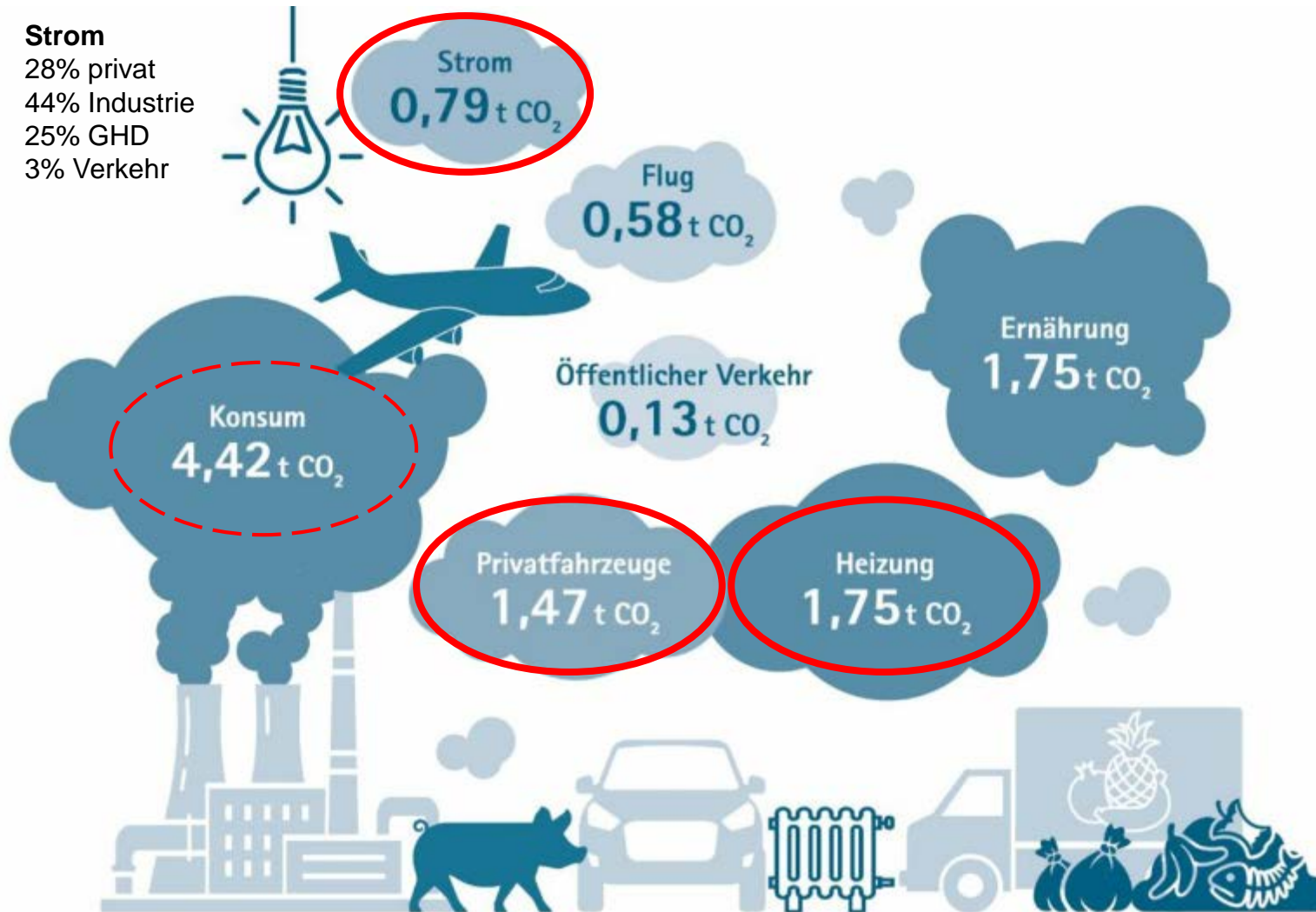
- wenn überhaupt, dann Speicher in kWh kleiner als PV Anlage in kWp (z.B. Speicher mit 5-8 kWh für PV Anlage mit 10 kWp) – sonst Zyklenzahl zu gering
- Speicherammortisation – Zahlenbeispiel
 - Speicherkosten pro kWh (z.B. 800 €/kWh)
 - Zahl der Zyklen pro Jahr 200-250; bei 250 Zyklen ist der Durchsatz in 15 Jahren 3750 kWh pro kWh. Jedoch Verlust 90%, Degradation 80% nach 10 Jahren → rd. 3000 kWh
 - Kosten je kWh aus dem Speicher (obiges Beispiel):
[800 €/ 3000 kWh = 27 ct/kWh] + verlorene Einspeisevergütung [8 ct/kWh] → rd. 35 ct/kWh

Aufteilung bei 11 t Klimagase pro Person pro Jahr in Deutschland

(derzeit sind es knapp 10 t/a)

Strom

28% privat
44% Industrie
25% GHD
3% Verkehr



Bilanz

- knapp 4 t Klimagase sind durch EE-Strom im Haushalt, für Heizung und Mobilität adressiert
- der Konsum verursacht weniger Klimagase, wenn die Industrie mehr EE-Strom bezieht
 - jedoch nicht bei importierten Waren und Gütern
- es bleiben große Herausforderungen bei Produktion und Ernährung
- erneuerbare Kraftstoffe werden ein knappes Gut sein

Gratk aus

https://www.rundverfuegungen-und-mitteilungen.de/damfiles/default/guk-rundverfuegungen/mitteilungen-und-Rundverfuegungen/2020/g_2020/g_Mitteilungen_2020/Mitteilung_G_6_2020-Anlage-3.pdf-6250116045fa2453677a71f55e5d366f.pdf

VIELEN DANK

Dr.-Ing. Jann Binder

