

Energiemanagement für Prosumer Sektorenkopplung in Wohngebäuden

Prof. Dr.-Ing. Viktor Grinewitschus
Professur für Energiefragen der Immobilienwirtschaft
EBZ Business School

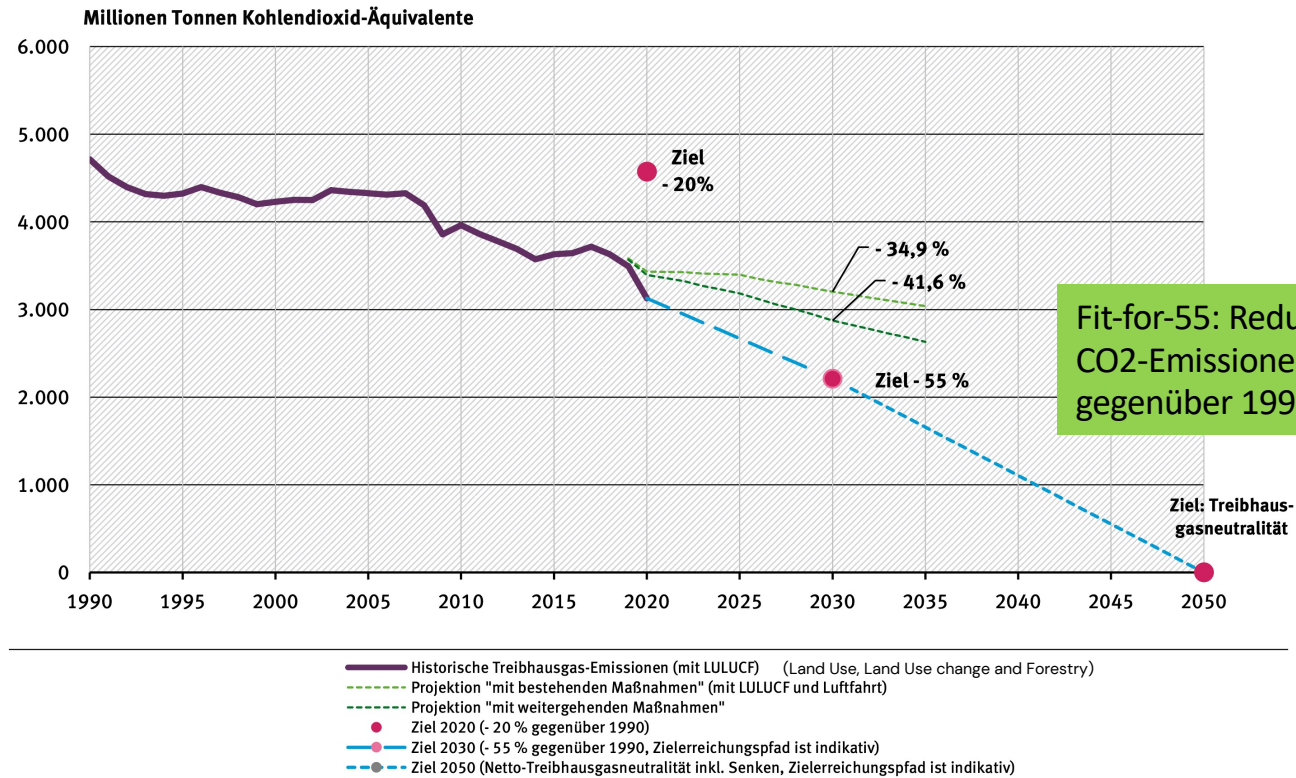
- Studium der Elektrotechnik und Promotion an der Universität Duisburg/Essen.
- Bis 9/2012 Aufbau und Leitung des Fraunhofer-inHaus Zentrums.
- Seit 2011 Professor für Technische Gebäudeausrüstung an der Hochschule Ruhr West, Bottrop.
- Seit 2012 Professor für Energiefragen in der Immobilienwirtschaft an der EBZ Business School, Bochum.
- Seit 1.1.2021 Prorektor für Forschung an der EBZ Business School, Bochum.
- Seit 6/2021 Aufsichtsrat der Aachener Siedlungs- und Wohnungsgesellschaft mbH
- Kurator des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik (Stuttgart/Holzkirchen)

Forschungs- und Lehrschwerpunkte

- Analyse der Wirtschaftlichkeit von Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz in Gebäuden (Anlagentechnik, Nutzerverhalten).
- Zukünftige Energieversorgungskonzepte für Immobilien.
- Lokales Lastmanagement in Gebäuden
- Assistenzfunktionen auf der Basis von Smart Home Technologien.



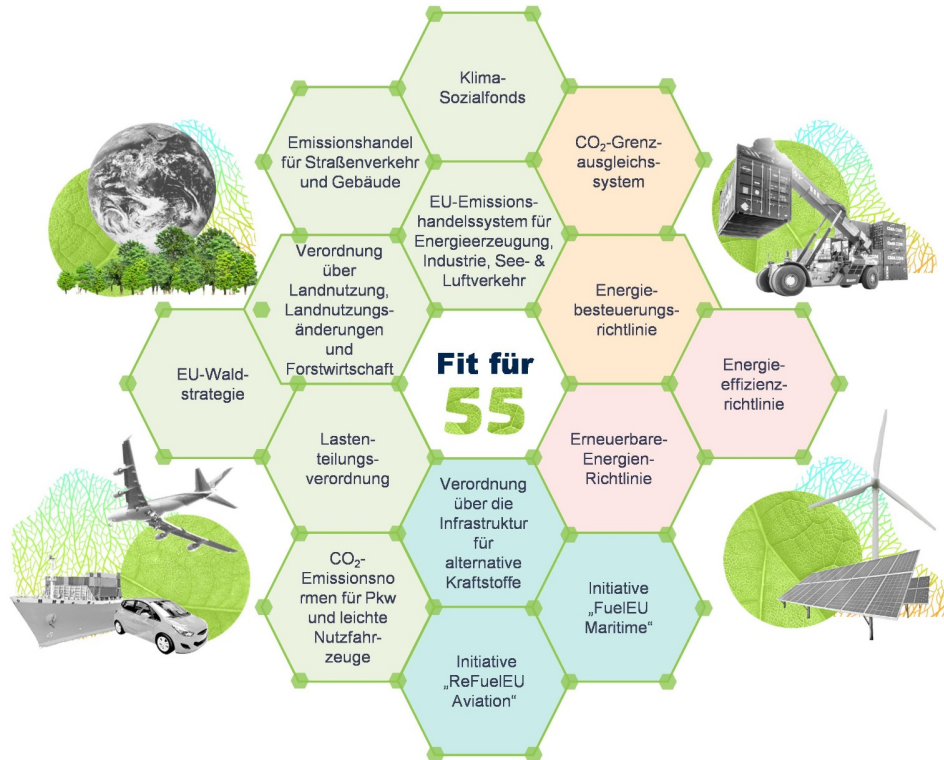
Treibhausgas-Emissionen der EU bis 2020, Projektionen bis 2035 und Minderungsziele bis 2050



Alle Daten beziehen sich auf die EU-27 Mitgliedsstaaten.

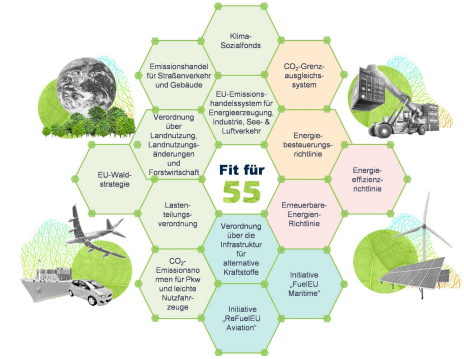
Quelle: European Environment Agency (EEA), Trends and Projections report 2021, Historical trends and future projections of greenhouse gas emissions, Figure ES2.

„Fit für 55“: Umsetzung des EU-Klimaziels für 2030



„Fit für 55“: Umsetzung des EU-Klimaziels für 2030

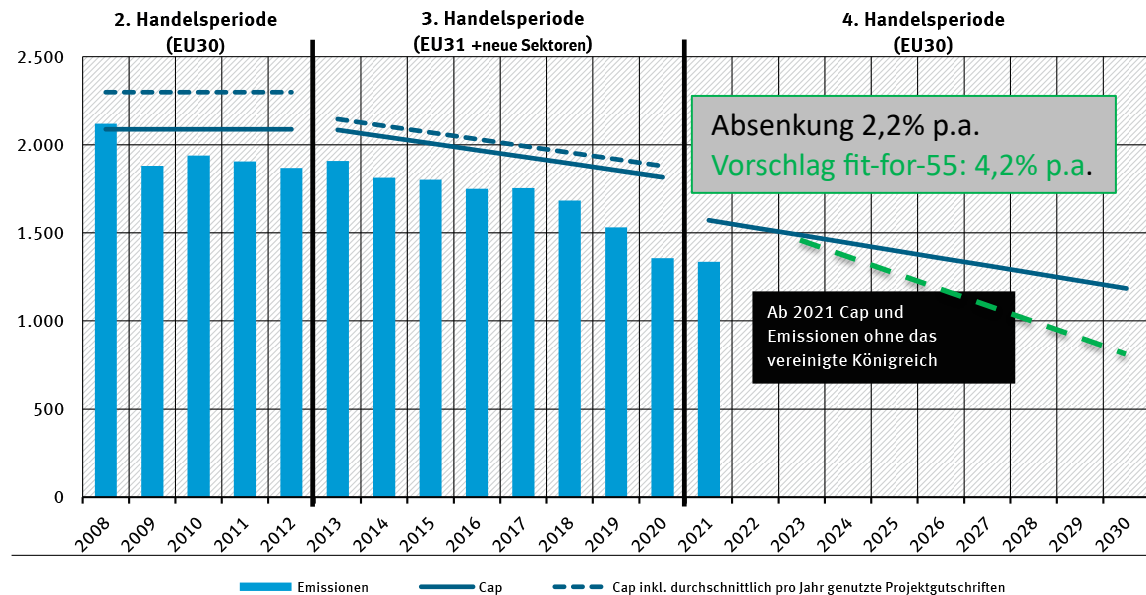
- **EU-Emissionshandel ab 2026 für Gebäude und Straßenverkehr.**
- **Festlegung von Obergrenzen für CO₂-Emissionen, die schrittweise abgesenkt werden.**
- **Absenken des Energieverbrauches um 9 % durch Steigerung der Effizienz.**
- **Bis 2030 40 % der Energie aus erneuerbaren Energiequellen in der EU.**
- **Elektrifizierung in den Sektoren unterstützen.**
- **Wasserstoff in den Sektoren Industrie und Verkehr verstärkt einsetzen.**
- **Änderung der Besteuerung von Heiz- und Kraftstoffen, um Anreize für das Erreichen der Klimaschutzziele zu bieten.**
- **Überarbeitung der Richtlinien für den Gebäudebereich, damit Maßnahmen für mehr Energieeffizienz, Einsatz erneuerbarer Energien und Minderung von Treibhausgasemissionen schneller durchgeführt werden.**



Schrittweise Absenkung der Emissionsbudgets

Gesamt-Cap und Emissionen im Europäischen Emissionshandel

Millionen Tonnen Kohlendioxid-Äquivalente



Quelle: Umweltbundesamt 2022, Deutsche Emissionshandelsstelle, eigene Berechnungen auf Basis von Daten der Europäischen Umweltagentur und der Europäischen Kommission (2013/448/EU); Stand 28.07.2022

Quelle: Umweltbundesamt.de, eigene Darstellung

Gültig für

- Energiewirtschaft
- Energieintensive Industrie
- Luftverkehr

Kosten der „CO₂-freien Energieversorgung“ von Gebäuden werden durch den europäischen Emissionshandel beeinflusst, solange die Energie nicht wirklich CO₂-frei ist.

Ab 2025 Monitoring

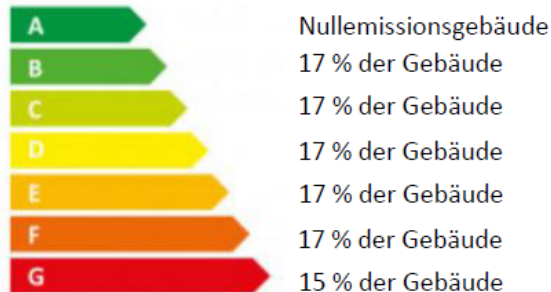
Kontinuierliches Monitoring für neue und umfassend modernisierte Gebäude

Bis 30.06.25 neue

Kostenoptimalitätsberechnung

Kostenermittlung unter Einbeziehung der externen Effekte der Energienutzung in den Bereichen Umwelt und Gesundheit

Ab 2026: Einheitliche Energieausweise und eine neue Klassifizierung:



14.09.23

Ab 2027 Mitgliedsstaaten fördern keine fossil betriebenen Kessel mehr

Ab 2030 alle neuen Gebäude Nullemissionsgebäude

Mindestenergieperformancestandards Wohngebäude im Bestand:
kein G mehr, und ab 2033 kein F mehr

Nullemissionsgebäude:

Gesamtprimärenergiebedarf 60 kWh/m²a

auf jährlicher Nettobasis abgedeckt durch erneuerbare Energien:

- am Standort
- von einer Erneuerbare-Energie-Gemeinschaft
- aus einem effizienten Fernwärmesystem (auch Abwärme)

Gesamtprimärenergiebedarf nichterneuerbar + erneuerbar

Deutschland bisher: nicht erneuerbarer Primärenergiebedarf

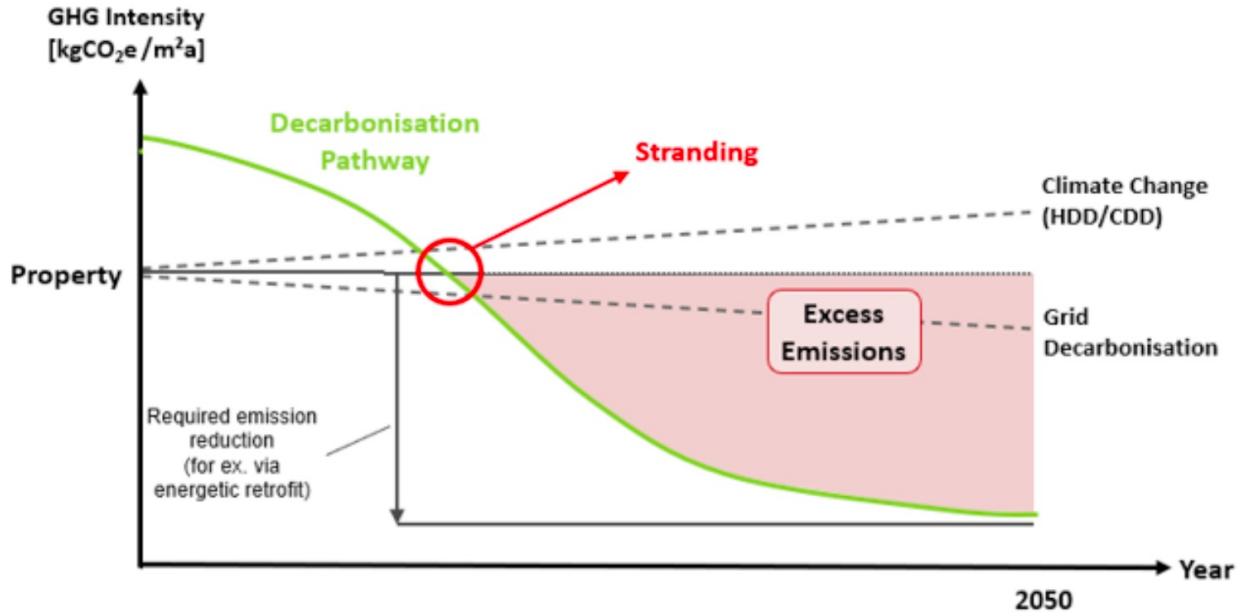
Beispiele PE-Faktor:

Strom 2,8 statt 1,8

Holz 1,2 statt 0,2

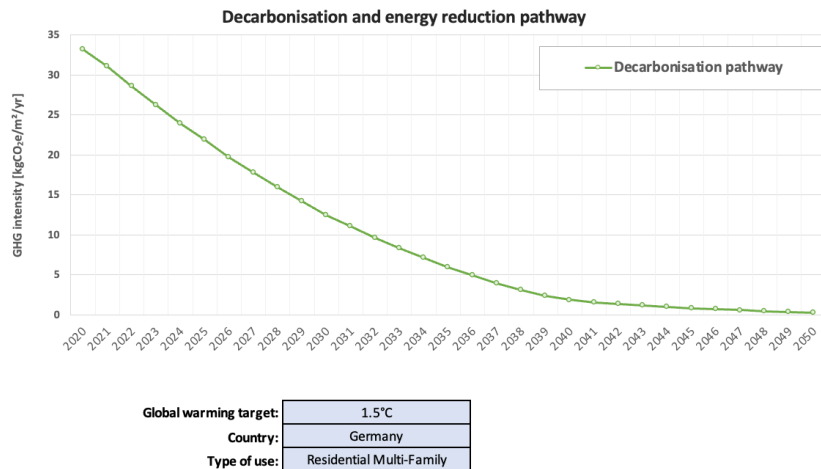
PV-Strom 1,0 statt 0

Wann wird eine Immobilie zum „Stranded Asset“



<https://www.crrem.eu/tool/>

Obergrenzen der CO₂-Emissionen für Mehrfamilienhäuser lt. CREEM)



Whole building GHG intensity pathway:

Year	kgCO ₂ e/m ² /yr	Year	kgCO ₂ e/m ² /yr
2020:	33,2	2037:	3,9
2021:	31,1	2038:	3,1
2022:	28,6	2039:	2,4
2023:	26,2	2040:	1,9
2024:	23,9	2041:	1,6
2025:	21,8	2042:	1,3
2026:	19,7	2043:	1,1
2027:	17,7	2044:	1,0
2028:	15,9	2045:	0,8
2029:	14,2	2046:	0,7
2030:	12,5	2047:	0,6
2031:	11,0	2048:	0,5
2032:	9,6	2049:	0,4
2033:	8,3	2050:	0,3
2034:	7,1		
2035:	6,0		
2036:	4,9		

<https://www.crrem.eu/tool/>

Bewertung von Strom aus dem Verteilnetz mit nationalen Emissionsfaktor.

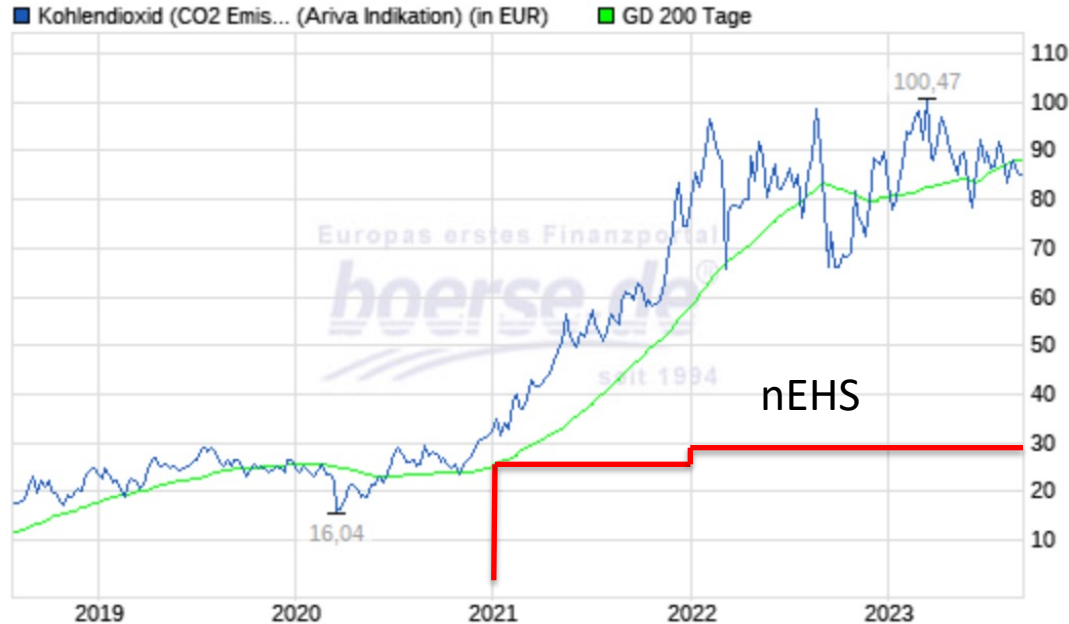
Lokaler PV-Strom ist CO₂-neutral.

Beispiel: Nachhaltigkeitsbericht Vonovia 2022: \varnothing 33 kg CO₂/(m²*a), CRREM: 28,6 kg CO₂/(m²*a),

Effizienzsteigerung und Sektorkopplung: Auf dem Weg zur „All Electric Society“

- Einführung einer verpflichtenden kommunalen Wärmeplanung bis 2028.
- Beim Tausch einer Heizungsanlage **Betrieb mit mindestens 65 % erneuerbarer Wärme**
- **Bis zum Vorliegen einer kommunalen Wärmeplanung gelten die Regeln beim Heizungstausch noch nicht.**
- Ab dem 1.1.2024 dürfen außerhalb von Neubaugebieten (auch in Neubauten) Gasheizungen verbaut werden, wenn diese auf Wasserstoff umrüstbar sind.
- **In Neubaugebieten gelten die bekannten Regelungen des GEG (mindestens 65% erneuerbare Wärme) unmittelbar.**
- Heizungen, die mit Holz und Pellets betrieben werden, erfüllen die 65 %-Vorgabe ausnahmslos.
- Überarbeitung der Förderkulisse geplant.
- **Gesetzgebung NRW: Ab 2025 müssen alle Neubauten eine PV-Anlage haben.**
- **GEIG: In Neubauten ab 10 Stellplätzen müssen alle Parkplätze mit einer Leitungsinfrastruktur ausgerüstet werden.**

Entwicklung der Preise für CO₂-Zertifikate



Quelle: <https://www.boerse.de/rohstoffe/Co2-Emissionsrechtpreis/XC000A0C4KJ2, BEHG>

Nationaler Emissionshandel (nEHS)

Gültig für

- Wärmezeugung
- Verkehr

Aktuell keine Obergrenzen für einzelne Bereiche

Ziel: Verteuerung der fossilen Energieträger

Anreize für den Umstieg schaffen

Ab 2026: Übergang in europäischen Zertifikatshandel

Jahr	Gaspreis (ct/kWh) (brutto)	CO2-Preis (€/t) netto	CO2-Kosten (ct/kWh)	Anteil CO2 an Kosten	Energiepreis (ct/kWh)
2023	12	30,00	0,72	6%	12,7
2024	12,36	40,00	0,96	7,7%	13,3
2025	12,73	50,00	1,20	10,6%	13,9
2026	13,11	60,00	1,44	11%	14,55
2027	13,51	65,00	1,56	12%	15,1
2028	13,91	85,00	2,04	15%	16,0
2029	14,33	105,00	2,52	18%	16,9
2030	14,76	125,00	3,00	20%	17,8
2031	15,20	140,00	3,37	22%	18,6
2032	15,66	155,00	3,73	24%	19,4
2033	16,13	170,00	4,09	25%	20,2
2034	16,61	185,00	4,45	27%	21,1
2035	17,11	200,00	4,81	28%	21,9
2036	17,62	215,00	5,17	29%	22,8
2037	18,15	230,00	5,53	30%	23,7
2038	18,70	245,00	5,89	32%	24,6
2039	19,26	260,00	6,25	32%	25,5
2040	19,83	275,00	6,61	33%	26,4

Annahmen

Anstieg der Gaskosten: 3%/a

CO2-Emissionen 0,202 t/MWh

CO2-Preis bis 2026 gesichert

CO2-Preis ab 2027 geschätzt

Eigene Berechnungen

12

Zeitraum: 2024-2027, Volumen 217 Mrd. €

Elektrifizierung von Wärmemarkt und Verkehr, Ausbau der erneuerbaren Energien

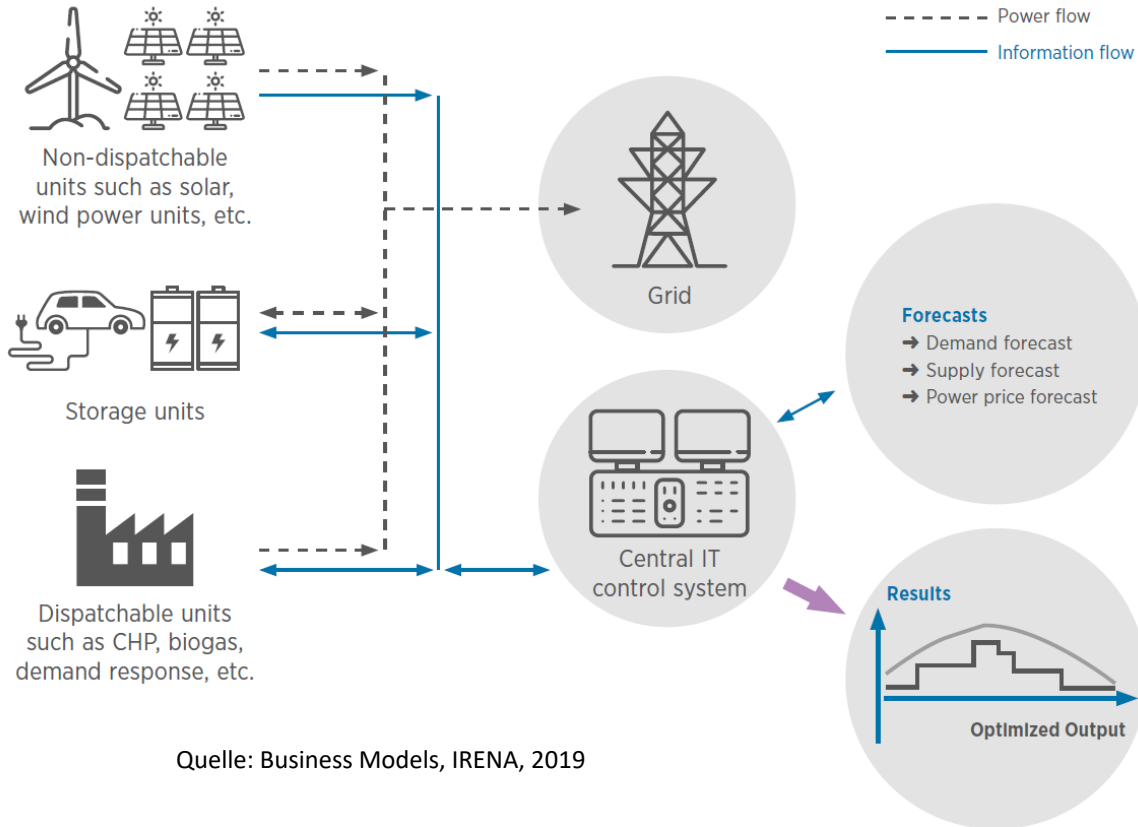
Beispiele

- Energieeffiziente Gebäude: 18,9 Mrd. €, Großteil soll in die Förderungen klimafreundlicher Heizungen fließen.
- Für Wohnungsbau-Gesellschaften deutlich kleinere Förderungen als für Private:
Bisher Obergrenze pro Gebäude 600 T€, zukünftig 15 Mietparteien: 105 T Förderung,
Mieterhöhung max. 0,50 €/m²
- E-Mobility und Ladeinfrastruktur: 4,7 Mrd.€
- EEG-Förderung in 2024 12,6 Mrd.
- Kommunale Wärmeplanung: 500 Mio. €

Versorgung der „All Electric Society“ mit regenerativer Energie

- Anteil Erneuerbarer Energie an der Stromerzeugung (2022): 49,8%.
- Zielwert bis 2030: 80 %.
- Zielvorgabe EU: Anteil erneuerbarer Energie am gesamten Energiemix 40%.
- Management Erneuerbarer Energie notwendig.
 - Anreize für Demand Side Management schaffen
 - Lokale PV-Stromerzeugung umsetzen
 - Energiemanagement im Niederspannungsnetz für Wärmepumpen und E-Mobilität

Lastmanagement treibt Digitalisierung des Stromnetzes



Quelle: Business Models, IRENA, 2019

Steigende Entschädigungsansprüche aus Einspeisemanagement der Erneuerbaren

Werden EEG-geförderte Anlagen vom Netz genommen, weil die Leistungen nicht benötigt werden, müssen Entschädigungszahlungen geleistet werden

2020: 919 Mio. € -> 17,67 € pro Letztverbraucher

2021: 774 Mio. € -> 14,83 € pro Letztverbraucher

(Zahlung über Netzentgelte)

Nicht eingespeiste, finanzierte elektrische Energie durch Abregelung

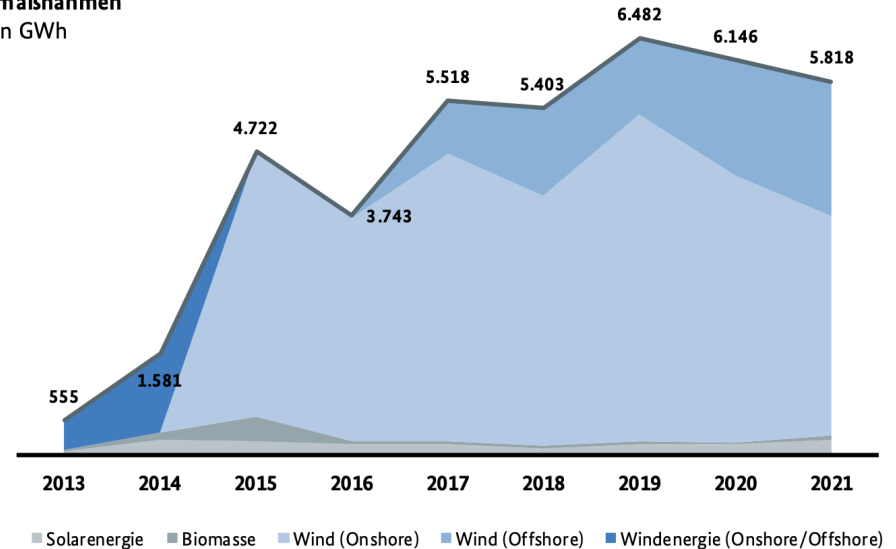
2021: 5,8 TWh (5 % Windstrom, 4 % PV-Strom)

Durchschnittsverbrauch eines 2-Personenhaushaltes 2400 kWh/a

5,8 TWh->2,4 Mio. Haushalte

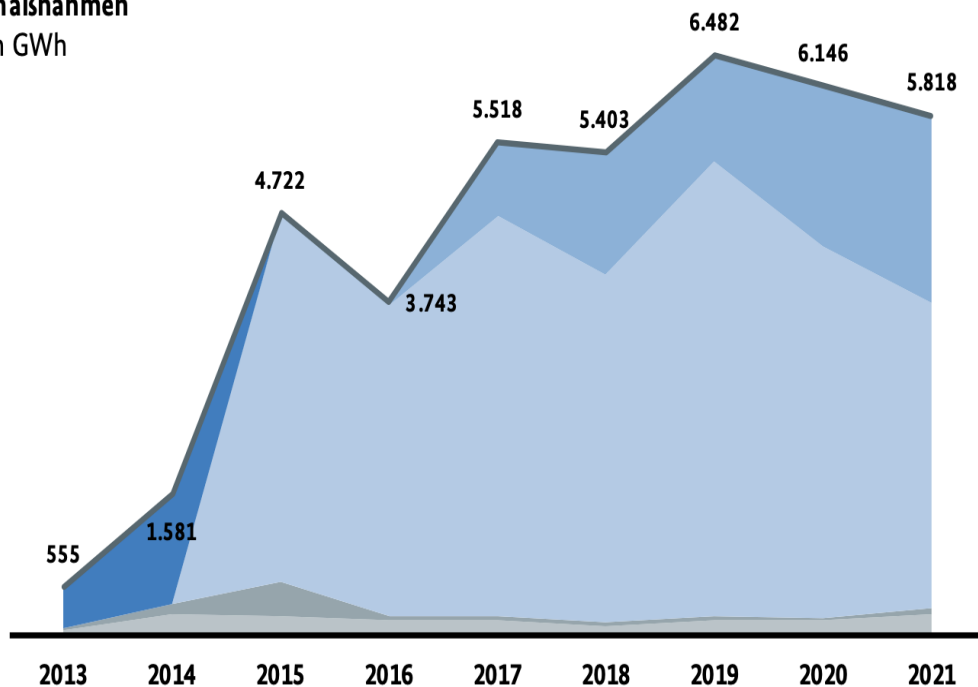
Kosten für Redispatch in 2023 in D: Prognose 4 Mrd. €.

Elektrizität: Ausfallarbeit verursacht durch Einspeisemaßnahmen
in GWh



Spannungsebenen im deutschen Stromnetz

Elektrizität: Ausfallarbeit verursacht durch Einspeisemaßnahmen
 in GWh



■ Solarenergie ■ Biomasse ■ Wind (Onshore) ■ Wind (Offshore) ■ Windenergie (Onshore/Offshore)

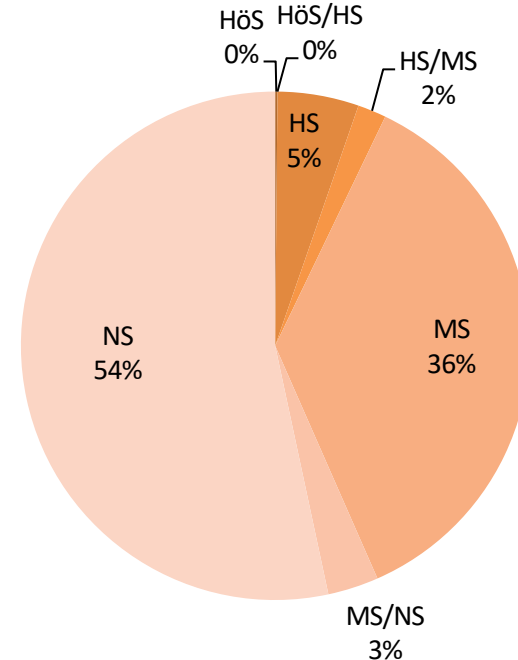
Spannungsebene	2019		
	Windenergie an Land	Solare Strahlungsenergie	Sonstige EEG-Anlagen*
Höchstspannung (Hös)	1.620	71	7.497
Hös/HS	256	1	158
Hochspannung (HS)	19.500	2.538	578
HS/MS	10.267	891	405
Mittelspannung (MS)	21.452	17.810	8.092
MS/NS	62	1.587	399
Niederspannung (NS)	36	26.198	805

*Zusammenfassung aller übrigen Anlagen mit Zahlungsanspruch nach dem EEG

Quelle: Bundesnetzagentur

Installierte Leistung für solare Strahlungsenergie nach Spannungsebenen, 2019 in Prozent

Niederspannungsebene (NS)
11 GW nicht regelbar
3,4 GW Begrenzung auf 70%

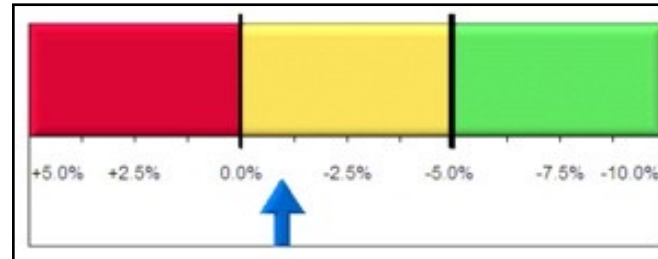
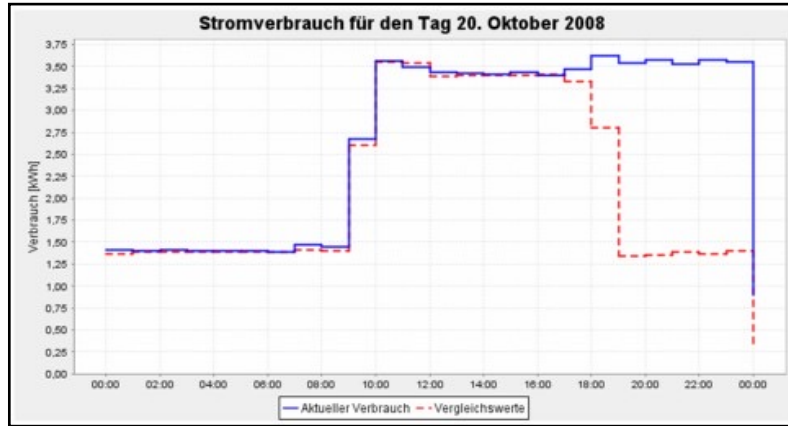


„Mülheim zählt“: Bundesweit größter Smart-Meter-Feldtest mit 100.000 Geräten

Mülheim an der Ruhr wird Energie-Spar-Stadt: flächendeckende Ausstattung mit intelligenten Stromzählern bis Mitte 2012

Smart Meter bieten den Kunden detaillierte Verbrauchsinformationen und stellen den Energieversorgungsunternehmen regelmäßig Verbrauchsdaten zur Verfügung. Mit Smart Meter lässt sich Energie sparen und der Netzbetrieb wird noch effizienter. Seit dem 1. Januar 2010 ist der Einsatz von Smart Metern in Neubauten und bei umfassenden Immobiliensanierungen Pflicht; zudem wird vom Gesetzgeber geplant, für Verbräuche ab 6.000 Kilowattstunden im Jahr diese Geräte vorzuschreiben.

Quelle: RWE Presseinformation,



Intelligentes Messsystem (iMSys)

Moderne Messeinrichtung § 2 Nr. 15 MsbG



Messeinrichtung,
die den tatsächlichen
Verbrauch und die
tatsächliche Nutzungszeit
widerspiegelt



Smart-Meter-Gateway, § 2 Nr. 19 MsbG



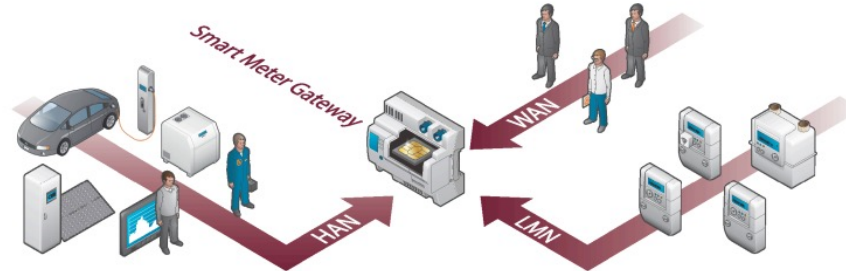
Kommunikationseinheit, die die
Messeinrichtung in ein
Kommunikationsnetz einbinden
kann und Funktionalitäten
zur Erfassung, Überarbeitung
und Versendung von Daten verfügt

SMGW ist unabdingbar für den gesicherten Informationsaustausch zwischen Netz, Markt und steuerbaren Energieverbrauchern /-erzeugern



Über das WAN empfängt das SMGW die Vorgaben vom Netzbetreiber. Die am HAN angeschlossenen Energieverbraucher / -erzeuger setzen die Vorgabe um. Bei mehreren Komponenten ist ein HEMS erforderlich, um das Gesamtsystem zu optimieren.

- **Heimnetz (Home Area Network, HAN):** Kommunikation mit Energieverbrauchern bzw. Energieerzeugern (also z.B. private Ladeeinrichtungen, Kraft-Wärme-Kopplungs- oder Photovoltaik-Anlagen).



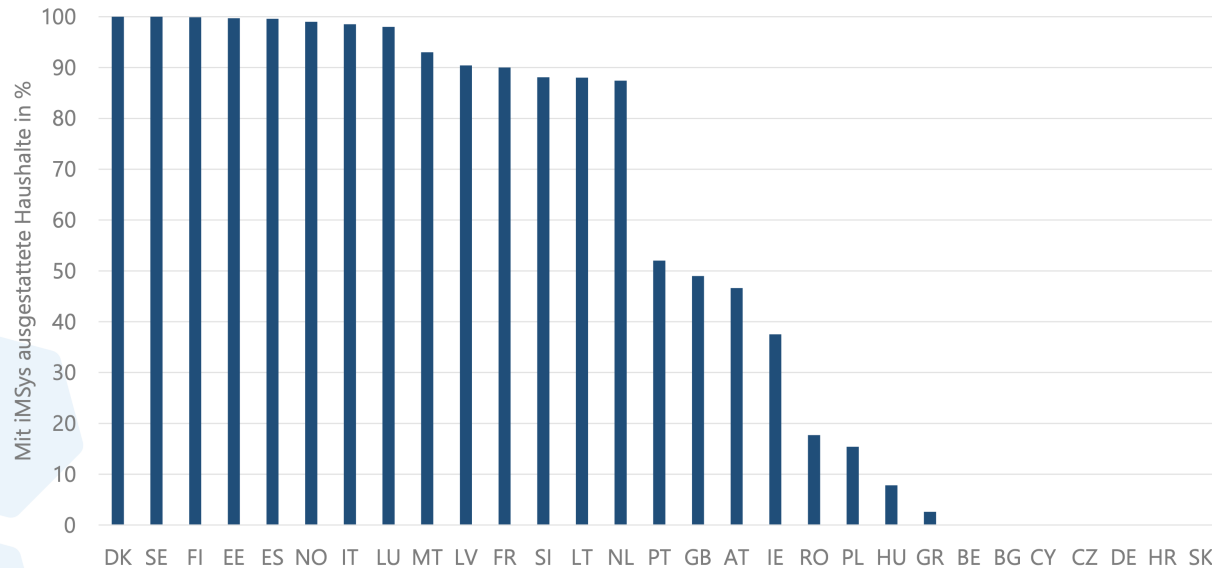
- **Weitverkehrsnetz (Wide Area Network, WAN):** Im WAN kommuniziert das SMGW mit dem GWA und den EMT
- **Lokales metrologisches Netz (Local Metrological Network, LMN):** Kommunikation mit den Messeinrichtungen für Stoff- und Energiemengen (Gas, Wasser, thermische Energie und Elektrizität)

Quelle: Technische Richtlinie BSI TR-03109-1

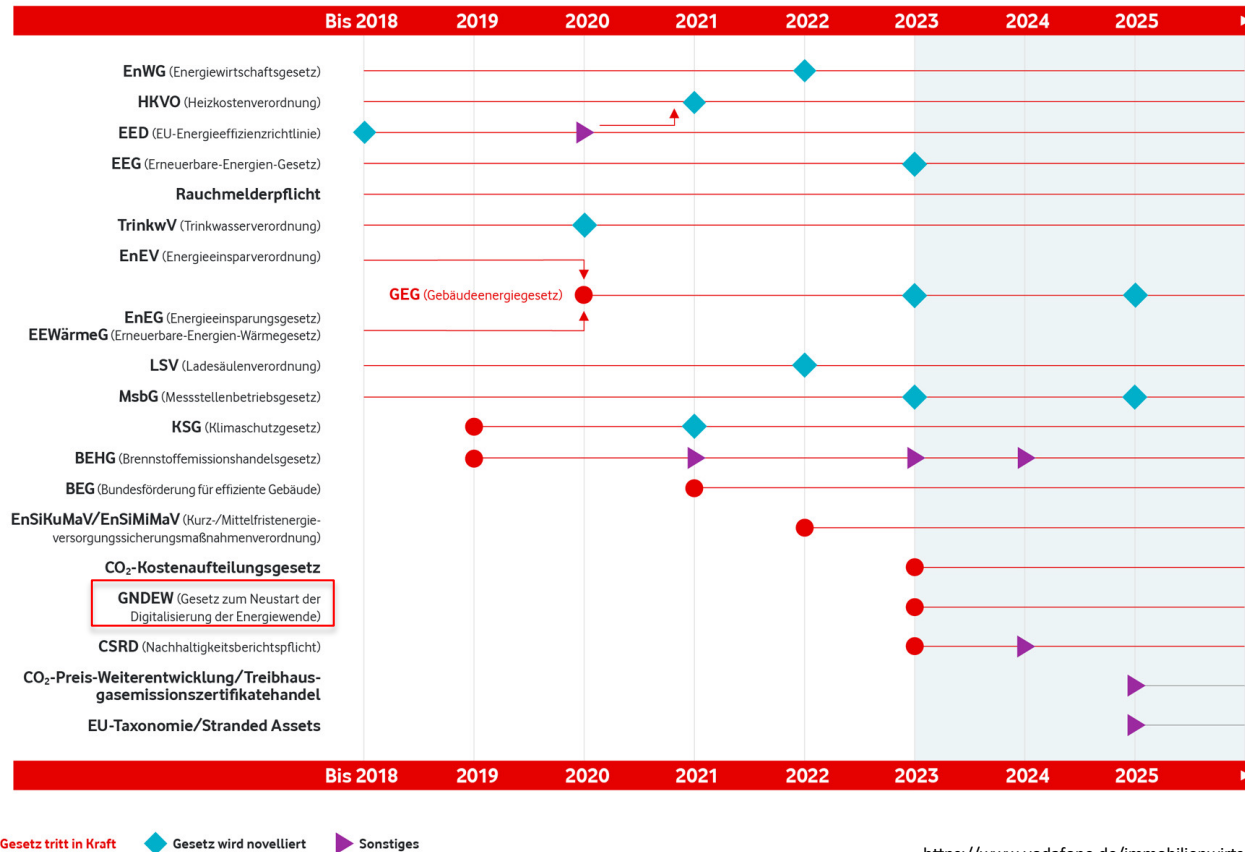
Es besonders gut machen zu wollen,
ist kein Ersatz für das Machen

Stand des Rollouts 2021

In ausgewählten Ländern



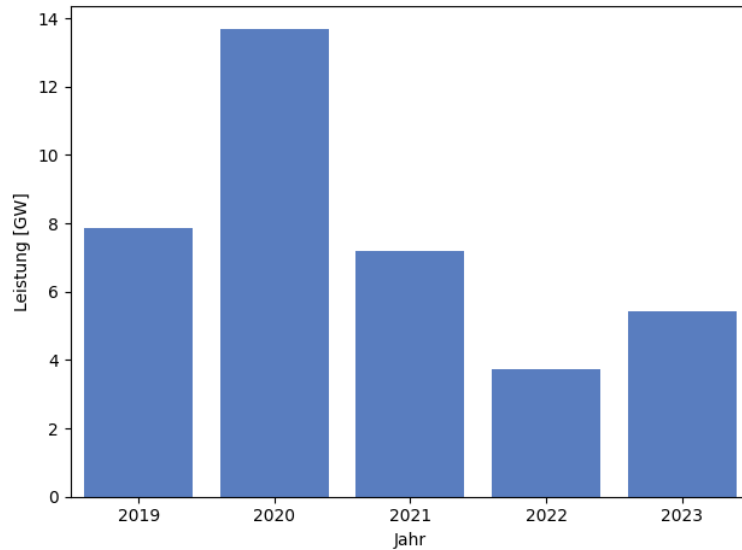
Aktuelle Gesetze und Verordnungen



<https://www.vodafone.de/immobilienwirtschaft/blog/gebäude-verwaltung/gesetze.html>

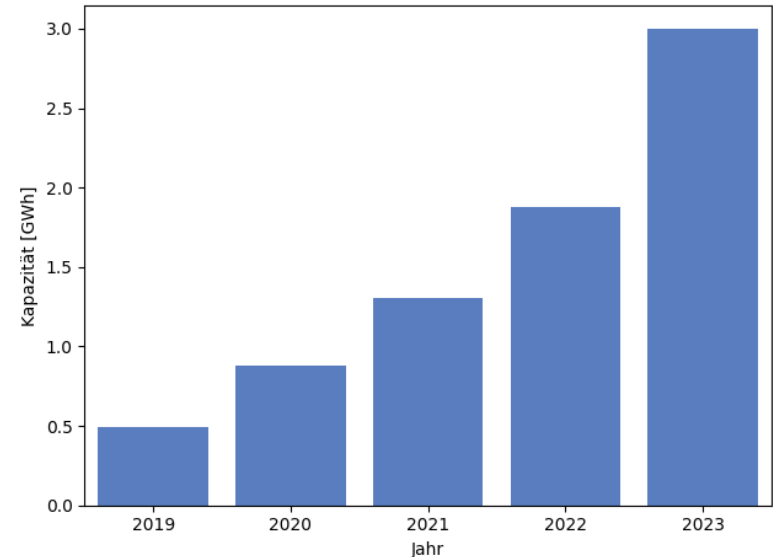
Leistung <100kW (Gebäudeanlagen)

Installierte Leistung PV



Nur Anlagen <100kW (Gebäudeanlagen)

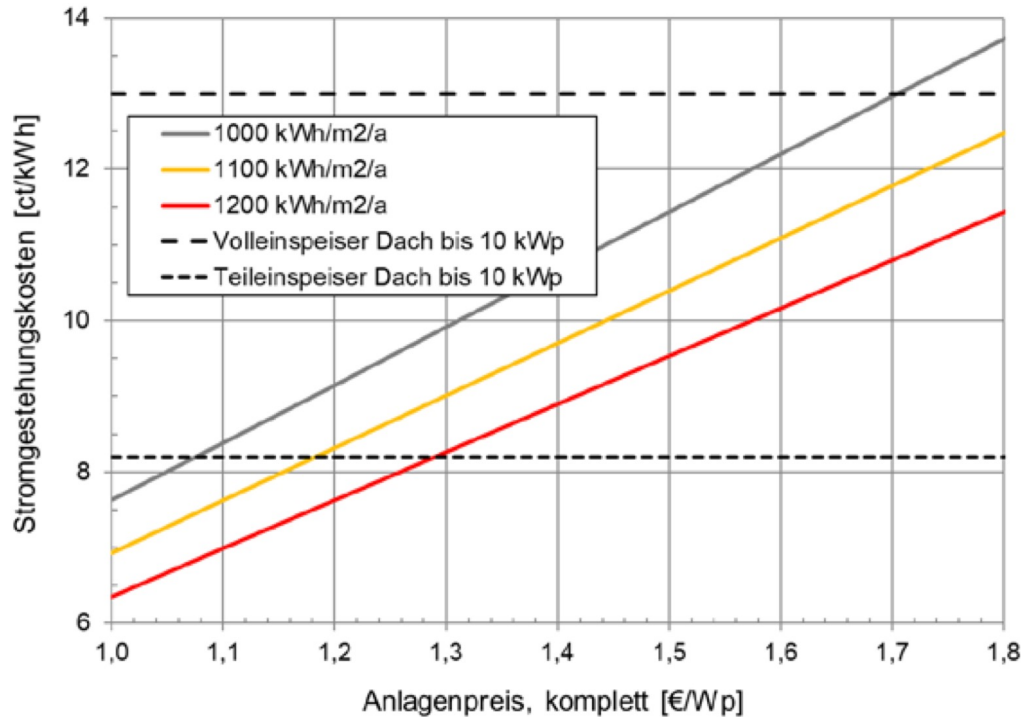
Installierte Leistung Batteriespeicher



Nur Anlagen <30kWh (Home Storage Systeme)

Quelle Marktstammdatenregister, eigene Auswertungen

Abschätzung Stromgestehungskosten PV in Abhängigkeit der Einstrahlungsbedingungen



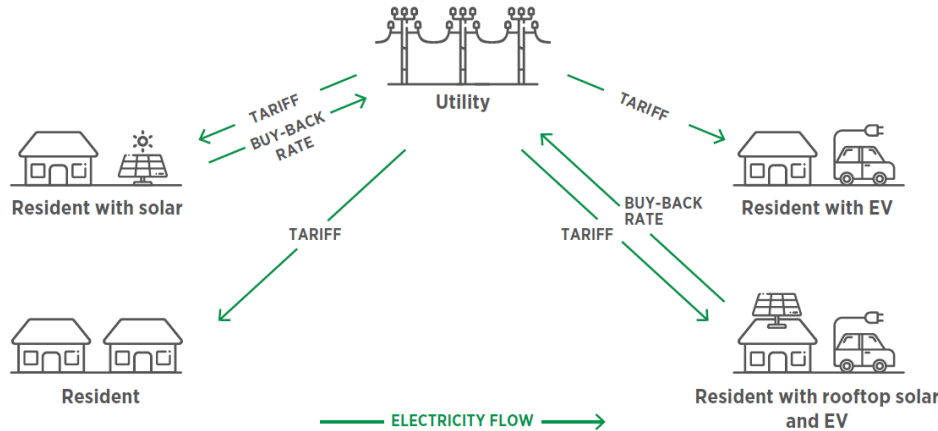
Zur groben Abschätzung der abgezinsten (diskontierten), nicht-inflationsbereinigten Stromgestehungskosten (Abbildung 18) wurden folgende Annahmen getroffen:

- optimale Ausrichtung der Fläche (ca. Süd 30°)
- mittlere Jahressumme der horizontalen Globalstrahlung in Deutschland: 1088 kWh/m2/a
- Performance Ratio 85 %
- jährliche Anlagendegradation bezüglich Ertrag 0,5 %
- Nutzungsdauer 20 Jahre
- lfd. jährliche Kosten 1 % des Anlagenpreises
- Inflationsrate 0 %
- nominaler kalkulatorischer Zinssatz 3 % (Mittelwert aus Eigen- und Fremdkapital)

Quelle: Aktuelle Fakten zur PV in D, Fraunhofer ISE, 2023

Vermarktungsmodell für Strom zwischen Bürgern und Stromversorgern

Einspeisevergütung für Teileinspeisung liegt meist unter den Gestehungskosten -> Volleinspeisung oder Speicherung



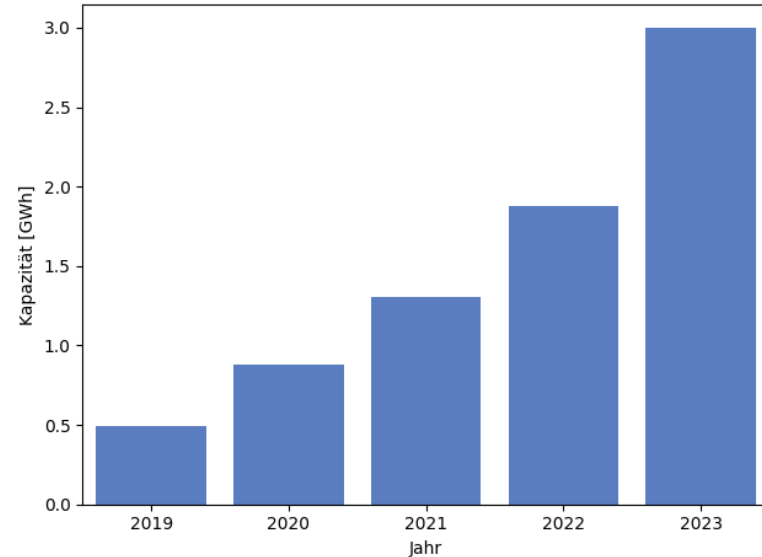
Datum Inbetriebnahme	Art der Einspeisung	Vergütungsart	bis 10 kWp	bis 40 kWp	bis 100 kWp
01.01.2023 bis 31.12.2023	Teileinspeisung	Einspeisevergütung	8,2 ct./kWh	7,1 ct./kWh	5,8 ct./kWh
		Marktprämienmodell	8,6 ct./kWh	7,5 ct./kWh	6,2 ct./kWh
	Volleinspeisung	Einspeisevergütung	13,0 ct./kWh	10,9 ct./kWh	10,9 ct./kWh
		Marktprämienmodell	13,4 ct./kWh	11,3 ct./kWh	11,3 ct./kWh

Quelle: <https://echtsolar.de/einspeiseverguetung/>

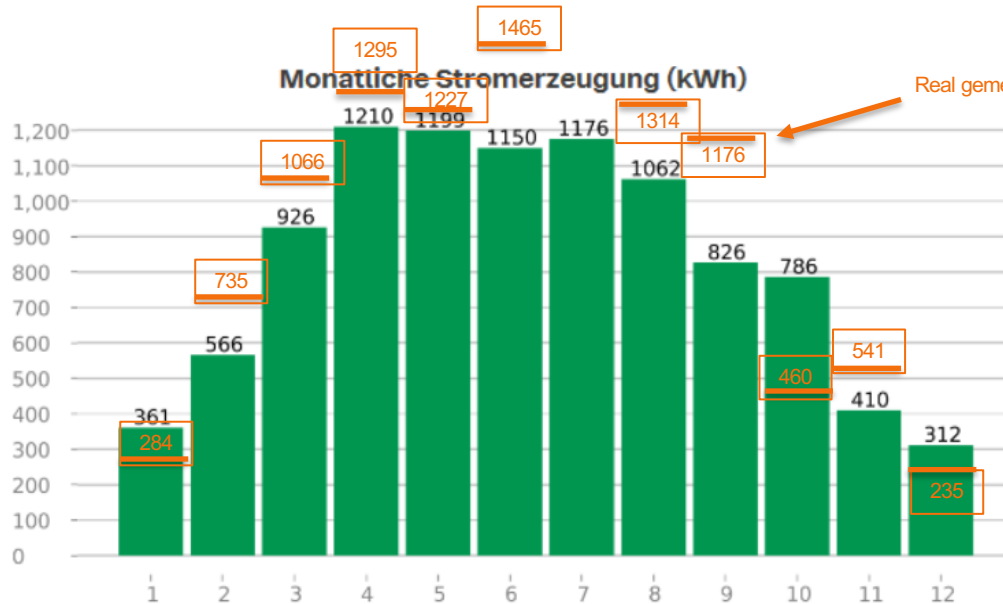
Quelle: Business Models, IRENA, 2019



Installierte Leistung Batteriespeicher



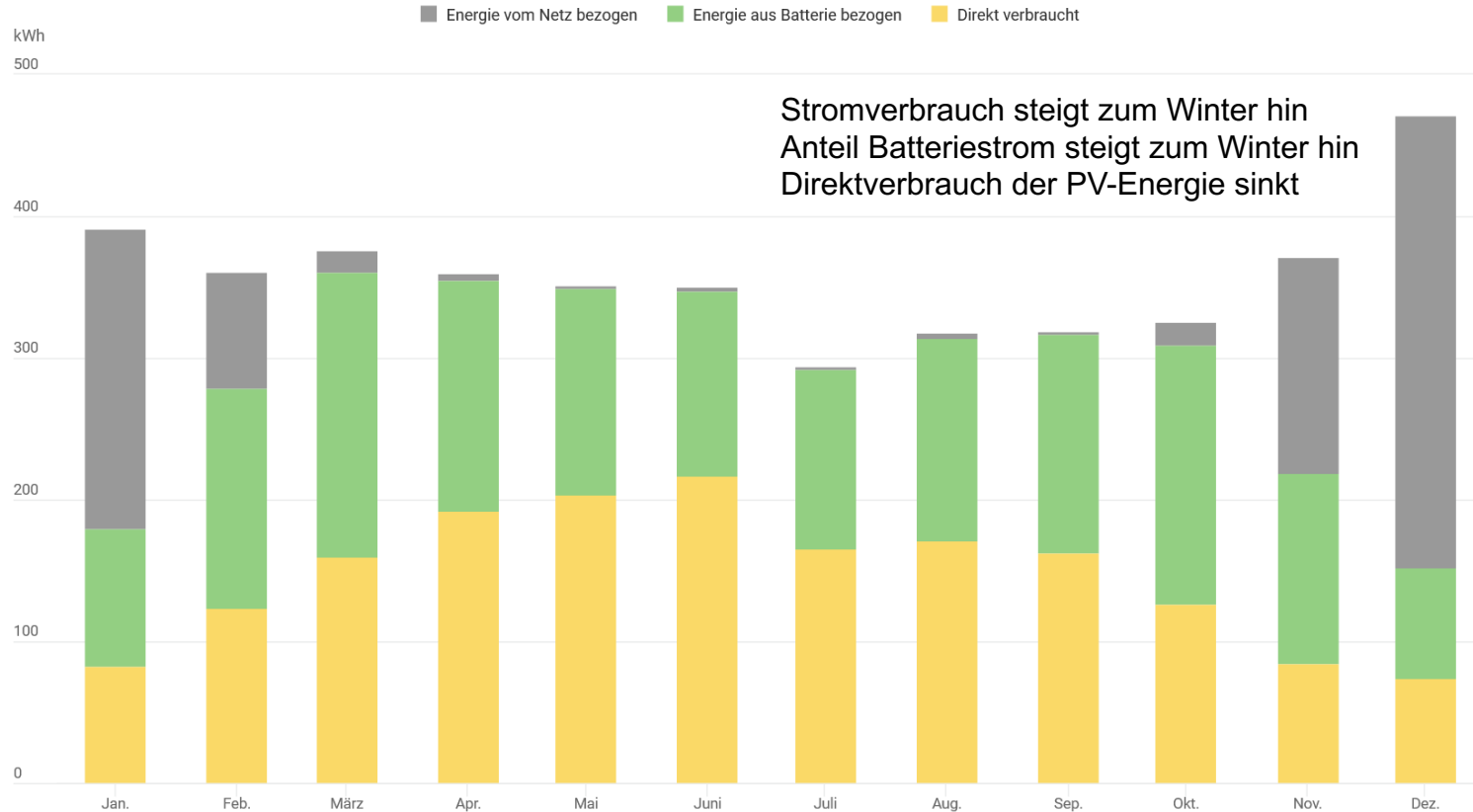
Nur Anlagen <30kWh (Home Storage Systeme)

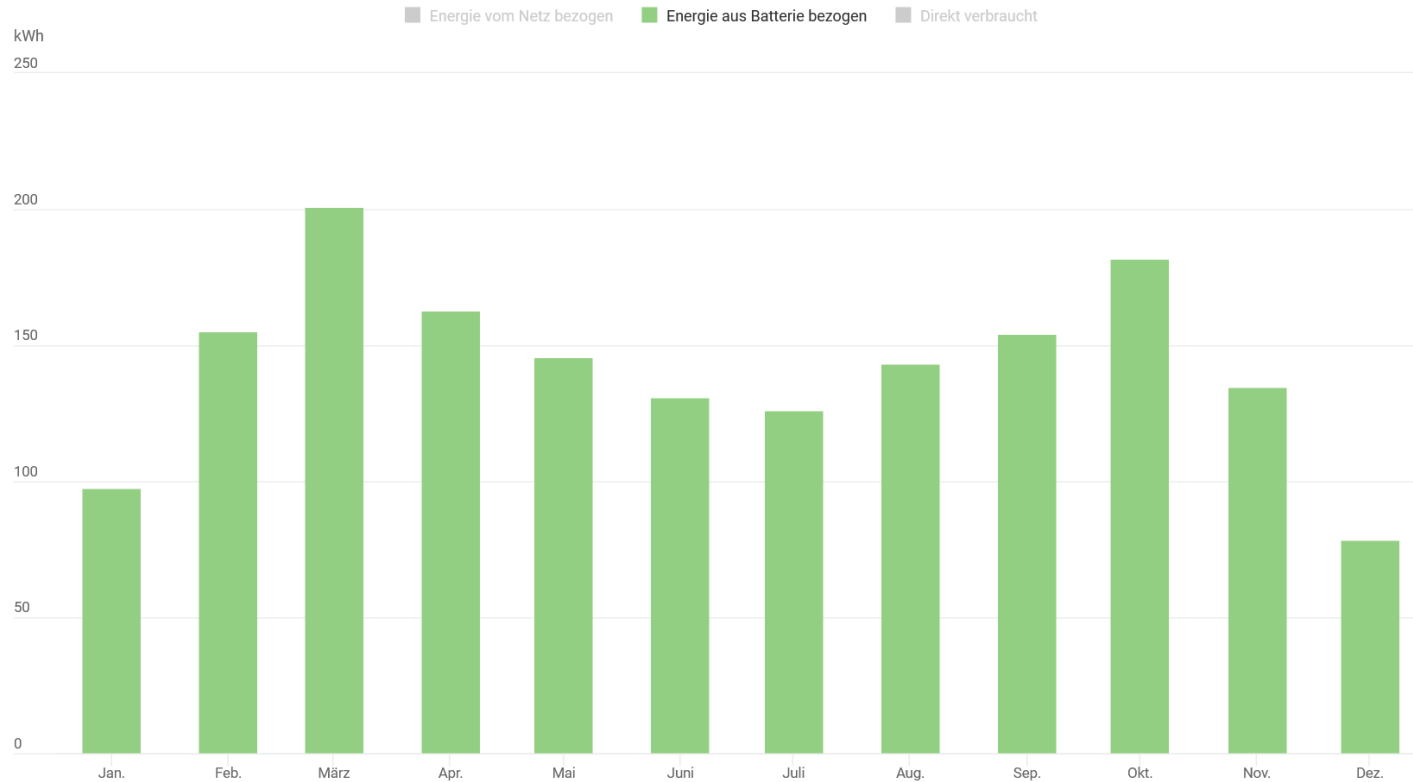


Real gemessene Werte

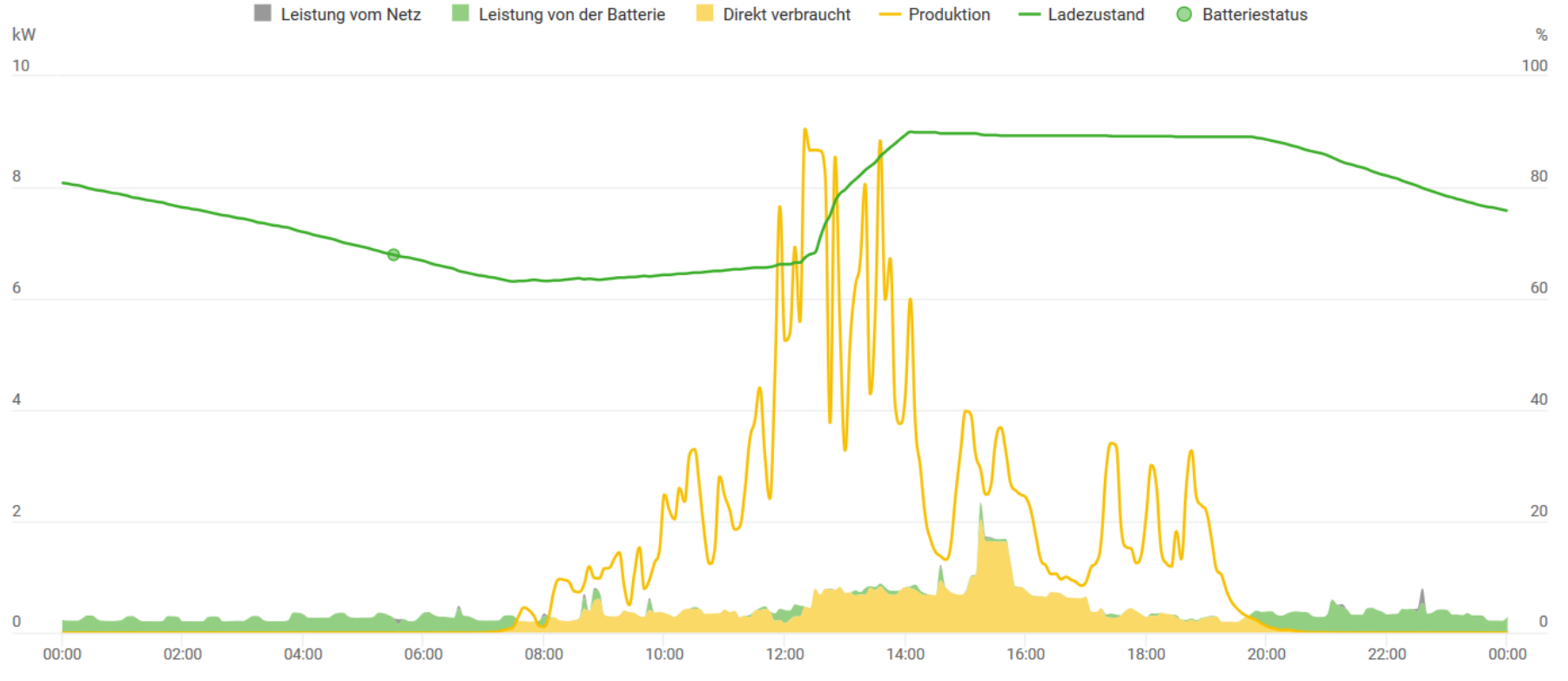
Details

Spez. Energieertrag pro Jahr:	1028 kWh/kWp a
Energieertrag pro Jahr:	9985 kWh
Jahresverbrauch	4500 kWh
Eigenverbrauch:	1652 kWh
Netzbezug:	2848 kWh
Netzeinspeisung:	8332 kWh
Eigenverbrauchsanteil:	16.6 %
Autarkiegrad:	36.7 %

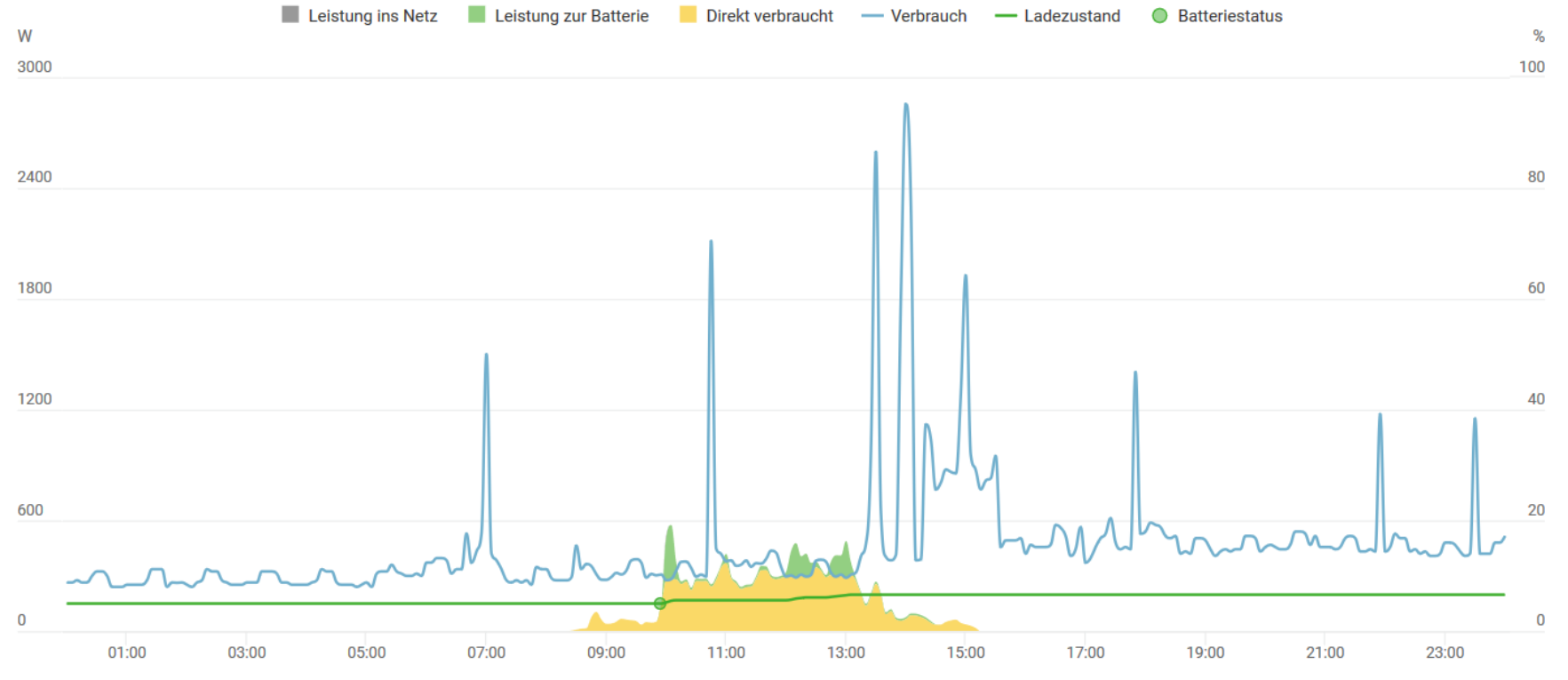




Lastprofil Haushalt (20.8.2020)

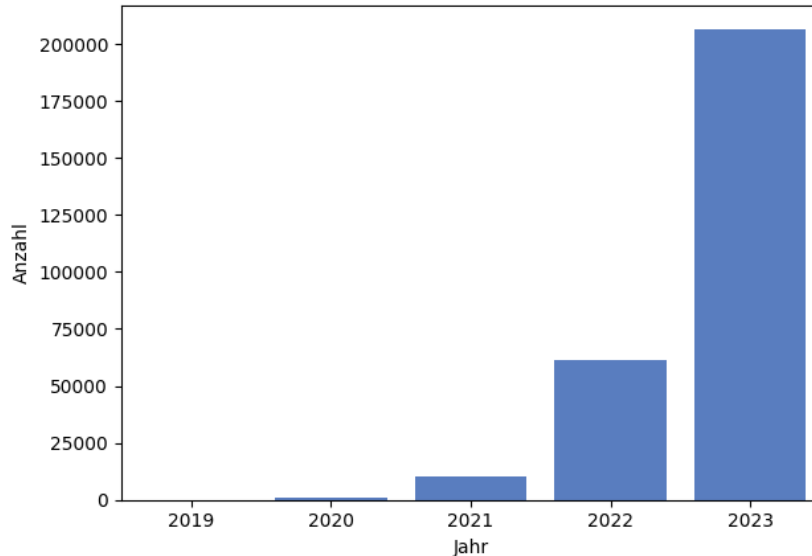


Lastprofil Haushalt (30.11.2020)

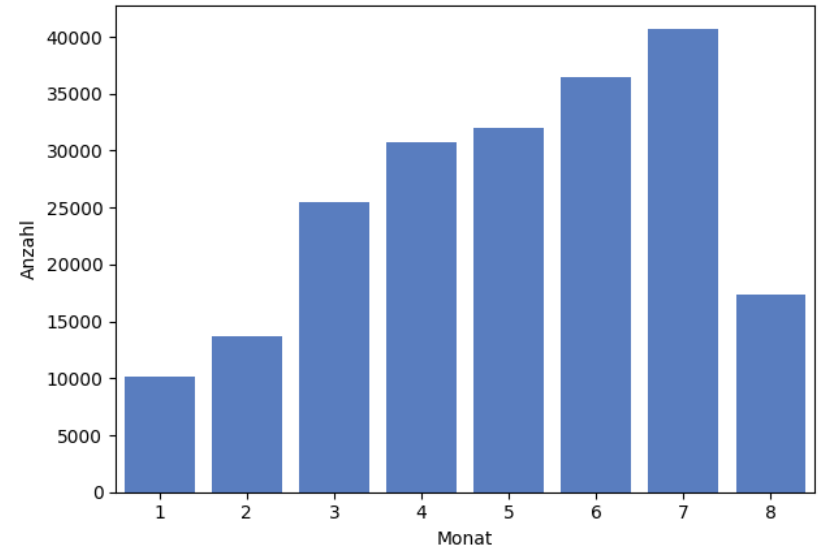


„Balkonkraftwerke“

Neu-Registrierungen Balkonkraftwerke

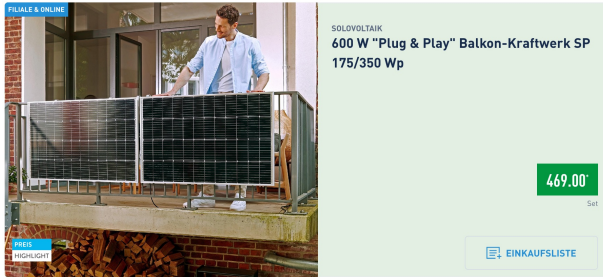


Balkonkraftwerke registriert in 2023 (Stand 15.08.2023)



Quelle Marktstammdatenregister, eigene Auswertungen

„Balkonkraftwerke“



Quelle: <https://www.aldi-nord.de/balkonkraftwerk.html>



Quelle: <https://www.netto-online.de/>

Amortisationszeit ca. 5 Jahre

Annahme: Erzeugte Energiemenge $600 \text{ kWh/a} \cdot 0,7$

Energiemenge in 20 Jahren: 8400 kWh

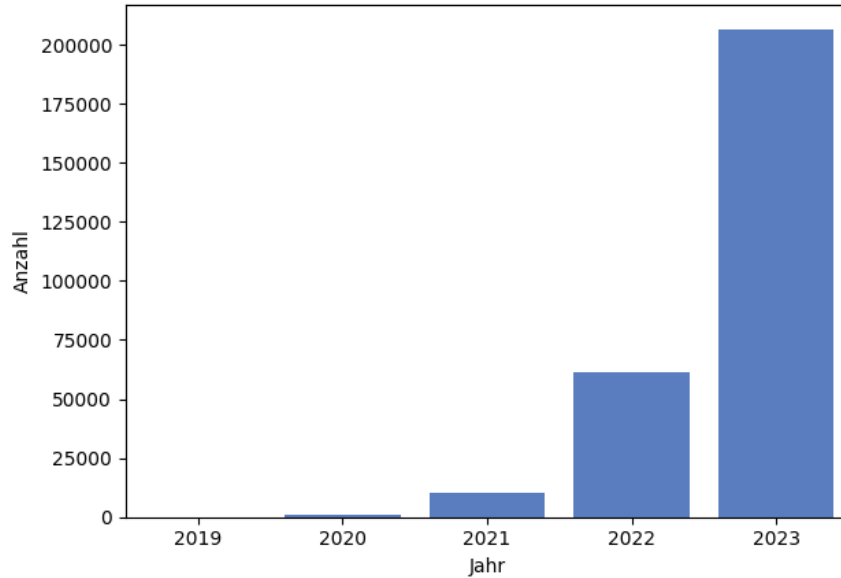
Kosten 479 €, Verzinsung 0%

Stromgestehungskosten: 5,7 ct/kWh

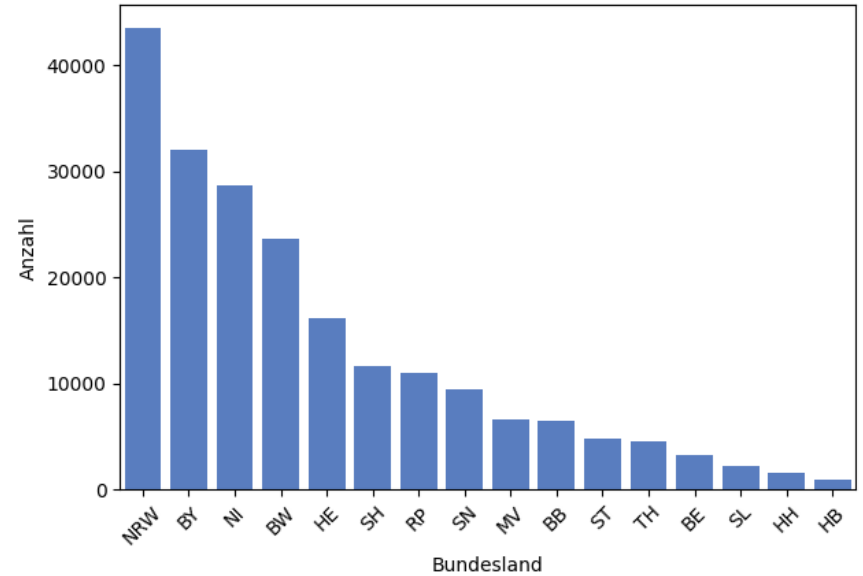
Entwicklung PV-Anlagen auf Gebäuden

„Balkonkraftwerke“: NRW Spitzenreiter in 2023

Neu-Registrierungen Balkonkraftwerke

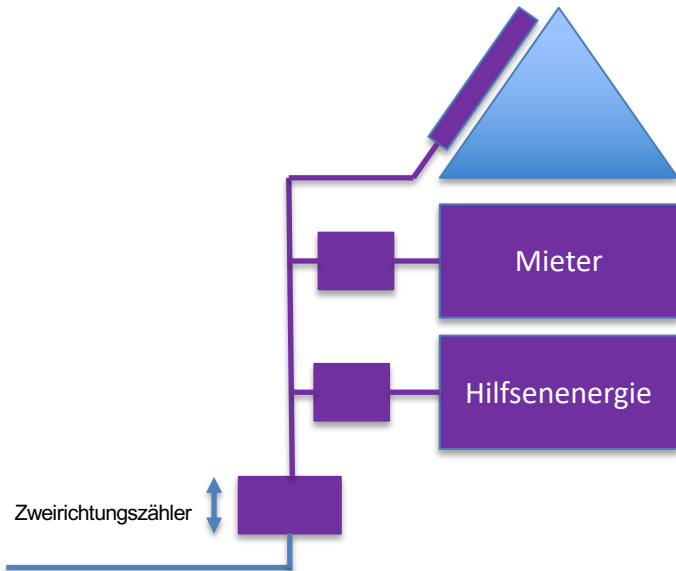


Balkonkraftwerke registriert in 2023



Quelle Marktstammdatenregister, eigene Auswertungen

Vermieter verkauft Strom an Mieter (Mieterstrommodell)



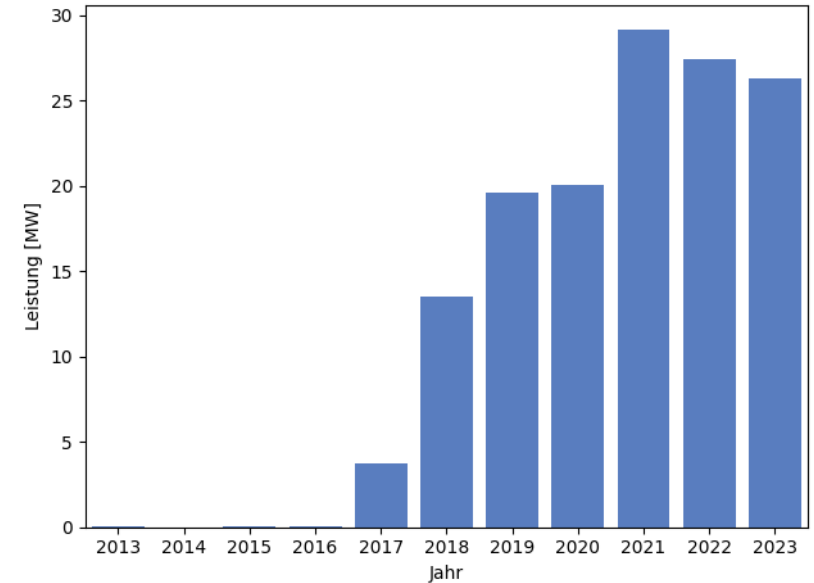
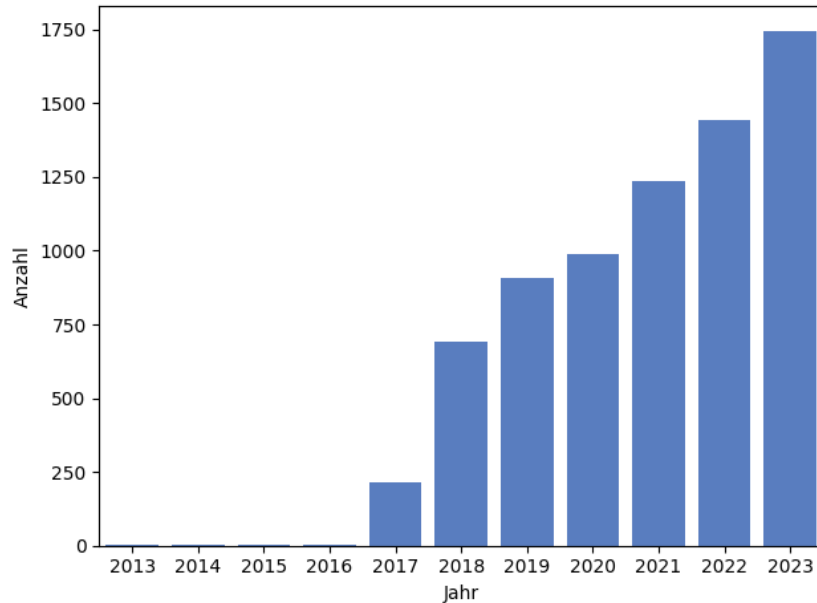
Der Mieter bezieht seinen Strom von der PV-Anlage, Reststrom (z.B. nachts) aus dem Verteilnetz. Die überschüssige elektrische Energie wird eingespeist. Der Vermieter tritt gegenüber dem Mieter als Energieversorger auf und rechnet die gesamte elektrische Energie mit dem Mieter ab. Für den an die Mieter gelieferten PV-Strom erhält der Vermieter einen Mieterstromzuschlag:

- Anlagengröße bis 10 kW: 3,79 Cent pro Kilowattstunde,
- Anlagengröße bis 50 kW 3,52 Cent pro Kilowattstunde
- Anlagengröße bis 750 kW 2,37 Cent pro Kilowattstunde

(Zahlen EEG 2021)

Für die eingespeiste überschüssige Energiemenge erhält der Eigentümer die gesetzliche Einspeisevergütung nach EEG. Die Hilfsenergie wird ebenfalls teilweise über die Nebenkostenabrechnung abgerechnet.

Kostengünstige Energie vom Dach



Quelle Marktstammdatenregister, eigene Auswertungen

Grundsätzliche Unterschiede beim Mieterstrom

Geförderter Mieterstrom nach § 23b Abs. 2 EEG mit Mieterstromzuschlag	Andere Mieterstrom-Modelle
<ul style="list-style-type: none">➤ nur aus Solaranlage mit max. 100 kWp➤ Vertragskopplungsverbot mit Mietvertrag➤ Strompreisdeckel➤ Mieterstrom-Nutzer hat nur einen Vertragspartner für die gesamte Stromlieferung➤ Rechtliche Grundlagen: § 42a EnWG, § 19 Abs.1 Nr. 3 EEG, §§ 21b, 21c und 23b EEG	<ul style="list-style-type: none">➤ Solaranlage, KWK-Anlagen, BHKW, Kleinwindanlagen möglich➤ kein Vertragskopplungsverbot; freie Vertragsgestaltung nach AGB-Recht➤ freie Preisgestaltung➤ Mieterstrom und Zusatzstrom können durch unterschiedliche Vertragspartner geliefert werden➤ energiewirtschaftliche und zivilrechtliche Rahmenbedingungen

- Der geförderte Mieterstrom darf **nur aus Solaranlagen auf dem Dach des Wohngebäudes** (bzw. in räumlicher Nähe) stammen, wo er dann auch verbraucht wird.
- Dieser Strom muss **ohne die Nutzung des Netzes der allgemeinen Versorgung** direkt an Endverbraucher geliefert werden.
- Überschüssig erzeugter Strom, der nicht im Wohnhaus verbraucht wird, kann ins Netz eingespeist werden.
- **Zusätzlich benötigter Strom**, der nicht durch die Solaranlage erzeugt werden kann, **wird ebenfalls vom Mieterstromlieferanten geliefert**. Er übernimmt grundsätzlich die volle Verantwortung für die gesamte Stromlieferung mit den entsprechenden gesetzlichen Rechten und Pflichten.

Quelle: https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Verbraucher/Vertragsarten/Mieterstrom/Mieterstrom_node.html

Mieterstrom-Installationen von Wohnungsbau-Gesellschaften

Lokale Stromproduktion senkt den CO₂-Footprint der Gebäude (nach EU-Regeln, (noch?) nicht in D).

Lokal produzierter Strom ist preiswerter als Netzstrom, auch bei zeitvariablen Tarifen.

Mieterstrom kann die Wohnkosten senken (durch Eigenverbrauchsoptimierung WP, Mieterstrom)

- 7245 Projekte in Deutschland (139 MW, \varnothing 19 kWp) *
- 183 Anlagen von 27 Wohnungsbau-Gesellschaften
- 98 Anlagen von der Vonovia, Rest \varnothing 3 Anlagen pro Gesellschaft
- Andere Anlagen: Energieversorger, Bürgergesellschaften, natürliche Personen

Fazit: Wohnungsbau-Gesellschaften nutzen das Potenzial für lokale PV-Produktion nach wie vor nicht.

* Quelle: Marktstammdatenregister, eigene Auswertungen

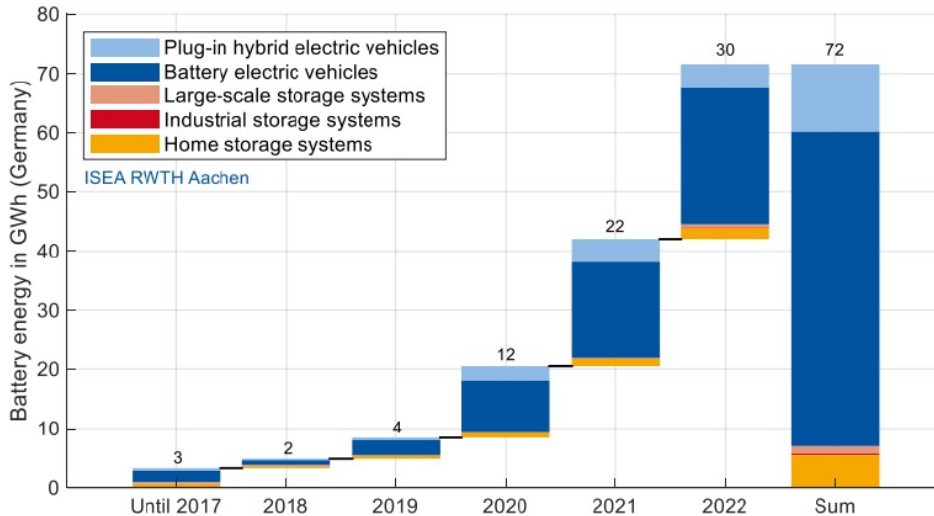
Einführung der Gemeinschaftlichen Gebäudeversorgung

Einführung §42b Energiewirtschaftsgesetz

- Wohn- oder Gewerbemieter oder Wohnungseigentümer sind weitestgehend von Lieferantenpflichten ausgenommen.
- Betreiber der PV-Anlage sind insbesondere von der Pflicht zur Reststromlieferung befreit.
- Aufgrund dieser Befreiungen ist in Abgrenzung zum eigenständig fortbestehenden Mieterstrommodell keine zusätzliche Förderung der in diesem Modell innerhalb des Gebäudes genutzten Strommengen vorgesehen.
- Die Überschusseinspeisung in das Netz wird wie gewohnt nach dem EEG vergütet.

Nutzung für das Management regenerativer Energie?

Estimated stationary and mobile battery storage market in Germany (2022)¹



Ca. 1 million battery EVs (BEVs) were registered in Germany in 2022.

Storage capacity in Germany in 2022¹:

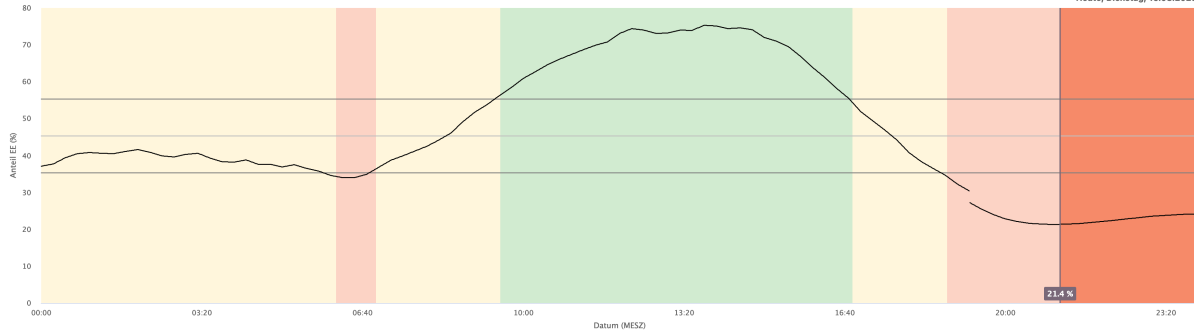
- Hybrid EVs: 11.38 GWh
- Battery EVs: 53.3 GWh
- Large Batteries: 1.2 GWh
- Industrial Batteries: 0.27 GWh
- Home Storages: 5.49 GWh
- Pumped Hydro: 39 GWh

¹Figgenger, Jan & Hecht, Christopher & Bors, Jakob & Spreuer, Kai & Kairies, Kai-Philipp & Stenzel, Peter & Sauer, Dirk Uwe. (2023). The development of battery storage systems in Germany: A market review (status 2023).



Zeitvariable Tarife

Stromampel für Deutschland
Aktueller Anteil EE

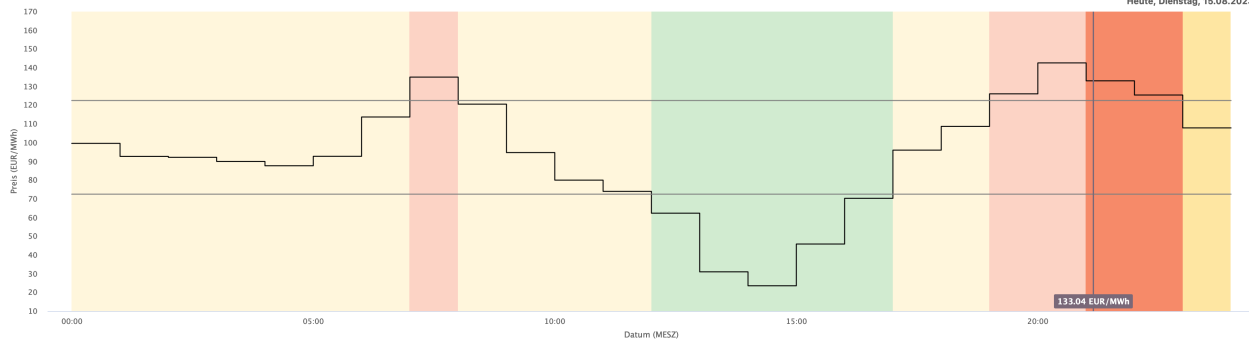


Tibber:

Weitergabe der Schwankungen des Börsenstrompreises an Endkunden
14,8 ct/kWh+Börsenstrompreis
5 € Grundgebühr

Zielgruppe: Haushalte ohne PV-Anlage.

Strompreisampel für Deutschland
Aktueller Börsenstrompreis

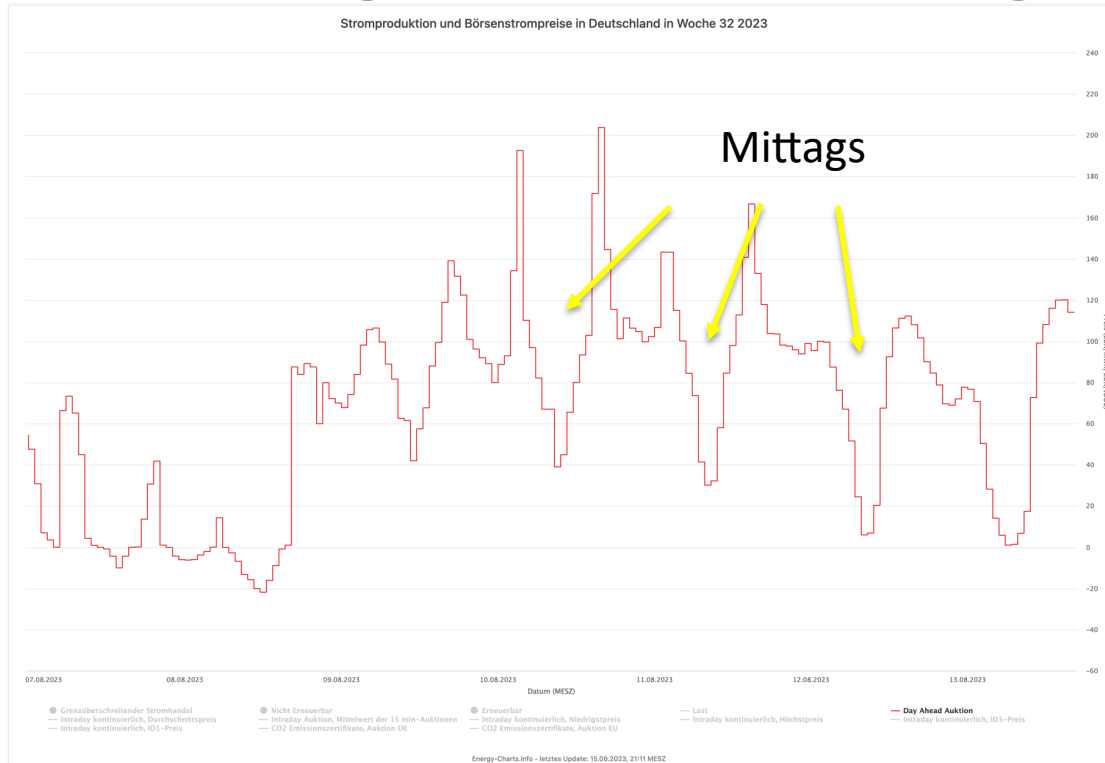


Zeitvariable Tarife wie Tibber lösen das Problem nicht wirklich.

Börsenstromtarife bilden die Erzeugungssituation ab, aber nicht die Kapazitätsprobleme im Verteilnetz

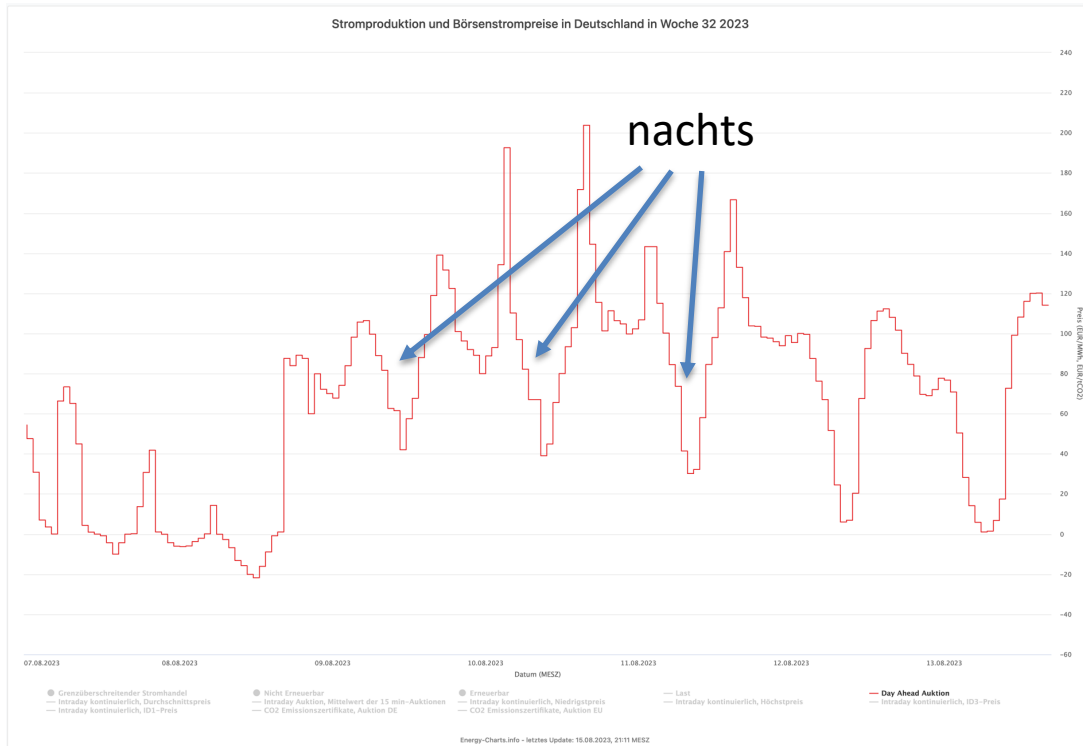
Energy-Charts.info - letztes Update: 15.08.2023, 21:07 MESZ

Sommer: Niedrige Strompreise mittags



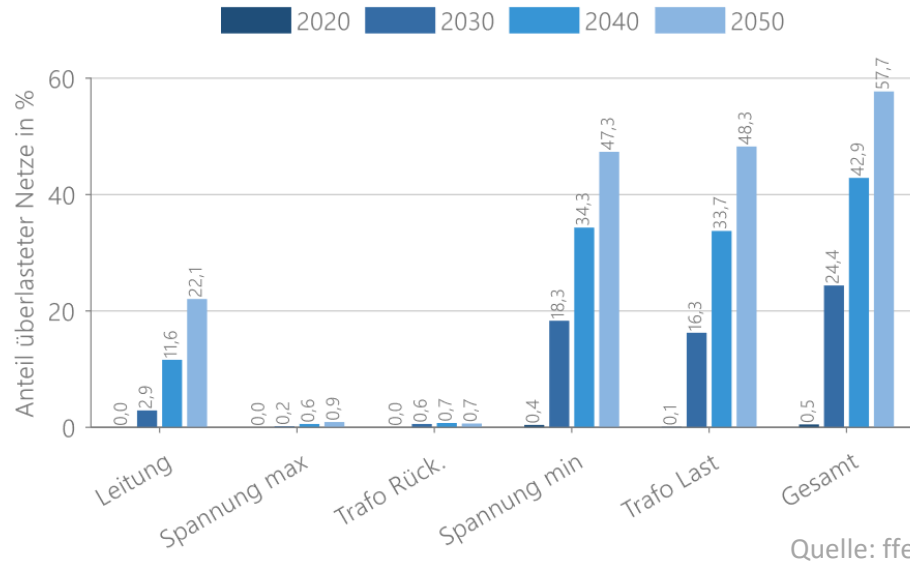
PV-Strom dominiert die Preisbildung

Winter: Niedrige Strompreise nachts



Windstrom und
niedriger
Stromverbrauch
nachts dominiert
die Preisbildung

Zusätzliche Elektrifizierung führt im Jahr 2040 zu Überlastung von 43% der Niederspannungsnetze



* Überlast im Bereich $> 1,06$ pu und $< 0,94$ pu

Studie

Verteilnetzsimulation mit 3883 Niederspannungsnetze des Bayernwerk

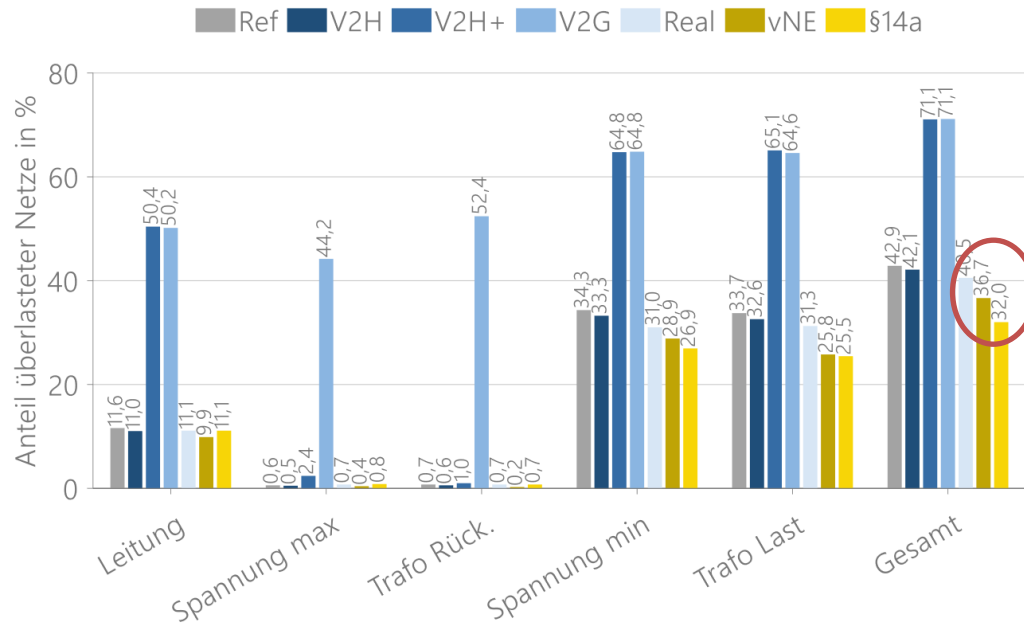
Annahmen

- Hochlauf Elektrofahrzeuge (EFZ) und Wärmepumpe (WP) nach SolidEU Szenario aus eXtremOS Projekt
- Ohne Optimierung Speicher und EFZ

Ergebnis

- ca. 58 % der Netze im Jahr 2050 überlastet*

Netzdienliche bidirektionale UseCases und VNB Eingriffsmöglichkeiten senken Überlastung um 21%



Bidirektionales Laden

- Keine Erhöhung der Netzbelastung im realistischen Szenario (Real) bei Mischung der UseCases


Tarifoptimiertes Laden und V2G Cases (Trading)

- Tarifoptimiertes Laden/Entladen und V2G Trading UseCases erhöhen die Überlastung im Niederspannungsnetz

Netzdienliche UseCases

- Senkung der Netzbelastung im Vergleich zum Referenzszenario um 21%

Eckpunktepapier zum § 14a soll zum 1. Januar 2024 in Kraft treten:

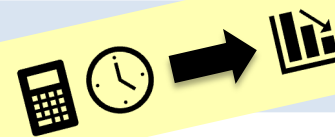
 Ziel: Ausbau von Wärmepumpen und Elektrofahrzeugen soll nicht durch Netzengpässe behindert werden. Dazu kann der Netzbetreiber eingreifen:

„**Dynamisches Steuern**“: Auslastung im Stromnetz wird messtechnisch erfasst
→ bei Gefahr einer Überlastung werden Verbrauchseinrichtungen schrittweise
→ runtergefahren



Solange die Auslastung im Netz nicht messtechnisch erfasst wird:

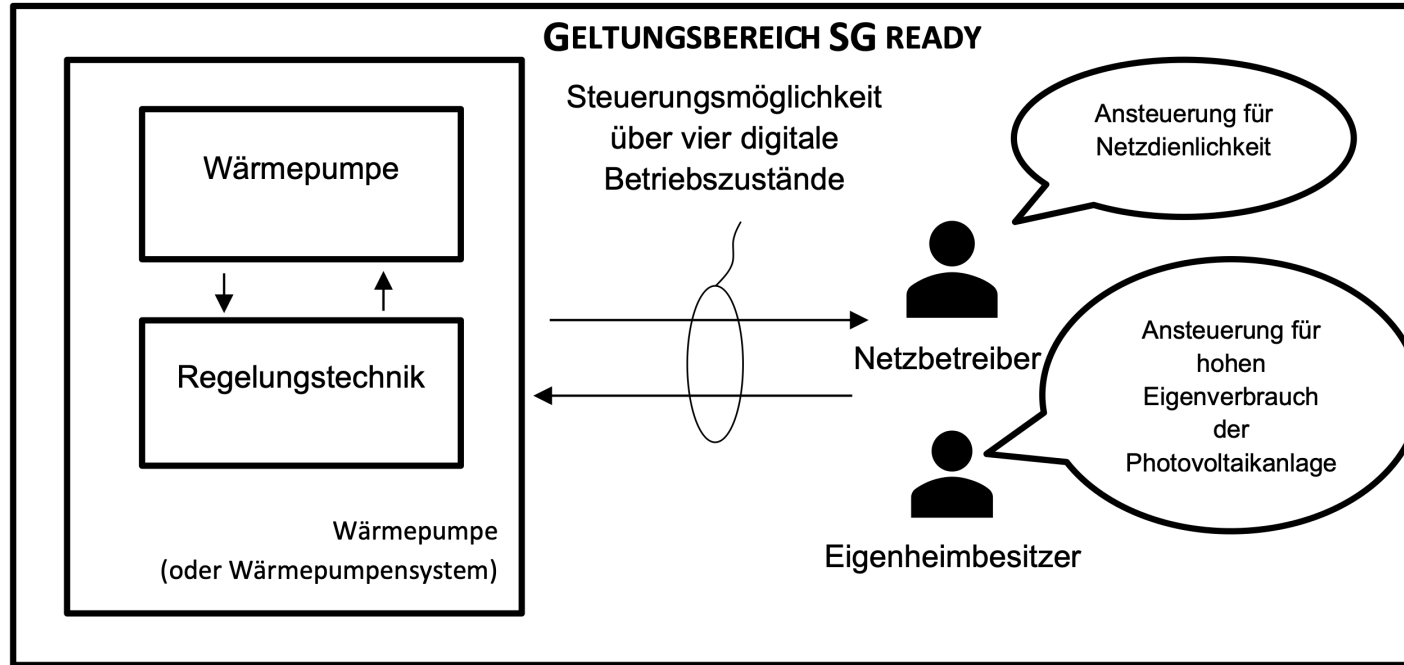
„**Statisches Steuern**“: Steuerung auf Basis von Berechnungen präventiv.



Die Anschlussnehmer profitieren durch reduzierte Netzentgelte.

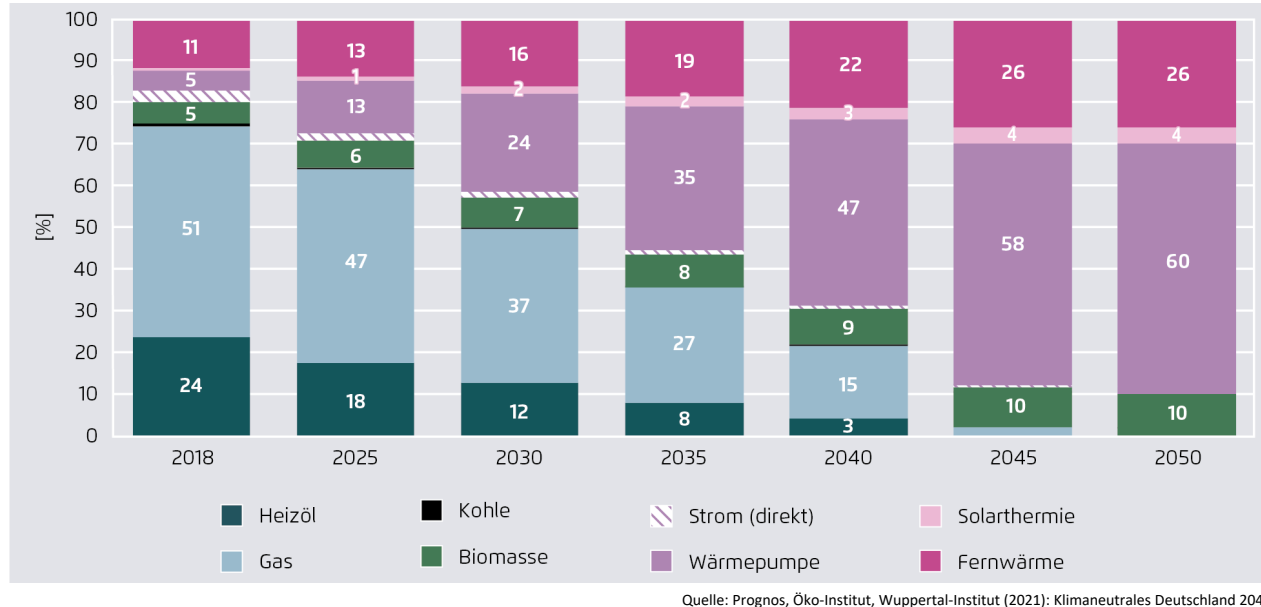
Die Steuersignale werden über das Smart Meter Gateway (SMGW) von Netzbetreiber an den Anschlussnehmer übermittelt.





Wie entwickelt sich zukünftig die Beheizung von Wohngebäuden?

Beheizungsstruktur Wohnfläche



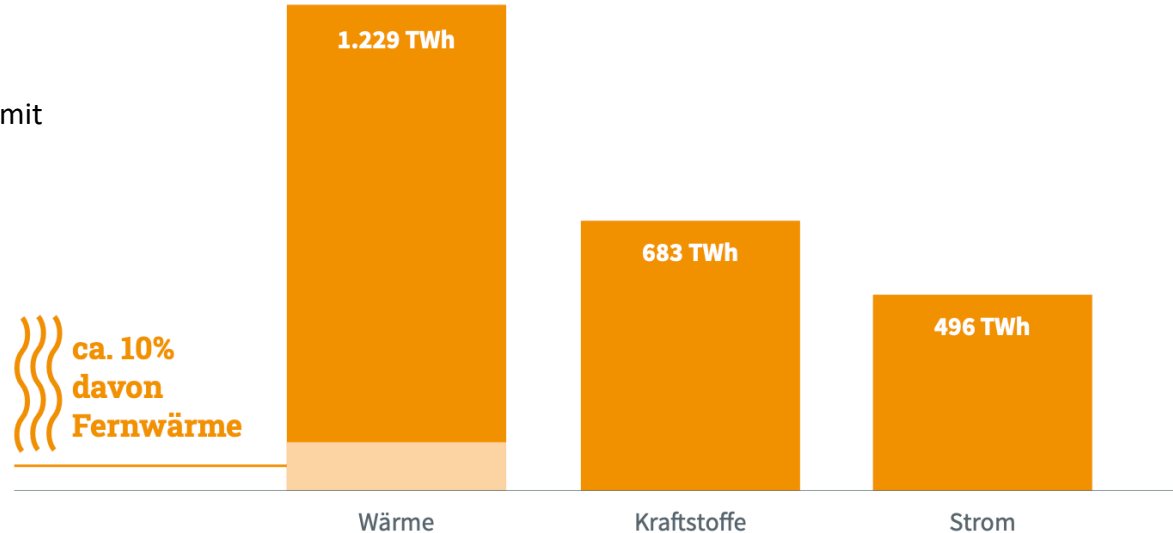
Prognose:

- Erdgas und Heizöl verschwinden.
- Anteil der Fernwärme steigt moderat an.
- Dominierende Heizungs-Technologie wird die Wärmepumpe.
- Biomasse bleibt Nischenprodukt.

Fernwärme: Die (einfache) Lösung zur Dekarbonisierung?

Endenergieverbrauch von Strom, Kraftstoffen und Wärme im Jahr 2021

Fernwärmenetze in D (2023):
31.300 km, Großteil wasserbetrieben mit
Temperaturen von über 90 °C

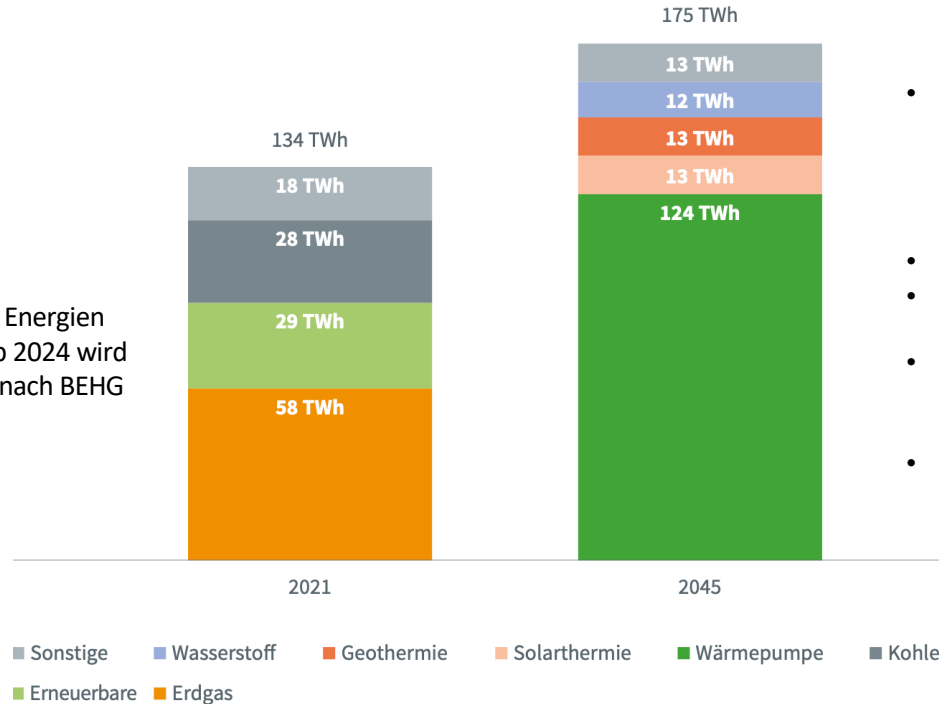


Investitionskosten Fernwärme geschätzt 500 €/m- 3000 €/m
Verdoppelung des Fernwärmenetzes: 16 Mrd. € bis 94 Mrd. € Invest
Bauzeiten?

Quelle: Impulspapier „Wie gelingt die Dekarbonisierung der Fernwärme? Dena, 6/2023

Fernwärmeerzeugung nach Energieträgern im Jahr 2021 und 2045

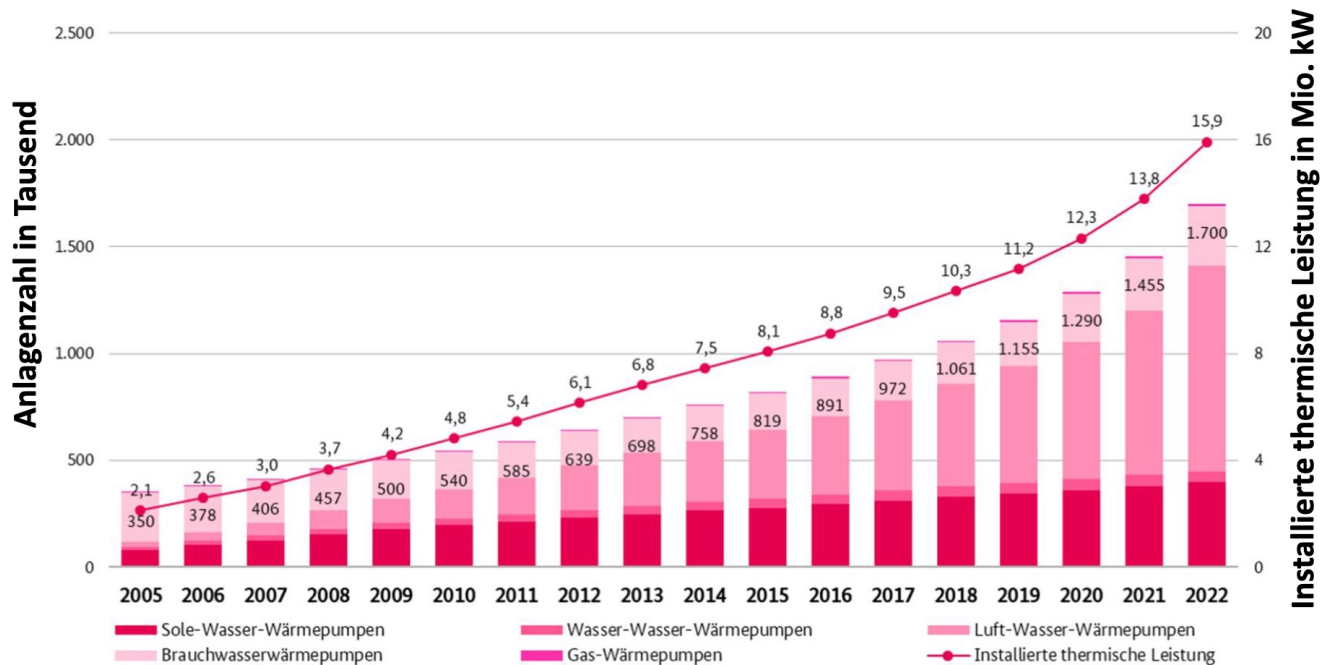
Nur 22% der Fernwärme stammt aus erneuerbaren Energien (inkl. Wärme aus Abfall, ab 2024 wird diese auch mit Zahlungen nach BEHG belegt)



- Heutige große grundlastfähige Erzeugungseinheiten (Kraftwerke) werden durch lokal verfügbare Wärmequellen (Wärmepumpen) ersetzt
- Deutlich niedrigere Netztemperaturen
- (bis hin zu kalten Netzen)
- Reaktion auf Last- und Temperatur-Anforderungsprofile der Verbraucherseite
- Reine Abnehmer werden zu Prosumern: Einspeisung von Überschusswärme aus Gebäuden in das Fernwärmenetz

Quelle: Impulspapier „Wie gelingt die Dekarbonisierung der Fernwärme? Dena, 6/2023


Wachstumsmarkt Wärmepumpen(+15 % in 2022)




Installierte thermische Leistung in Mio. kW

Quelle: BMWK auf Basis
Arbeitsgruppe
Erneuerbare-Energien-
Statistik (AGEE-Stat);
Stand 02/2023

Nachfrage und gesetzliche Rahmenbedingungen treiben die Preise

Art	Preise im 		
	Jan. 2021	Jan. 2022	
Brennstoffzelle + Gas-BW	38.000 €	42.000 €	+11%
Pellet-Kessel mit Solarthermie	35.000 €	38.000 €	+9%
Wärmepumpe (Sole-Wasser mit Erdsonde)	32.000 €	37.000 €	+16%
Holz hackschnitzel-Kessel	30.000 €	35.000 €	+17%
Erd-/Flüssiggas-BHKW mit Brennwert-Nutzung	30.000 €	35.000 €	+17%
Wärmepumpe (Sole-Wasser mit Erdkollektor)	27.000 €	32.000 €	+19%
Pellet-Kessel	27.000 €	30.000 €	+11%
Erdgas-Brennwertkessel mit Solarthermie Heizung + WWB	21.000 €	25.000 €	+19%
Wärmepumpe (Luft-Wasser)	20.000 €	24.000 €	+20%
Erdgas-Brennwertkessel mit Solarthermie WWB	17.000 €	20.000 €	+18%
Scheitholz-Vergaserkessel	13.000 €	17.000 €	+31%
Erdgas-Brennwert-Kessel	10.000 €	12.000 €	+20%
Flüssiggas-Brennwert-Kessel	10.000 €	12.000 €	+20%
Fernwärme (bei Anteil Erneuerb. Energien von mind. 25%)	10.000 €	12.000 €	+20%
Gas-NT-Etagenheizung	6.000 €	8.000 €	+33%

Preise und Preissteigerungen verschiedener Heizungsarten im März 2023

Art	Preise im 		
	Jan. 2022	März 2023	
Holz hackschnitzel, Solaranlage Heizung + Warmwasser	43.000 €	51.000 €	+19%
Brennstoffzelle + Gas-BW	42.000 €	50.000 €	+19%
Wärmepumpe (Sole-Wasser mit Erdsonde)	37.000 €	48.000 €	+30%
Pellet-Kessel mit Solarthermie	38.000 €	46.000 €	+21%
Wärmepumpe (Luft) + PV	35.000 €	45.000 €	+29%
Wärmepumpe (Sole-Wasser mit Erdkollektor)	32.000 €	44.000 €	+38%
Erd-/Flüssiggas-BHKW mit Brennwert-Nutzung	35.000 €	43.000 €	+23%
Wärmepumpe (Luft) + Brennwert-Kessel (Gas)	34.000 €	43.000 €	+26%
Holz hackschnitzel-Kessel	35.000 €	42.000 €	+20%
Pellet-Kessel	30.000 €	37.000 €	+23%
Wärmepumpe (Luft-Wasser)	24.000 €	31.000 €	+29%
Scheitholz-Vergaser, Solaranlage Heizung + Warmwasser	25.000 €	31.000 €	+24%
Erdgas-Brennwertkessel mit Solarthermie Heizung + WWB	25.000 €	29.000 €	+16%
Brennwert-Kessel (Öl), Solaranlage Heizung + Warmwasser	25.000 €	29.000 €	+16%
Brennwert-Kessel (Flüssiggas), Solaranlage Heizung + Warmwasser	25.000 €	29.000 €	+16%
Erdgas-Brennwertkessel mit Solarthermie WWB	20.000 €	23.000 €	+15%
Scheitholz-Vergaserkessel	17.000 €	22.000 €	+29%
Erdgas-Brennwert-Kessel	12.000 €	15.000 €	+25%
Flüssiggas-Brennwert-Kessel	12.000 €	15.000 €	+25%
Fernwärme (bei Anteil Erneuerbare Energien von min. 25%)	12.000 €	15.000 €	+25%
Gas-NT-Etagenheizung	8.000 €	10.000 €	+25%

+50 % seit Jan. 2021

+62 % seit Jan. 2021

+50 % seit Jan. 2021

HANDELSBLATT

Quelle: Energieberatung der Verbraucherzentrale

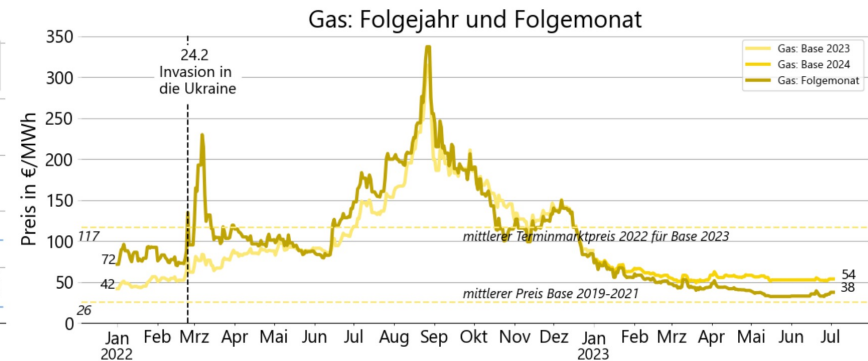
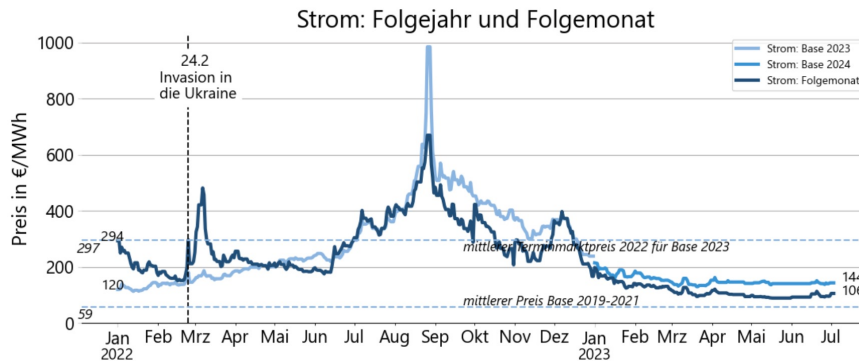
Quelle: Handelsblatt 12.7.23

Verringert der Umstieg auf Strom die Energiekosten?

Strompreis und Gaspreis sind gekoppelt

Energie und CO₂ - Preisentwicklung 03.01.2022 - 03.07.2023

Louisa Wasmeier - lwasmeier@ffe.de
Timo Kern - tkern@ffe.de



Preissteigerung seit 2019-2021:

Strom 244%, Gas: 207 %

Verhältnis Großhandels-Strompreis/Gaspreis

2019-2021: **2,66**

Aktuell (Folgemonat): **2,78**

Anbieter Verivox für Bochum(14.2.2023)

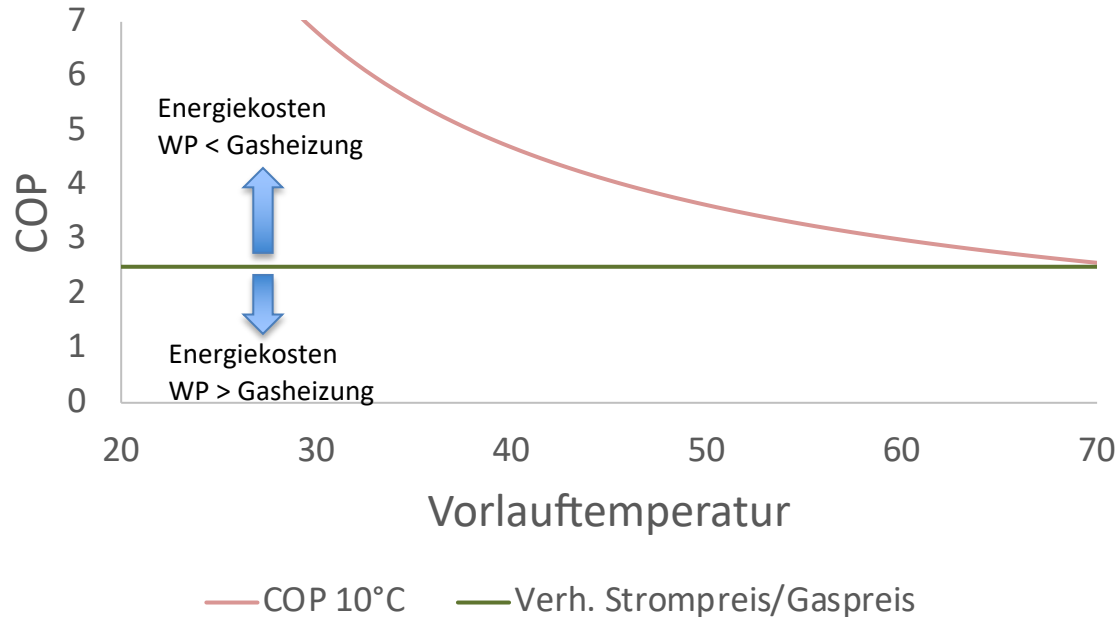
Strompreis (4500 kWh/a): 26,5 ct/kWh

Gaspreis(12000 kWh/a): 8,7 ct/kWh

Verhältnis Strompreis/Gaspreis 3,04

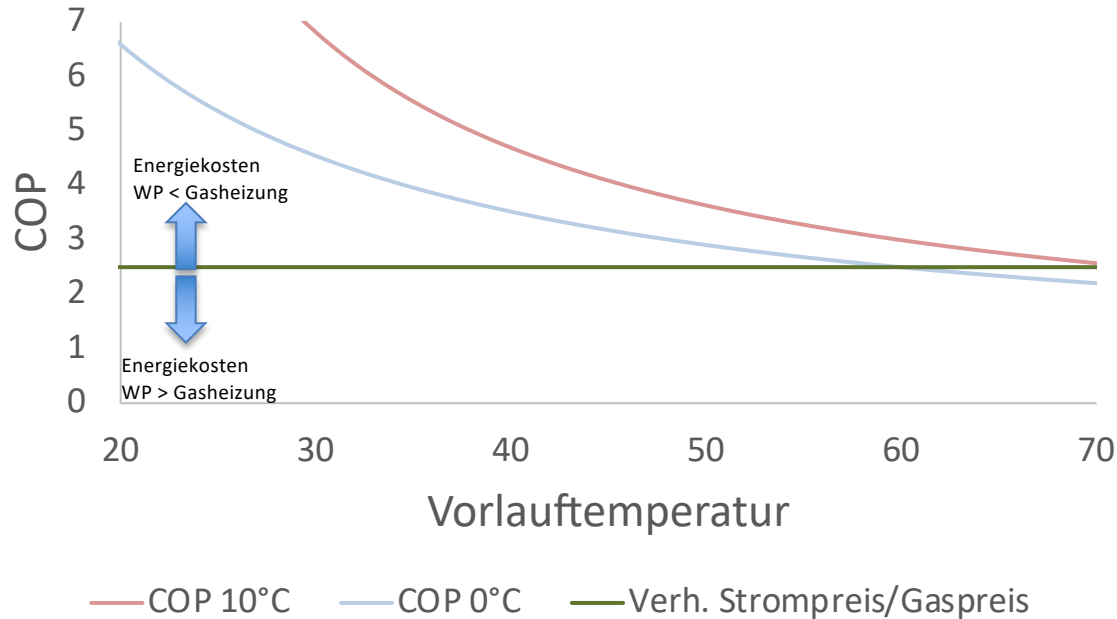
Quelle: <https://www.ffe.de/veroeffentlichungen/entwicklung-der-energie-und-co2-preise-2022/>
Verivox.de

Vergleich der Wärmekosten: Luft-Wasser Wärmepumpe (Außentemp. 10 °C)



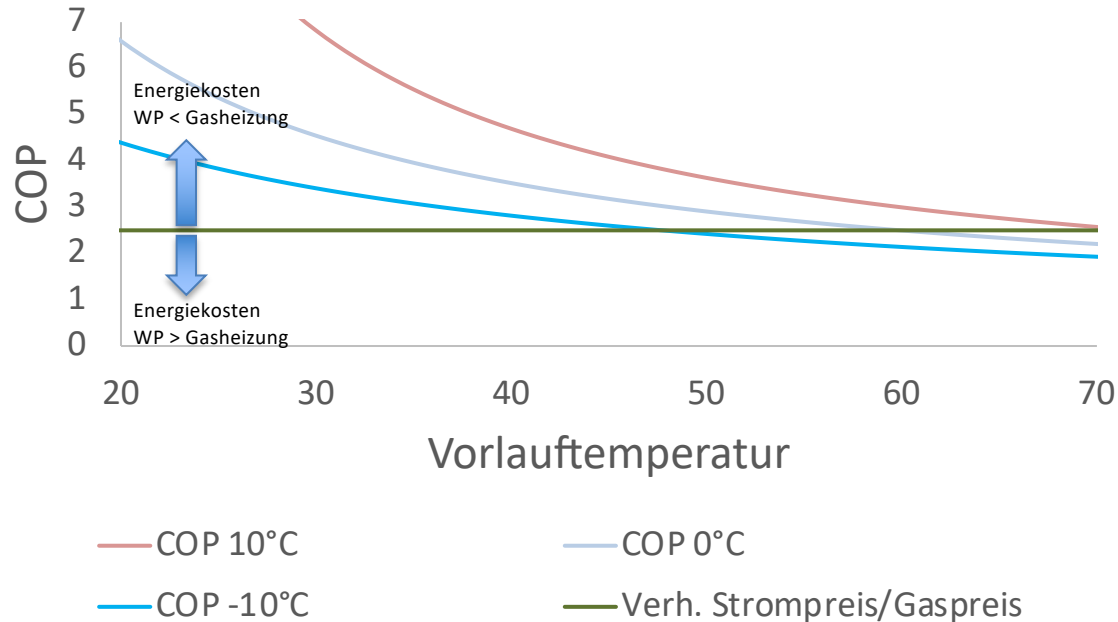
Wirtschaftlichkeit von Wärmepumpen

Vergleich der Wärmekosten: Luft-Wasser Wärmepumpe
(Außentemp. 10 ° C/ 0 ° C)



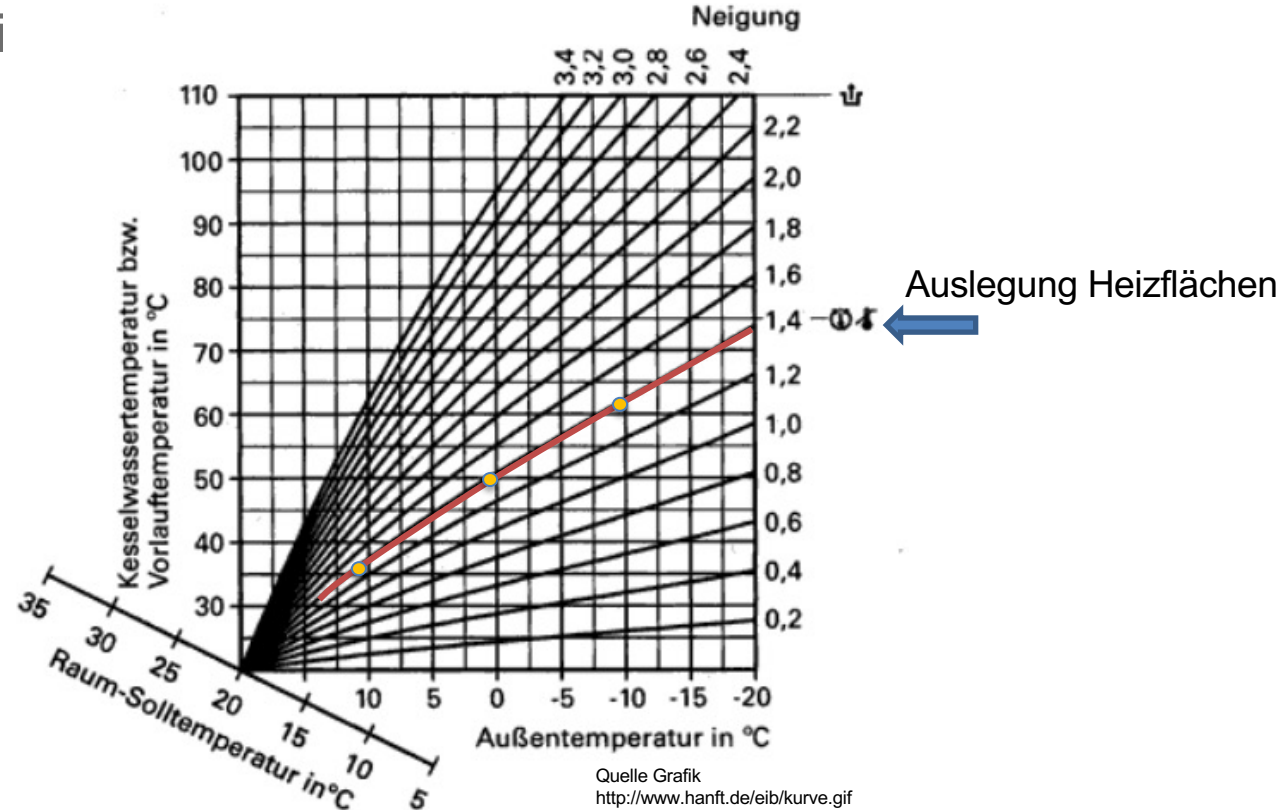
Wirtschaftlichkeit von Wärmepumpen

Vergleich der Wärmekosten: Luft-Wasser Wärmepumpe
(Außentemp. 10 ° C/ 0 ° C/ -10 ° C)



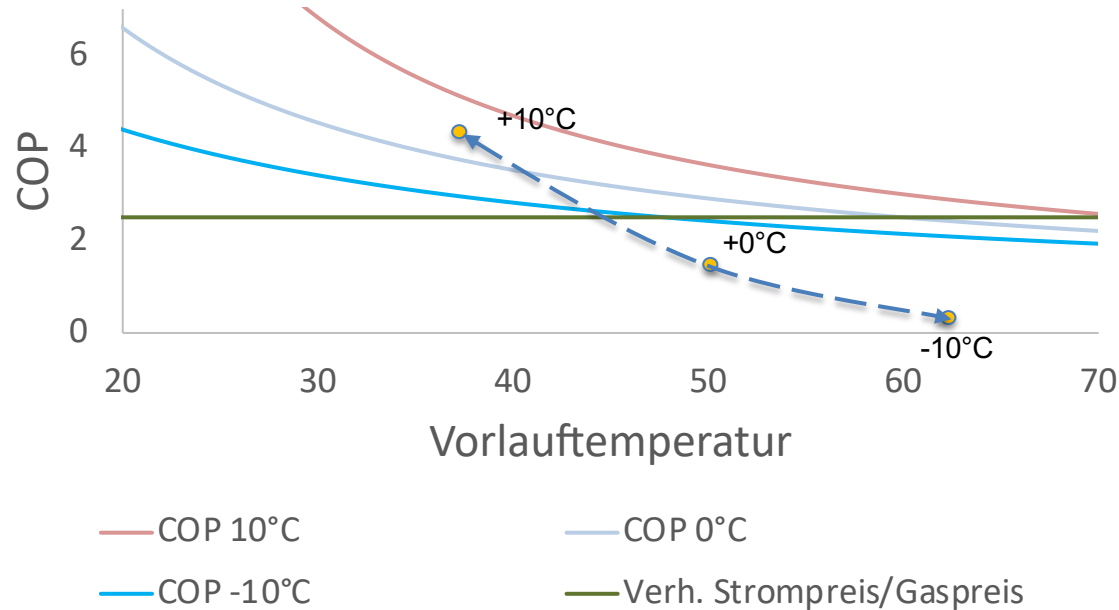
Wie hoch müssen die Temperaturen sein?

Prinzip der witterungsgeführten Vorlauf-Temperaturregelung

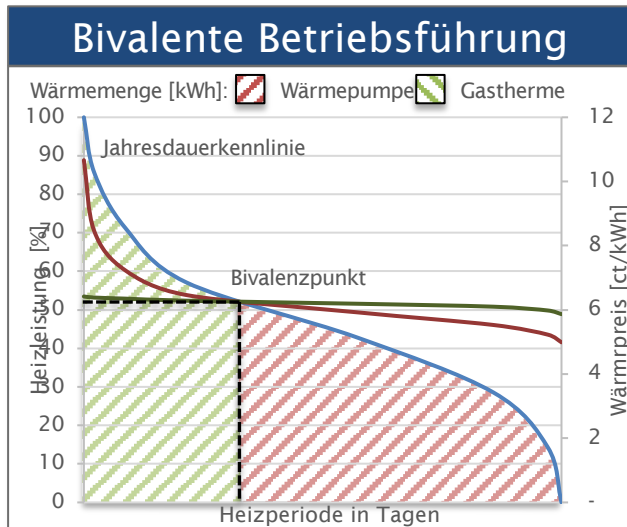


Wirtschaftlichkeit von Wärmepumpen

Reale Arbeitskennlinie im Verlauf der Heizperiode



Bivalente Betriebsführung ist von wirtschaftlichen und technischen Parametern abhängig



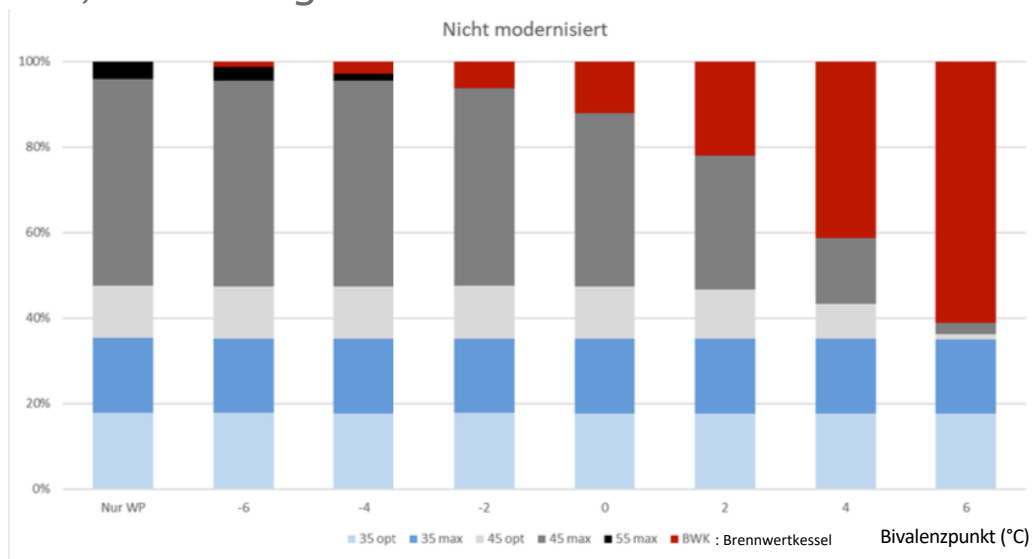
Betriebseigenschaften

- Bivalenzpunkt Umschaltpunkt der Wärmeerzeuger
- Kostenkennlinien der Wärmepumpe verschiebt sich horizontal in Abhängigkeit von Strompreis
- Jahresdauerkennlinie ist abhängig vom Gebäudetyp
- Bivalenzpunkt wird beeinflusst durch COP, Wirkungsgrad Gastherme, Vor- und Rücklauftemperatur, Strompreise und Gebäudetypen

Simulation bivalenter Heizungen

Anteil der Wärmeversorgung über Brennwertkessel in Abhängigkeit vom Bivalenzpunkt, Verteilung auf die verschiedenen Betriebsmodi der WP

Anteil des Wärmeverbrauchs auf die verschiedenen Temperaturniveaus

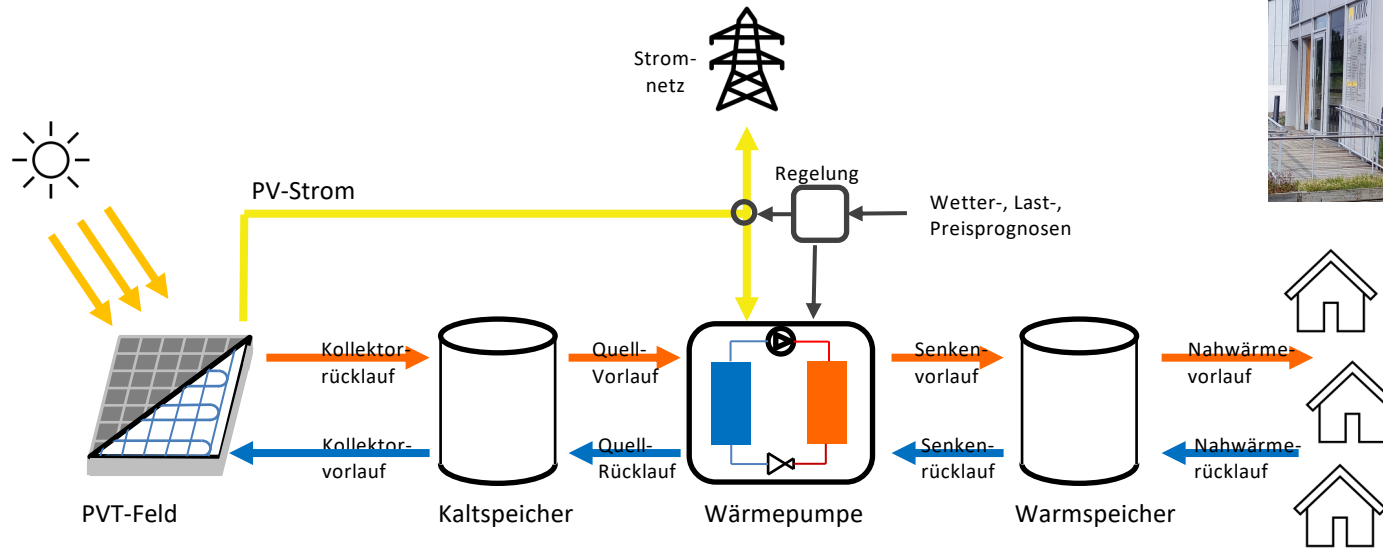


JAZ	Nur WP	-6	-4	-2	0	2	4	6
TWW	2,95	2,96	2,97	2,99	3,03	3,07	3,21	3,35
HW	3,52	3,54	3,55	3,63	3,69	3,81	4,07	4,40
Gesamt	3,48	3,50	3,51	3,58	3,64	3,76	4,00	4,28

Quelle: S. Kubik: Modellierung und Simulation eines hybriden Wärmeversorgungssystems aus Gas-Brennwertkessel und Luft- Wärmepumpe für Einfamilienhäuser, Masterarbeit HRW

Forschungsprojekt LiLAN

Solar Decathlon-Gelände in Wuppertal



Projektpartner



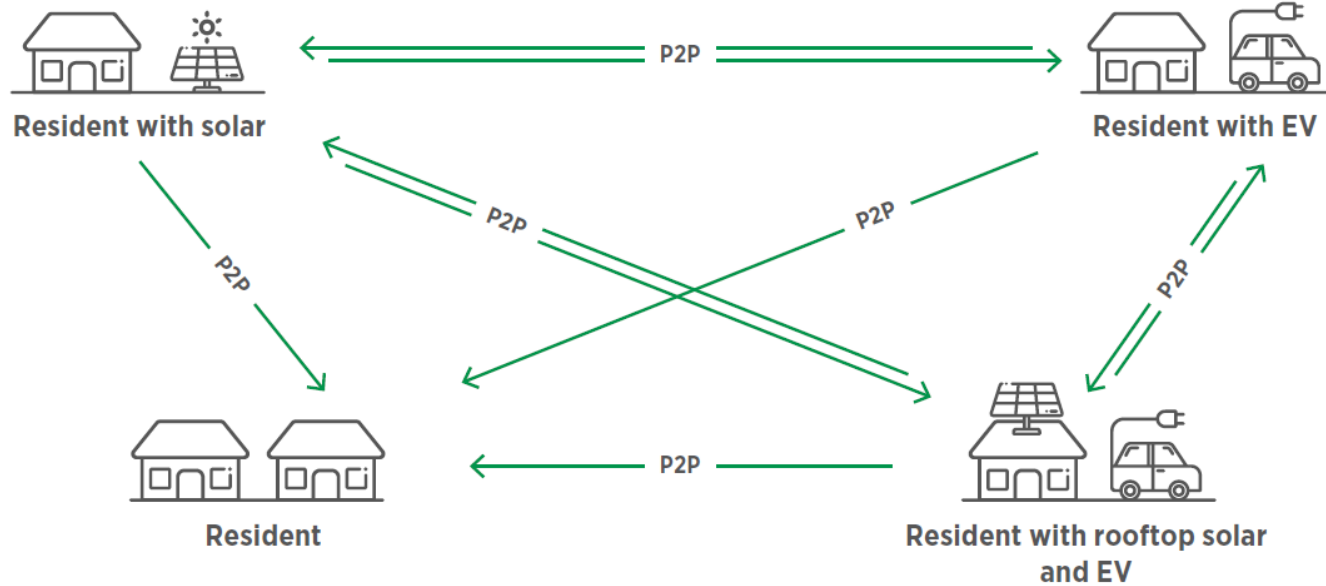
Quelle: S. Jurkschat, EBZ Business School

Energie- und Wärmewende in der Wohnungswirtschaft aktiv vorantreiben

Ab 2027 sollen jährlich bis zu 9.000 Wohneinheiten mit hocheffizienten Luft-Luft-Wärmepumpen ausgestattet werden.



Quelle: <https://www.leg-wohnen.de/unternehmen/leg-gruppe/innovationen/luft-luft-waermepumpen>



Source: Liu *et al.*, 2019

Note: The direction of the arrow indicates the accounting and transactions flow directions.

Quelle: Business Models, IRENA, 2019

Energiemanagement in Wohngebäuden

- Zum Ausbau der PV-Anlagen auf Dächern gibt es keine Alternative.
- Lokal produzierter PV-Strom wird noch über viele Jahre der preiswerteste Strom sein.
- Alternative: Industriestrompreis für Wärmepumpen?
- Kostengünstige Strom – und Wärmeversorgung erfordert ein lokales Lastmanagement.
- Engpässe:
 - Fehlende Digitalisierung der Niederspannungsnetze
 - Fehlende Digitalisierung der Zähler
 - Fehlende Digitalisierung der Gebäude und der Anlagentechnik

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Prof. Dr.-Ing. Viktor Grinewitschus

Professur für Energiefragen der Immobilienwirtschaft

EBZ Business School, Bochum

v.grinewitschus@ebz-bs.de

Tel. 0173-5158142

