Wärmepumpensysteme in Bestandsgebäuden

Wesentliche Ergebnisse des UBA-Forschungsvorhabens

Dr. Kjell Bettgenhäuser
Jena, 16. September 2026

Grundlage des Vortrags

Ziel: Die **technischen und wirtschaftlichen Vorteile**, **Folgen und Grenzen** des breiten WP- Einsatzes analysieren

1. **Analyse**: Stündliche Simulation/Berechnung von bis zu 25 Varianten in Bezug auf Wärmepumpen in Bestandsgebäuden
2. Ableitung von **(Politik-) Empfehlungen** und Argumentation erarbeiten in Bezug auf WP-Anforderungen
3. **Ad-hoc Papiere** zu verschiedenen Fragestellungen

Projektpartner: Öko-Institut e.V. Institut für angewandte Ökologie Institute for Applied Ecology — Prof. Dr. jur. Stefan Klinski

Hinweis: Keine vollständige Präsentation aller Projektergebnisse des UBA-Forschungsvorhabens.

Agenda

Einblick

I. Gebäude- und WP-Simulationen:
Einzelgebäudebetrachtung und Flexibilitäten

Zusammenfassung

II. **Realitätsnaher Energiebedarf** *(Ad-hoc Papier)*

III. Ableitungen von **(Politik-) Empfehlungen** in Bezug auf WP-Anforderungen

IV. **Lösungsoptionen** für Wärmepumpen in Bestandsgebäuden *(Ad-hoc Papier)*

I. Gebäude- und WP-Simulationen

Einzelgebäudebetrachtung und Flexibilitäten

Gebäude- und WP-Simulationen

Überblick

1. **Einzelgebäudebetrachtung**

2. **Flexibilitäten**
   - Potentiale durch Effizienzverbesserung
   - Netzdienliche Wärmespeicher
   - Hybridwärmepumpen

Gebäude- und WP-Simulationen

Einzelgebäudebetrachtung

Ziel der Einzelgebäudebetrachtung:

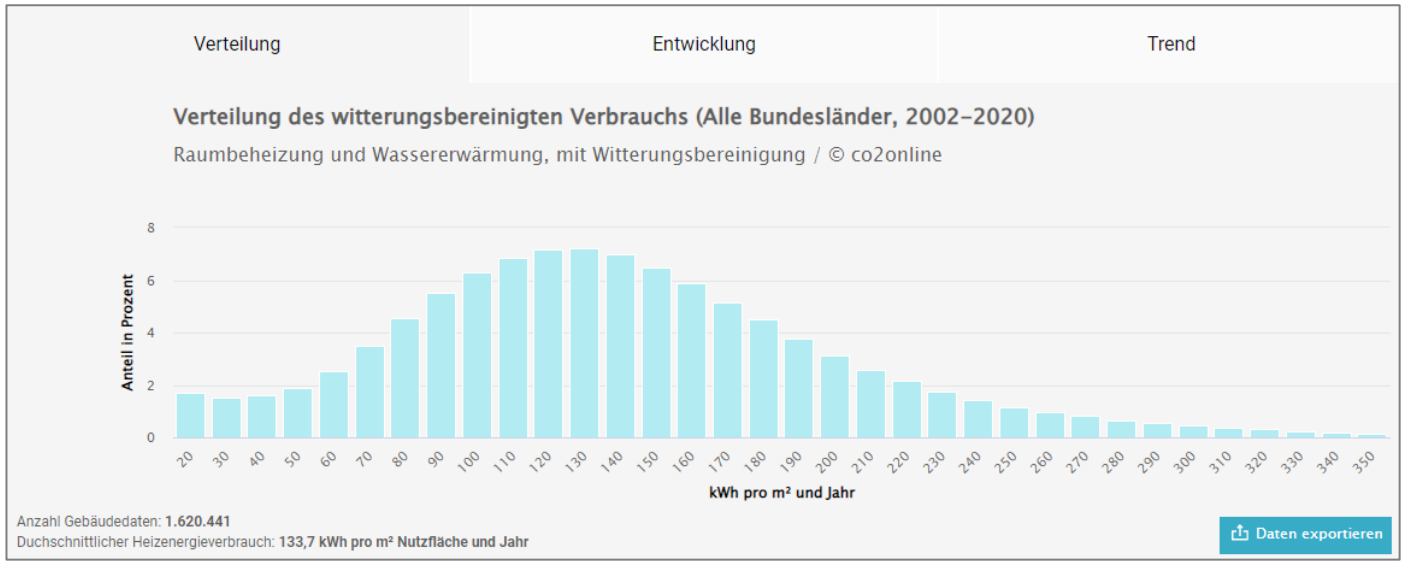
Erlangung weiterführender Erkenntnisse, insbesondere zur **Effizienz von Wärmepumpen und deren Einflussgrößen**, als Grundlage für politische Handlungsempfehlungen

Gebäude- und WP-Simulationen

Einzelgebäudebetrachtung

Referenzgebäude: Typisches **teilsaniertes EFH** (Q_{nutz} = 116 kWh/m²) und **MFH** (Q_{nutz} = 91 kWh/m²)

Parameter	EFH	MFH	
Wohnfläche, A_{Wfl}	126	503	m²
Außenwandfläche, A_{AW}	120	383	m²
Dachfläche, A_{DA}	79	205	m²
Fensterfläche, A_{FE}	25	92	m²
Bodenfläche, A_{BO}	73	191	m²
Wärmedurchgangskoeffizient Außenwand, U_{AW}	0,67	0,68	W/m²K
Wärmedurchgangskoeffizient Dach, U_{DA}	0,35	0,31	W/m²K
Wärmedurchgangskoeffizient Fenster, U_{FE}	2,20	2,20	W/m²K
Wärmedurchgangskoeffizient Boden, U_{BO}	0,54	0,45	W/m²K
Wärmebrücken	0,10	0,10	W/m²K
Luftwechsel	0,35	0,35	1/h



Gebäude- und WP-Simulationen

Einzelgebäudebetrachtung

Varianten

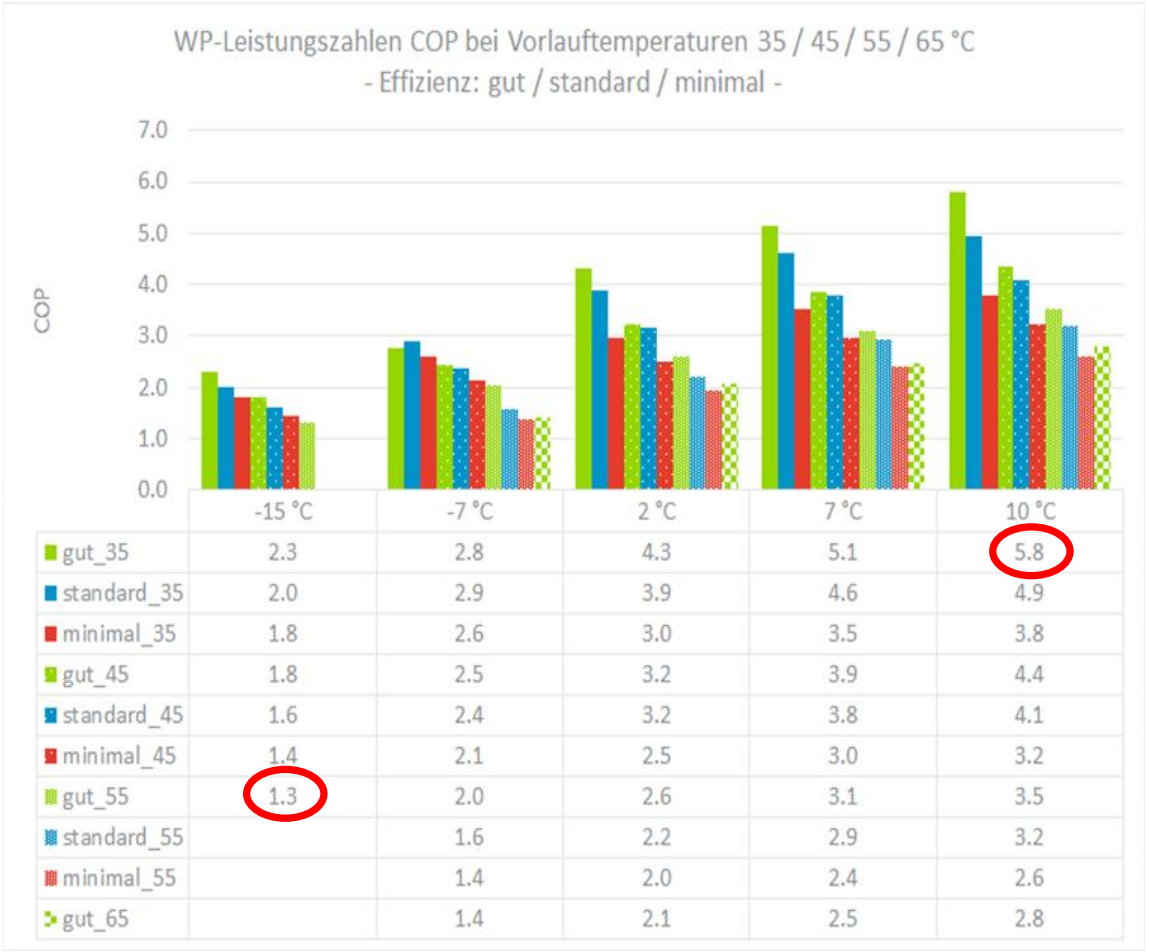
Nr.	Gebäudetyp	Wärmeschutz	WP-Typ	WP-Effizienz η_s gemäß Öko-Design-Richtlinie	Systemtemperaturen		Zirkulationssystem	TWW-Nachtabschaltung
				35°C / 55°C	Heizung	Warmwasser		
V1	EFH	Bestand_ mittel	Luft-WP	Standard: 178% / 126%	55/45	48	Nein	Ja
V2	EFH	Bestand_ mittel	Luft-WP	Standard: 178% / 126%	**70/55**	48	Nein	Ja
V3	EFH	Bestand_ mittel	Luft-WP	Standard: 178% / 126%	**45/37**	48	Nein	Ja
V4	EFH	Bestand_ mittel	Luft-WP	**Gut: 188% / 141%**	55/45	48	Nein	Ja
V5	EFH	Bestand_ mittel	Luft-WP	**Minimal 125% / 110%**	55/45	48	Nein	Ja
V6	EFH	Bestand_ mittel	**Sole-WP**	Standard: 191% / 156%	55/45	48	Nein	Ja
V7	EFH	Bestand_ mittel	Luft-WP	Standard: 178% / 126%	55/45	**60**	**Ja**	Ja
V8	EFH	**Bestand_ verbessert**	Luft-WP	Standard: 178% / 126%	**44/36**	48	Nein	Ja
V9	SMFH	Bestand_ mittel	Luft-WP	Standard: 178% / 126%	55/45	**60**	**Ja**	**Nein**

Gebäude- und WP-Simulationen

Einzelgebäudebetrachtung

Modellierung (BEP-tool):
Stundenfein auf Basis eines Klimareferenzjahres (Potsdam) unter Berücksichtigung von:

- **Normkennzahlkennfeldern** aktueller Luft-Wasser-Wärmepumpen
- **Taktungs-Verluste** bei niedriger Lastanforderung
- **Leistungsgrenzen** der Wärmepumpen in Abhängigkeit
  von der Außen- und Systemtemperatur sowie deren Auslegung (Luft-WP: **Bivalenzpunkt** für teilparallele Betriebsweise ab ca. -5°C ➔ 1/3 Heizstab im Auslegungsfall)
- Berücksichtigung von **Heizkörper-Leistungskennlinien** zur Ermittlung der notwendigen Vor- und Rücklauftemperaturen des Heizsystems



	-15 °C	-7 °C	2 °C	7 °C	10 °C
gut_35	2.3	2.8	4.3	5.1	5.8
standard_35	2.0	2.9	3.9	4.6	4.9
minimal_35	1.8	2.6	3.0	3.5	3.8
gut_45	1.8	2.5	3.2	3.9	4.4
standard_45	1.6	2.4	3.2	3.8	4.1
minimal_45	1.4	2.1	2.5	3.0	3.2
gut_55	1.3	2.0	2.6	3.1	3.5
standard_55		1.6	2.2	2.9	3.2
minimal_55		1.4	2.0	2.4	2.6
gut_65		1.4	2.1	2.5	2.8

Gebäude- und WP-Simulationen

Einzelgebäudebetrachtung

Ergebnisse (JAZ):

- **V1_Ref (55/45)** erreicht **JAZ von 3** (Übereinstimmung mit Energiesystemstudien)
- **Mehrverbrauch** bei nicht optimierten Systemen oder niedriger WP-Qualität **ca. 25 %** (WW-Zirkulation: +15 %)
- Einsparpotenziale durch Systemoptimierung oder verbesserte WP-Qualität ca. 10 % (Sole WP -23 %)
- **MFH: keine signifikanten Abweichungen** zum EFH
  ➔ Problem WW-Zirk.
- **Normkennwerte** (VDI 4650 u. Ökodesign) **systematisch höher**
  ➔ ca. 10-15 %)

	V1_Ref	V2_VL70	V3_VL45	V4_WPgut	V5_WPmin	V6_WPsole	V7_TWW60_mZirk	V8_EFHsan_VL44	V9_MFH
JAZ_HZ	3.03	2.36	3.48	3.28	2.46	4.05	3.02	3.30	2.98
JAZ_TWW	3.22	3.22	3.22	3.72	2.66	3.31	2.19	3.24	2.15
JAZ_Total	3.05	2.42	3.46	3.31	2.48	3.96	2.85	3.29	2.72
JAZ_VDI 4650	3.49	k.A.	3.75	3.76	2.76	4.2	3.35	3.55	3.27
Gesamtendenergie ggü. V1	0%	25%	-11%	-9%	24%	-23%	15%	-58%	k.A.

Gebäude- und WP-Simulationen

Einzelgebäudebetrachtung

Empfehlungen

- **Systemoptimierung**: Einstellung der optimal möglichen Heizungs- und Warmwasser-Systemtemperaturen (idealerweise inkl. hydraulischem Abgleich)
- Sicherstellung einer **fachgerechten Installation** und eines (möglichst) fehlerfreien Betriebs
- **Verbesserung der Qualität von neu installierten Wärmepumpen** z.B. von hocheffizienten **Kompaktluftwärmepumpen** mit klima- und umweltfreundlichen Kältemittel Propan (Abwendung der Gefahr der Marktdurchdringung von niedrigpreisigen Wärmepumpen mit geringerer Effizienz)
- Verbesserung der gebäudebezogenen Rahmenbedingungen, z.B. (vorgezogene) **energetische Sanierung** oder die Nachrüstung von **Niedertemperaturheizkörpern** oder Flächenheizsystemen

Gebäude- und WP-Simulationen

Flexibilitäten

Ziele der Flexibilitätsbetrachtung:

- Abschätzung von **Potenzialen und Risiken** unterschiedlicher Ausbau-Szenarien von Wärmepumpen
- Ableitung von Empfehlungen zur verbesserten Berücksichtigung von Wärmepumpen für richtungsweisende **Energiesystembetrachtungen**

Gebäude- und WP-Simulationen

Flexibilitäten

Modelle:

- Wärmepumpen ➔ siehe **Einzelgebäudebetrachtung**: Berücksichtigung des **Lastgangs von V1**
- **Stromsystem: Stark vereinfachtes stundenfeines Bilanzmodell** zur Abschätzung der witterungsabhängigen Korrelation zwischen **Anteil Erneuerbarer Energien**/ notwendiger Residualstromerzeugung und dem **Strombedarf von Wärmepumpen** und Berücksichtigung von:

- Aktuelle Kapazitäten und Energiemengen Erneuerbarer Stromerzeuger und Speicherkapazitäten

  ➔ 2021: PV = 59 GW; WKA = 64 GW

- Entwicklung 2030 gem. Ausbauzielen der Bundesregierung

  ➔ 2030: PV = 215 GW und WKA = 145 GW

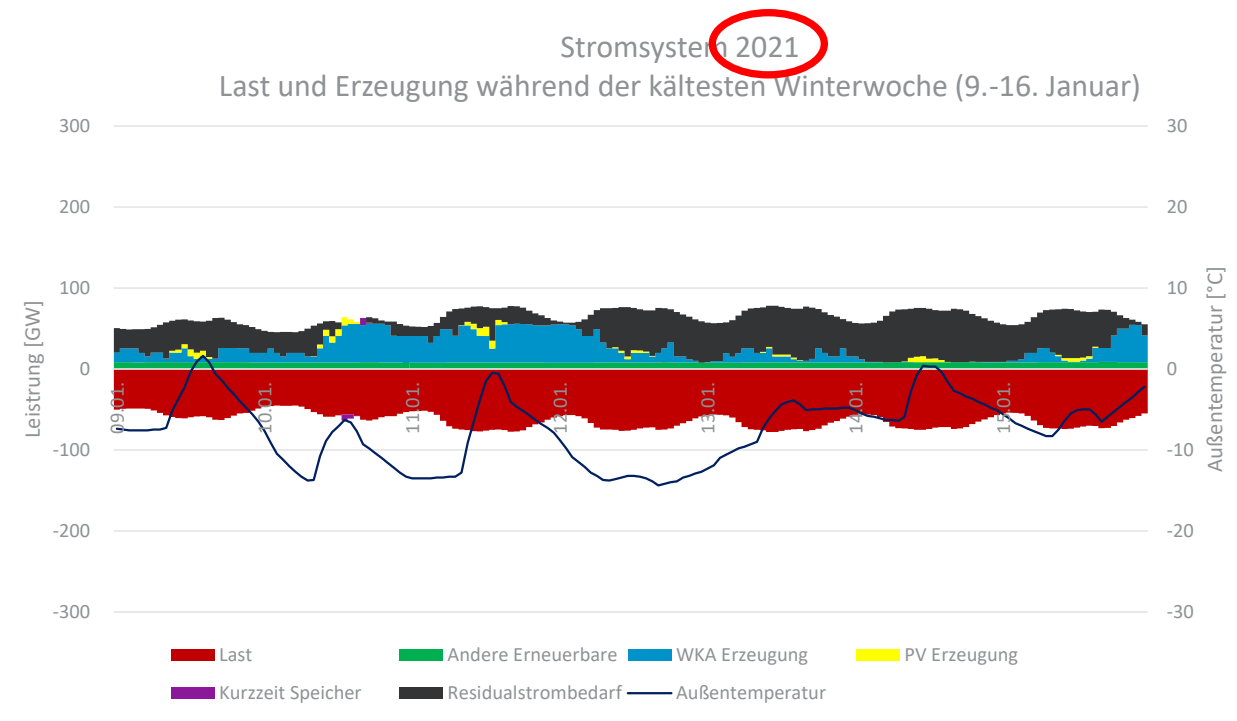
- Entwicklung 2040 gem. BMWK-“**Langfristszenarien 3“ (T45-Strom**)

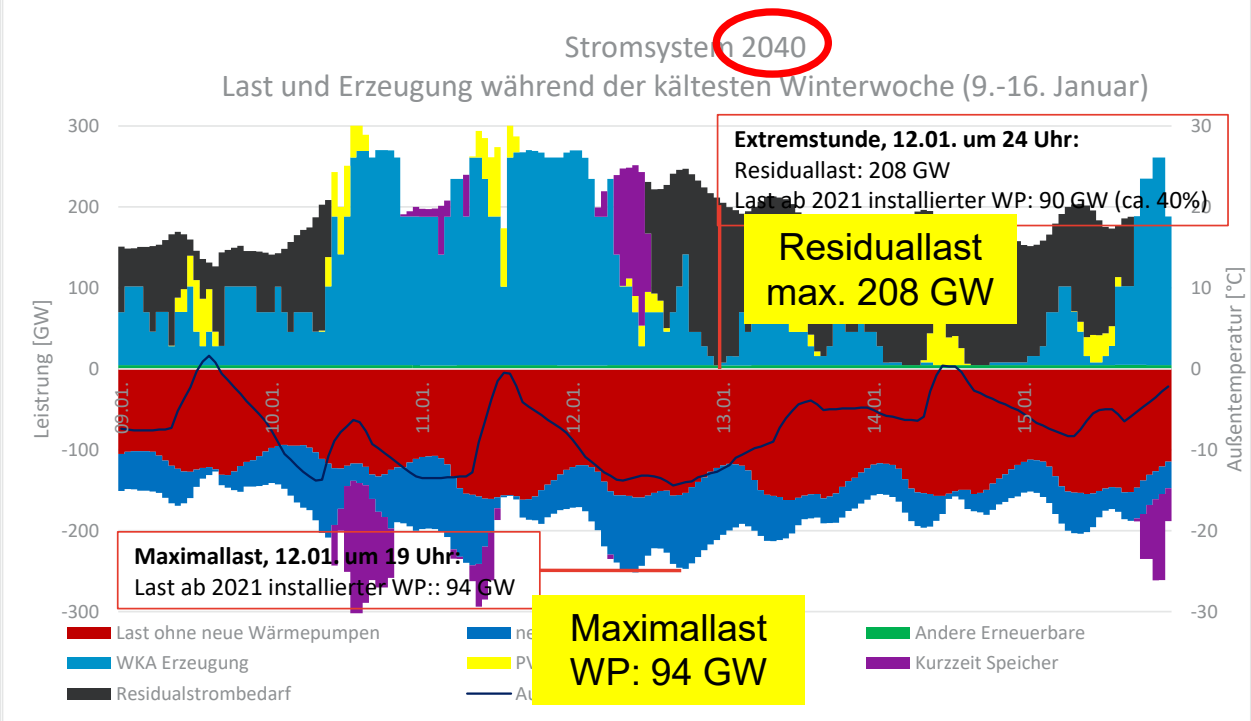
  ➔ 2040: PV = 400 GW und WKA = 230 GW

Gebäude- und WP-Simulationen

Flexibilitäten

Winterwoche 2021 und 2040

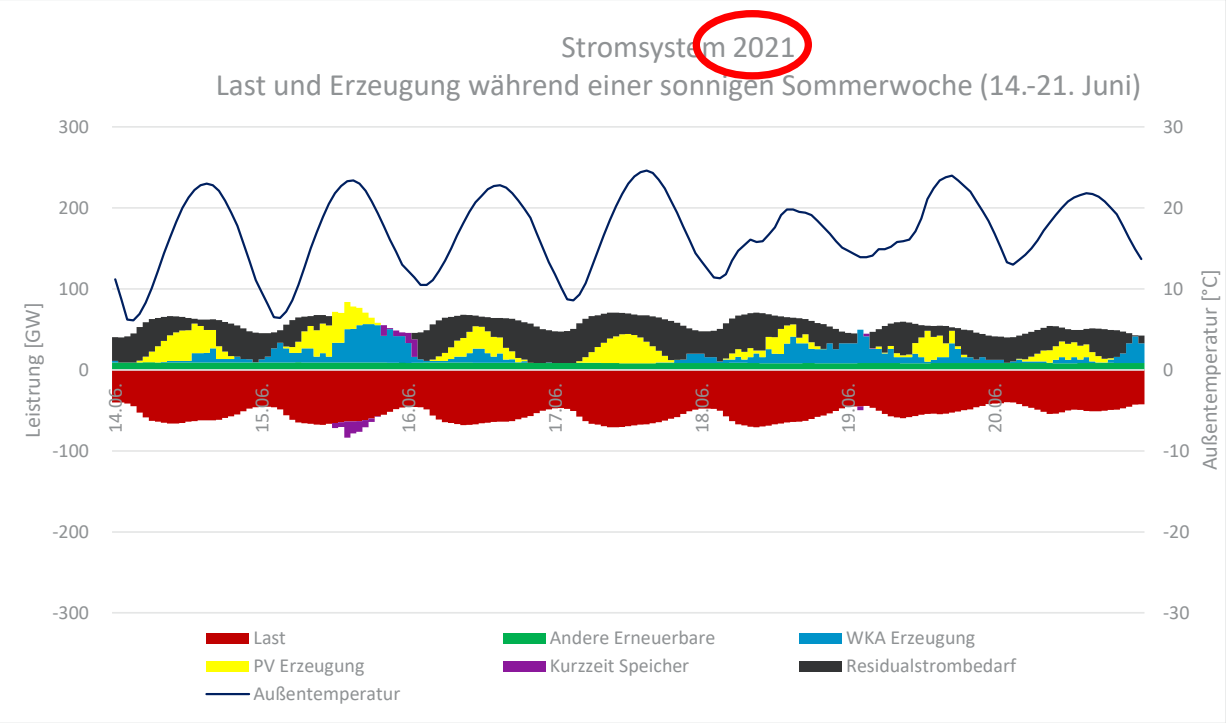


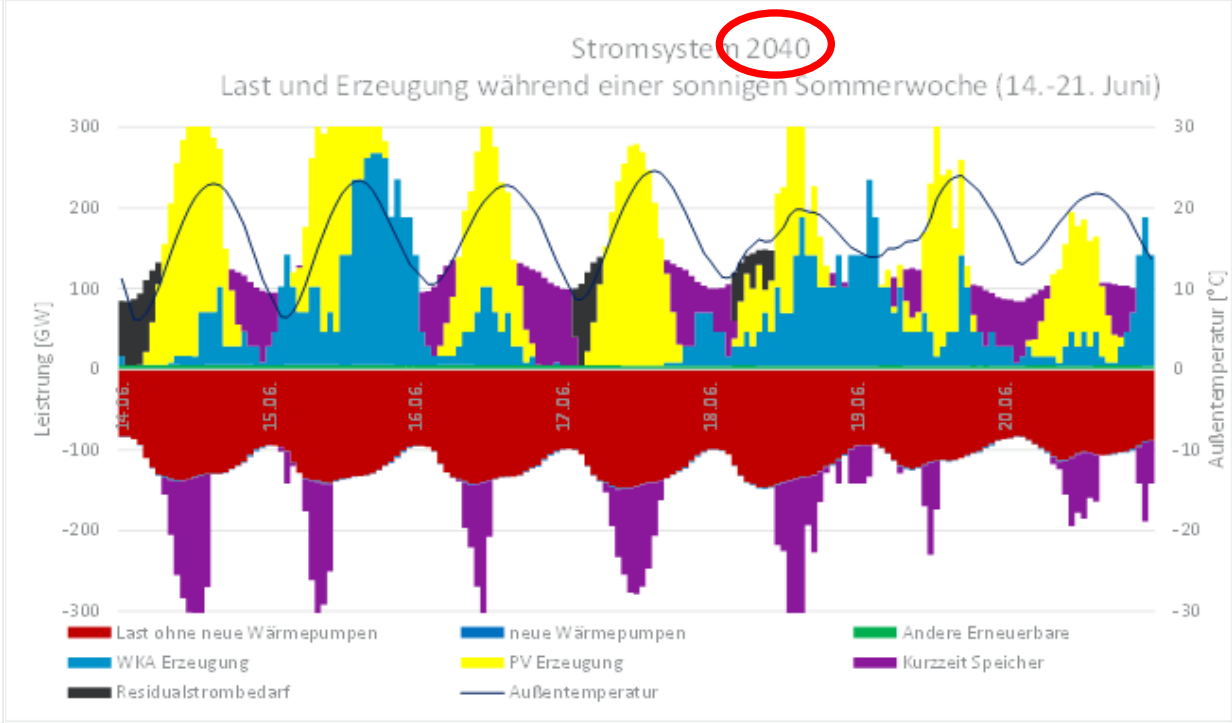


Gebäude- und WP-Simulationen

Flexibilitäten

Sommerwoche 2021 und 2040





Gebäude- und WP-Simulationen

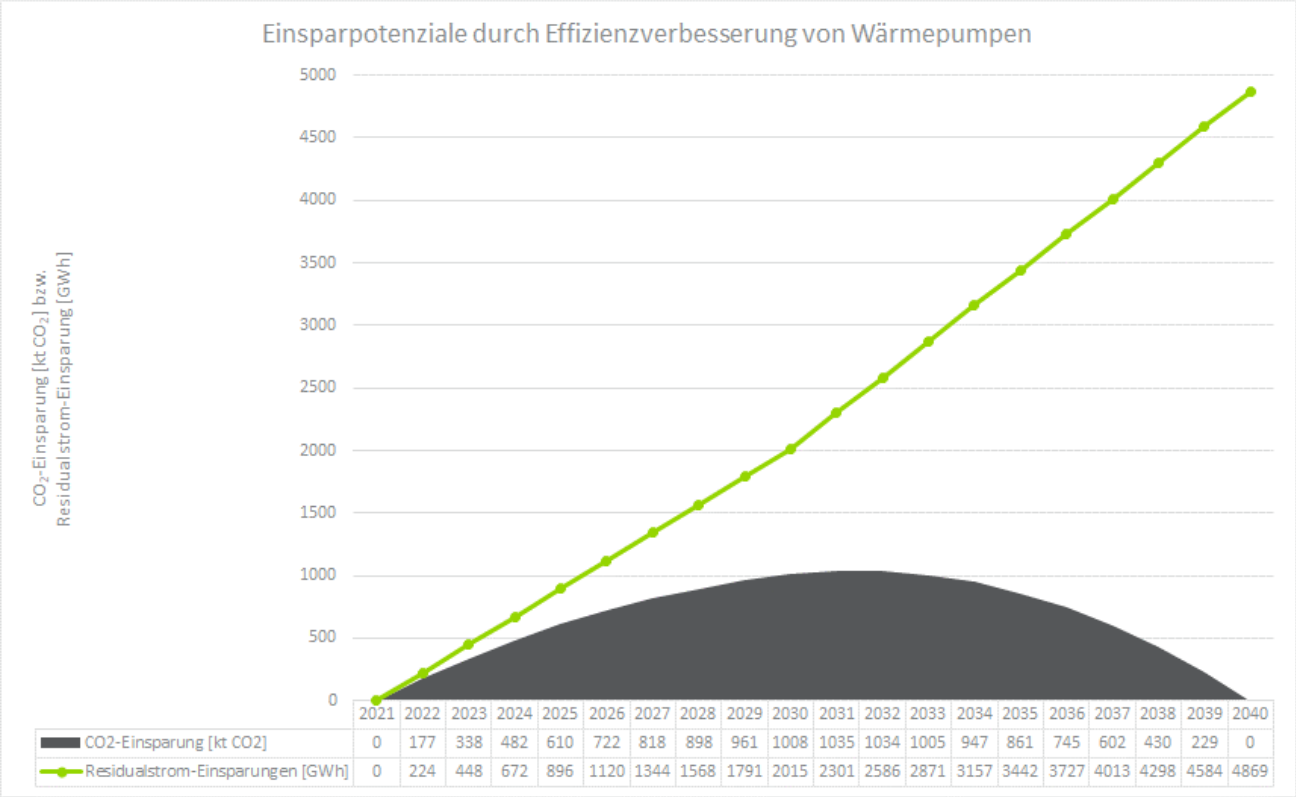
Flexibilitäten - Potentiale durch **Effizienzverbesserung**

Potentiale durch Effizienzverbesserung

Grundlage: Verbesserte Luft-Wasser-Wärmepumpen gem. **V4_WPgut**

Residualstromeinsparung:
2030: 0,8 % (2,0 TWh)
2040: 1,3 % (4,9 TWh) ➔ ca. 500 on-shore WKA

CO_2-Emissions-Einsparpotenzial*:
2030: 1 Mt_{CO2} ➔ 40 % der Emissionslücke des Gebäudesektors gem. Projektionsbericht 2023 (Mit-Weiteren-Maßnahmen Szenario MWMS)



	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
CO2-Einsparung [kt CO2]	0	177	338	482	610	722	818	898	961	1008	1035	1034	1005	947	861	745	602	430	229	0
Residualstrom-Einsparungen [GWh]	0	224	448	672	896	1120	1344	1568	1791	2015	2301	2586	2871	3157	3442	3727	4013	4298	4584	4869

* mit folgenden CO2-Faktoren für Residudalstrom: 2021: 827 g/kWh; 2030: 500 g/kWh; 2040: 0 g/kWh

Gebäude- und WP-Simulationen

Flexibilitäten - Netzdienliche **Wärmespeicher**

Potentiale durch netzdienliche Wärmespeicher

Grundlage: Netzdienlich* gesteuerter 500 l Kombispeicher (thermische Kapazität: 7,2 kWh) in EFHs

Residualstromeinsparung:
2030: 0,3 TWh (ca. 60 kWh/a pro Speicher)
2040: 0,8 TWh ➔ ca. 80 on-shore WKA

CO_2-Emissions-Einsparpotenzial:
2030: 0,15 Mt_{CO2} ➔ 6 % der Emissionslücke des Gebäudesektors gem. Projektionsbericht 2023 (Mit-Weiteren-Maßnahmen Szenario MWMS)

Gründe der geringen Potentiale (im Verhältnis zu den notwendigen Investitionskosten):

- Überschüsse erneuerbarer nicht regelmäßig sondern phasenweise (➔ **geringe Zyklenzahl**)
- **Hohe Verluste** (33 % => geringe Speichereffizienz) durch niedrigere Erzeugereffizienz aufgrund der notwendiger Speicherübertemperaturen

* Speicher wird bei einem Überschuss an erneuerbaren Energien im Stromnetz statt nur auf 48 °C durch die Wärmepumpe auf 60 °C beladen

Gebäude- und WP-Simulationen

Flexibilitäten - Hybridwärmepumpen

Potentiale durch Hybrid-WP

Grundlage:

Netzdienlich* gesteuerte Hybrid-Wärmepumpen (Luft-Wasser Wärmepumpen mit unterschiedlichen Nenn-Systemtemperaturen (55/40 u. 70/55) sowie unterschiedlichen Varianten der Dimensionierung der Gas-Kessel)

*) Netzdienliche Regelung der Hybrid-WP:
Gaskessel wird aktiviert, wenn (CO2-Faktor stundenaktueller **Gesamt-Strommix** / stundenaktueller COP-Wärmepumpe) < (CO2 Faktor Erdgas * Effizienz Gasbrennwertkessel),

Nr.	Gebäudetyp	Wärmeschutz	WP-Typ	WP-Effizienz	Systemtemperaturen (VL/RL)		Zirkulationssystem	TWW-Nachtabschaltung
					HZ	WW		
V1	EFH	Bestand_mittel	Luft-WP	Standard	55/45	TWW48	Nein	Ja
V2	EFH	Bestand_mittel	Luft-WP	Standard	**70/55***	TWW48	Nein	Ja
V10	EFH	Bestand_mittel	**Hybrid-WP_50%**	Standard	**70/55**	TWW48	Nein	Ja
V11	EFH	Bestand_mittel	Hybrid-WP_**40%**	Standard	70/55	TWW48	Nein	Ja
V12	EFH	Bestand_mittel	Hybrid-WP_**30%**	Standard	70/55	TWW48	Nein	Ja
V13	EFH	Bestand_mittel	Hybrid-WP_**20%**	Standard	70/55	TWW48	Nein	Ja
V14	EFH	Bestand_mittel	**Hybrid-WP_50%**	Standard	**55/45**	TWW48	Nein	Ja
V15	EFH	Bestand_mittel	Hybrid-WP_**40%**	Standard	55/45	TWW48	Nein	Ja
V16	EFH	Bestand_mittel	Hybrid-WP_**30%**	Standard	55/45	TWW48	Nein	Ja
V17	EFH	Bestand_mittel	Hybrid-WP_**20%**	Standard	55/45	TWW48	Nein	Ja

Gebäude- und WP-Simulationen

Flexibilitäten - Hybridwärmepumpen

Schlussfolgerungen

- Selbst bei kleiner Auslegung der Luft-Wasser-Wärmepumpe (20 % Leistungsanteil im Auslegungsfall) können bis zu einer Jahresarbeitszahl einer alternativen monovalenten Luft-Wasser-Wärmepumpe von 3,1 durch **CO_2-optimiert gesteuerte Hybridwärmepumpen bis 2029 signifikante CO_2-Einsparungen** erzielt werden. Es ist davon auszugehen, dass die Hybridwärmepumpen weitestgehend **investitionskostenneutral** gegenüber monovalenten WP sind.
- Zur **Vermeidung von Lock-in Effekten** sollte jedoch sicher gestellt werden, dass Hybridwärmepumpen nur in Gebäude eingebaut werden, die so ausgelegt sind, dass die **Wärmepumpe spätestens bis 2040** (besser 2035) **nahezu 100 % der Heizarbeit** übernehmen ➔ Energetischer Sanierungsfahrplan
- Grobeinschätzung der CO_2-Einsparpotenziale für 2030: **0,04 Mt bis 0,07 Mt CO_2 ➔ 1,5-3 % der Emissionslücke** des Gebäudesektors gem. Projektionsbericht 2023 (Weiteren-Maßnahmen-Szenario MWMS)
- Jedoch: CO_2-optimiert gesteuerte Hybridwärmepumpen können **flexibel** auf den tatsächlichen Ausbaufortschritt der Erneuerbaren Energien reagieren, um immer die geringstmöglichen CO_2-Emissionen sicherzustellen und ggf. auch zu einer **Reduktion der Spitzenlast** beitragen.
  Bei **Verlangsamung der EE-Ausbaugeschwindigkeit**, insbesondere WKA, würden die erzielbaren Einsparpotenziale ansteigen.

Gebäude- und WP-Simulationen

Flexibilitäten

Fazit

1. Da sowohl die **Qualität** der Wärmepumpen als auch die **Systemtemperaturen** der Heizungs- und Warmwassersysteme einen **signifikanten Einfluss** auf den Gesamtstrombedarf und den wärmepumpenbedingten Anteil an der Reservekapazität haben, wird empfohlen, diese beiden Parameter bei **künftigen Energiesystemmodellierungen zu berücksichtigen**.

2. Die **Annahmen des Lastverschiebungspotenzials von Wärmepumpen durch Speicher sollten überprüft** werden. Diesbezüglich ist eine realistischere Abbildung der Speicher und deren Steuerung empfohlen, die den erhöhten Stromverbrauch, den die notwendige Speicher-Übertemperatur bedingt, berücksichtigt.

3. **CO_2-minimiert gesteuerte Hybridwärmepumpen sollten als Brückentechnik für kritische Gebäude mit hohen Systemtemperaturen** berücksichtigt werden, bei denen mittelfristig eine umfassende energetische Sanierung ansteht, die perspektivisch einen Verzicht auf einen Gaskesseleinsatz ermöglicht.

II. Realitätsnaher Energiebedarf

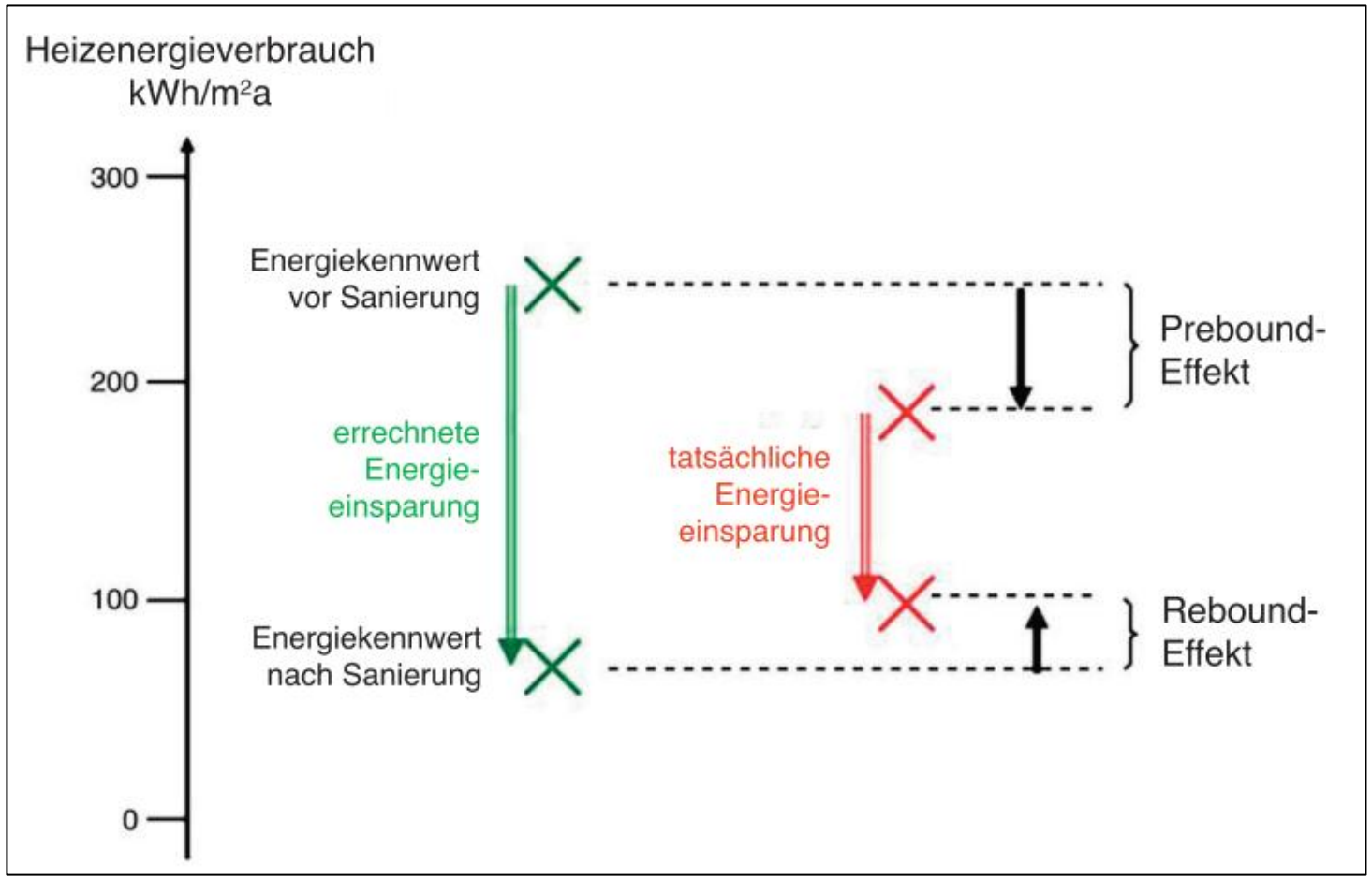
Realitätsnaher Energiebedarf

- **Kurzgutachten** beschäftigt sich mit **Abweichungen** zwischen dem
  - **normativ** rechnerisch ermittelten Energiebedarf (gemäß DIN V 18599 bzw. DIN V 4701-10/DIN V 4108-6 und GEG) und dem
  - **tatsächlich messbaren** Energieverbrauch.
- **Realitätsnahe Berechnung** des Energiebedarfs ist von **zentraler Bedeutung:**
  - Schafft Grundvoraussetzung für die **Quantifizierung der Einsparungen** von Sanierungsmaßnahmen
  - Ist damit zentral für die Planung der Energiewende im Gebäudebestand (u.a. **richtige Priorisierung von Maßnahmen/Gebäuden** (bspw. MEPS), richtige Ausrichtung der Förderlandschaft)

DIN/TS 18599:2025-10 noch nicht berücksichtig

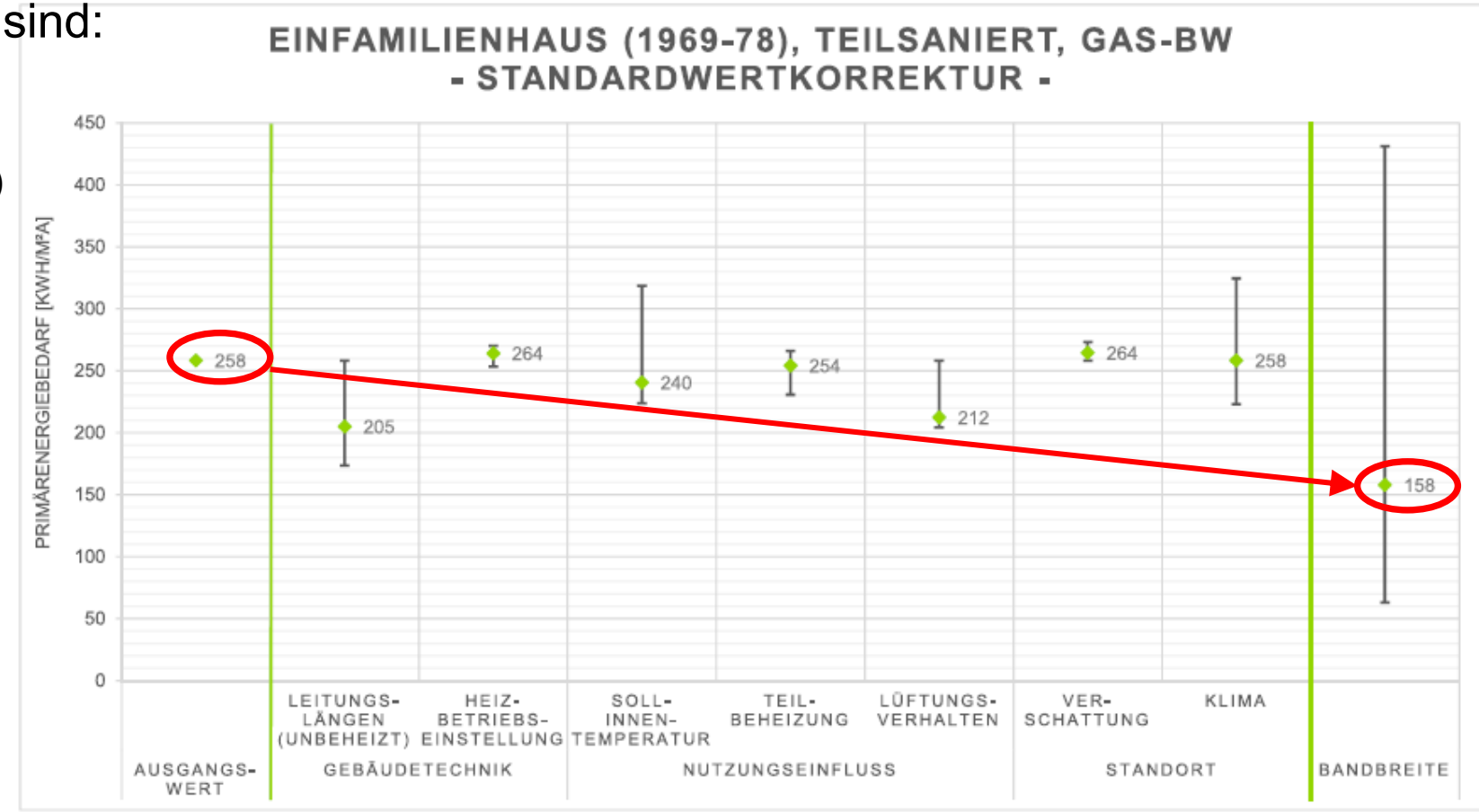
Realitätsnaher Energiebedarf

- **Hauptproblem**:
  - Im Sanierungsfall werden die **tatsächlich erreichbaren Energie- und THG-Einsparungen** aufgrund von zwei wesentlichen Effekten **überschätzt**:
    - **Preboundeffekt**: Rechnerischer Energiebedarf **vor einer energetischen Sanierung** höher als der reale Verbrauch. (vor Sanierung: B > V)
    - **Reboundeffekt**: Rechnerischer Energiebedarf **nach einer energetischen Sanierung** niedriger als der reale Verbrauch. (nach Sanierung: B < V)



Realitätsnaher Energiebedarf

- **Haupttreiber** der Prebound- und Reboundeffekte, die auf die **Standard-Randbedingungen der DIN V 18599** zurückzuführen sind:
  - **Gebäudetechnik**
    a) Leitungslängen (unbeheizt)
    b) Heizbetriebseinstellungen
  - **Nutzungseinfluss**
    a) Soll-Innentemperaturen
    b) Teilbeheizung
    c) Lüftungsverhalten
  - **Standort**
    a) Verschattung
    b) Klima



*Anmerkung: Gesamtabweichung mit realistischeren Standardrandbedingungen führt zu **158 im Vergleich zu 258 kWh/m²a** und liegt damit in einem ähnlichen Bereich wie [Loga et al., 2019] (-39%).*

Realitätsnaher Energiebedarf

- Schlussfolgerungen und **Empfehlungen zur Anpassung** der Standardwerte der DIN V 18599 / GEG

1. **Standard-Raumtemperatur:** Aktuell: 20°C ➔ Stattdessen eine variable Standard-Raumsolltemperatur von 18 bis 22°C als **lineare Funktion des Wärmeschutzes** (H'_T)
2. **Teilbeheizungsfaktor:** Aktuell: 25%/15% (EFH/MFH) ➔ Stattdessen variable mitbeheizte Flächen von 15-40% (EFH) bzw. 10-30% (MFH) als **lineare Funktion des Wärmeschutzes** (H'_T)
3. **Energetisch wirksamer Luftwechsel:** Aktuell: n_{ges} = 0,6-0,8 1/h ➔ Stattdessen für **Fensterlüftung eher etwa 0,24 1/h** ansetzen, um dem normalen Winter-Lüftungsverhalten während der Heizperiode zu entsprechen
4. **Standortspezifische Klimadaten:** Aktuell: Klimastandort Potsdam ➔ Stattdessen die aktuellen **Referenzklimadaten des Gebäudestandorts** verwenden (DWD-Datensätz DIN/TS 18599:2025-10 berücksichtigen
5. **Verschattung:** Aktuell: Fs = 0,9 ➔ Stattdessen entweder **realistischere Mittelwerte** einer typischen Vorstadt von Fs = 0,6 oder eine genaue Verschattungsberücksichtigung vorschreiben
6. **Leitungslängen:** Aktuell: **sehr wahrscheinlich strukturell zu hoch** ➔ Stattdessen realitätsnähere Werte vorgeben (ca. 30-50% der aktuellen Werte), um bauliche Optimierungen und kompaktere Gebäudetechnik anzureizen

- **Fazit**: Obige Anpassungen führen zu deutlich besserer Übereinstimmung mit Verbrauchswerten.

III. Ableitungen von (Politik-) Empfehlungen in Bezug auf WP-Anforderungen

Ableitung von Politikempfehlungen und Argumentation

Technische Aspekte

- **Installation, Einbindung und Einstellung**: Wärmepumpen weisen in Realität **strukturell höhere VL-Temperaturen als notwendig** auf → Diskrepanz zwischen notwendiger Mindesttemperatur und real eingestellter VL-Temperatur → richtiger Installation und Einstellung WP (inkl. hydraulischem Abgleich) ausreichend Aufmerksamkeit schenken
- **Warmwassererzeugung**: Art der **Warmwassererzeugung** (durch Wärmepumpe oder separat), Temperaturniveau Warmwassererzeugung und Anteil am gesamten Wärmeenergieverbrauch eines Gebäudes **wichtig für Effizienz** → Effizienzpotenziale bei Wahl einer auf Nutzungsfall zugeschnittenen Anlagenkonfiguration
- **Effizienter Betrieb**: Zahlreiche Faktoren können dazu führen, dass **eigentlich effiziente Wärmepumpe im laufenden Betrieb ineffizient** arbeitet → höherer Stromverbrauch; Mögliche Ursachen: Einstellungsfehler, Defekte oder Änderungen an Einbausituation → kontinuierliche Betriebsüberwachung.

Ableitung von Politikempfehlungen und Argumentation

Organisatorische Aspekte

- WP-Effizienz wird durch Zusammenspiel verschiedener Faktoren entlang der gesamten **Prozesskette** (Herstellung, Beratung, Planung, Installation, Inbetriebnahme, Übergabe und Überwachung) bestimmt
- **Markteintrittsbedingungen** müssen so sein, dass WP-Hersteller Anreize haben, **möglichst effiziente Geräte** anzubieten
- Auf **Nachfrageseite** Anreizstruktur notwendig, die sicherstellt, dass Hauseigentümer*innen sich für **möglichst effiziente Wärmepumpen** entscheiden
- **Planung und Auslegung**: geeignete **Wärmequelle** identifizieren und dimensionieren, geeignetes **Heizsystem** identifizieren und dimensionieren
- **Installation**: qualitativ hochwertige Einbindung in Heizsystem (**Einstellung Heizkurve, hydraulischer Abgleich**)
- Kontinuierliche **Überwachung**

Ableitung von Politikempfehlungen und Argumentation

○ Wahl der Wärmequelle

Ziel: **Anreizsetzung für Wärmequelle, die für den konkreten Einsatzfall Höchstmaß an Effizienz gewährleistet**	
Förderung der Erschließung effizienter Wärmequellen	Stärkere Spreizung der BEG-Fördersätze zwischen erdgekoppelten/Abwasser-Systemen und Luft-Wärmepumpen; die Fördersätze sollten so gewählt werden, dass es ökonomisch attraktiv ist, erdgekoppelte/Abwasser-Systeme zu wählen, wenn die räumliche/bauliche Situation vor Ort diese Systeme generell zulassen.

Ableitung von Politikempfehlungen und Argumentation

○ Effizienzsichernde Einbausituation

Ziel: Reduktion der notwendigen Heizsystemtemperatur	
Förderung Wärmeschutz	Wärmeschutzmaßnahmen an thermischer Gebäudehüllen senken Wärmeenergiebedarf eines Gebäudes → zur Beheizung notwendige VL-Temperatur kann i.d.R. abgesenkt werden kann. Politikinstrumente zur Förderung von Hüllflächensanierungen vorteilhaft für WP-Effizienz
Anreize für Flächenheizsysteme	Bei Kern-/ Vollsanierung Heizverteilsystem auf Flächenheizung umstellen; Umstellung auf Flächenheizungen durch BEG gefördert; prüfen, ob Förderbedingungen ausreichend hohe ökonomische Anreize setzen
Planung 1: Heizlastberechnungstools	Bei Bestandsgebäuden liegt oft keine raumweise Heizlastberechnung vor (Grundlage für Einschätzung, ob insb. unsaniertes Gebäude wärmepumpengeeignet ist bzw. ob/welche Maßnahmen geeignet wären, um die Eignung herzustellen) → benötigt werden Tools, die einfache Heizlastberechnung ermöglichen, niedrige Hemmschwelle zum Einsatz haben und Verbreitung dieser Tools unter Energieberatenden, InstallateurInnen und Planenden. Gleiches gilt für einfache Tools zur Unterstützung des hydraulischen Abgleichs.
Planung 2: Standard-Hydraulikkonzepte	Verbreitung und Anwendung von Standard-Hydraulikkonzepten (im Idealfall inkl. Beschränkung auf begrenzte Zahl Standardkonzepte) wäre wichtiges Element für notwendige Standardisierung des Planungs- und Installationsprozesses; Vorbild Wärmepumpen-Systemmodul (WPSM); Verwendung ließe sich mit Förderregime verknüpfen: Förderbonus, wenn Hauseigentümer*innen Nachweis erbringen, dass bei WP-Installation auf ein Standardkonzept zurückgegriffen wurde.
Planung 3: Standardlösungen für MFH + NWG	Bislang sehr selten WP in MFH und NWG: liegt insb. an oftmals komplexeren Quellerschließung und Anlagenkonfiguration; In beiden Bereichen wird Standardisierung der Lösungsoptionen (auch hier inkl. Standard-Hydraulikkonzepten) als Schlüsselelement für Marktdurchbruch gesehen

Ableitung von Politikempfehlungen und Argumentation

○ Effizientes Marktangebot und Sicherstellung geeigneter Gerätewahl

Ziele: Markttransformation in Richtung effizienterer Gräte, Identifizierung von und Entscheidung für Wärmepumpe, die für den konkreten Einsatzfall hohe Effizienz aufweisen	
Markttransformation 1: Verschärfung der Ecodesign-Anforderungen	Für WP gelten für Verkauf auf europäischem Markt Mindestanforderungen aus Ecodesign-Prozess: Anforderungen an Mindest-SCOP bzw. an η_s (ETAs) könnten sukzessive verschärft werden → klares Signal an Markt bei Bemühungen hinsichtlich weiterer Effizienzsteigerungen nicht nachzulassen.
Markttransformation 2: Verschärfung der Mindesteffizienzanforderung in der BEG-	BEG stellt Mindestanforderungen an Effizienz von WP; neben Mindestanforderungen an η_s (ETAs) sind WP so auszulegen, dass mindestens eine JAZ von 2,7 erreicht wird, Ab 01.01.2024 mindestens 3,0 → Anforderungen könnten weiter verschärft werden.
BEG: Differenzierte Fördersätze	Um Anreize zu setzen, dass sich Hauseigentümer*innen vorzugsweise für Geräte am oberen Effizienzrand entscheiden, könnten die Fördersätze im Sinne eines „Toprunner“-Ansatzes in der Form ausdifferenziert werden, dass z.B. die effizientesten 10% Gerätetypen einen zusätzlichen Förderbonus erhalten. Eine Alternative dazu wären gestaffelte Fördersätze in Abhängigkeit von der Geräteeffizienz.
Berater-Schulung	Ausweitung + Finanzielle Förderung der Schulung von Beratenden: Initiierung der Entwicklung eines Standard-Beratermoduls; das Konzept sollte auch Schulungen für Installateure beinhalten. Die Schulungen sollten sich nicht nur auf technische Aspekte konzentrieren, sondern auch Fragen einer guten Kundenansprache einbeziehen.

Ableitung von Politikempfehlungen und Argumentation

○ Installation, Einbindung und Einstellung

Ziele: Sicherstellung qualitativ guter Installation, Intensivierung von Ausbildungs- und Schulungsaktivitäten, Verbesserung der Qualifikationszuschnitte, Bereitstellung und Förderung installationsoptimierter Geräte	
Planung	Heizlastberechnungstools, Standard-Hydraulikkonzepte, Standardlösungen für MFH + NWG
Ausweitung der Fortbildungsinfrastruktur	Die großen Wärmepumpen-Hersteller bieten in regional verteilten Weiterbildungszentren Schulungsprogramme für Planende und Installateure an. Hinzu kommen weitere Aktivitäten wie Roadshows, Betriebsbesuche oder Online-Seminare. Aufgrund der begrenzten Kapazitäten ist eine deutliche Ausweitung notwendig. Dabei geht es auch um eine Ausweitung der Ausbildungsinfrastruktur, z.B. durch den Aufbau herstellerübergreifender regionaler Aus- und Fortbildungszentren.
Modernisierung der Ausbildungs- und Prüfungsordnungen	Eine stärkere Ausrichtung der SHK-Ausbildung auf die Heizungstechnik mit einer besonderen Schwerpunktsetzung auf Wärmepumpen könnte den Qualifizierungsgrad im Bereich der Heizungsbetriebe deutlich verbessern. Hierzu müssten die entsprechenden Ausbildungs- und Prüfungsordnungen angepasst werden.

Ableitung von Politikempfehlungen und Argumentation

○ Warmwassererzeugung

Ziel: Identifizierung einer passenden Konfiguration für die WW-Versorgung	
Alternativer Legionellenschutz	Finanzielle Anreize und mehr Informationen für alternativen Legionellenschutz (Ultrafiltration, chemische oder thermische Desinfektion).
WW-Frischwasserstationen	Anreize für WW-Frischwasserstationen
Zirkulation	Die Installation einer TWW-Zirkulation erfordert in der Regel ein Temperaturniveau ≥ 60°C (Legionellenschutz), geht damit zu Lasten der WP-Effizienz (wenn das TWW auch über die Wärmepumpe erzeugt wird) und führt gleichzeitig zu verhältnismäßig hohen Leitungsverlusten. Insbesondere bei Ein- und Zweifamilienhäusern sollte ernsthaft abgewogen werden (z.B. durch aktive Ansprache seitens Planender und InstallateurInnen), ob eine TWW-Zirkulation wirklich notwendig ist.

Ableitung von Politikempfehlungen und Argumentation

○ Effizienter Betrieb

Ziele: Sicherstellung kontinuierlicher Betriebskontrolle, verlässliche Effizienzüberwachung, Maximierung der Entdeckungswahrscheinlichkeit von Ineffizienzen	
Selbstlernende Regelalgorithmen	Selbstlernenden Regelalgorithmen unterstützen sowohl Installation als auch Betrieb einer WP. Anreize, WP verstärkt mit selbstlernenden Regelalgorithmen auszustatten, verringern Risiko von Ineffizienzen im laufenden Betrieb.
Integrierte Effizienzanzeige	Gemäß BEG müssen förderfähige Wärmerzeuger mit Energieverbrauchs- und Effizienzanzeige ausgestattet sein sowie Energieverbräuche und erzeugte Wärmemengen messtechnisch erfassen; ideal: Effizienzanzeige in Heizanlagen integriert (Teil der Fertigung); bei WP würde sich anbieten, Effizienzanzeige um Ampelanzeige zu ergänzen, um es Hauseigentümer*innen zu erleichtern, Ineffizienzen schnell zu entdecken; Festlegung nötig, über welche Parameter WP-Effizienz ermittelt werden muss (Mess- und Berechnungskonzept).
Erstinspektion	Beschlussempfehlung Ausschuss für Klimaschutz und Energie für GEG-Novelle Anfang Juli 2023: nach Inbetriebnahme einer WP nach einer vollständigen Heizperiode (spätestens 2 Jahre nach Inbetriebnahme) Betriebsprüfung: umfasst Reihe gesetzliche festgelegter Regelparameter. Betriebsprüfung muss für WP ohne Fernkontrolle spätestens alle 5 Jahre wiederholt werden. Ausführungsbestimmung: festlegen, woher Prüfer notwendigen Daten erhalten, u.a. sicherstellen, dass Prüfer Einsicht in Inbetriebnahmeprotokoll erhalten; regeln wie sich prüfen lässt, ob z.B. Heizkurve, Vor- und Rücklauftemperatur richtig eingestellt sind + Optimierung sicherstellen
Verpflichtenden Fernüberwachung	Einführung verpflichtender Fernüberwachung hätte Vorteil, dass Ineffizienzen i.d.R. schneller entdeckt werden als durch (un)regelmäßige Eigeninspektionen oder im Rahmen der jährlichen Wartung; Fernüberwachung seitens der Hersteller oder herstellerunabhängiger Dienstleister entlastet SHK-Handwerk; Um Fernüberwachung herstellerunabhängigen Dienstleistern zu ermöglichen, sollten relevante Schnittstellen vereinheitlicht werden.
Nachweis eines effizienten Betriebs	Um Anreiz zu erhöhen effizienten WP-Betrieb zu gewährleisten und regelmäßig Anlagenperformance zu prüfen Förderbonus denkbar (für Anlagenbetreiber oder Installateur); wird ausgezahlt, wenn nach Installation nach festgelegter Zeitspanne effizienter Betrieb nachgewiesen wird.

IV. Lösungsoptionen für Wärmepumpen in Bestandsgebäuden

Lösungsoptionen für Wärmepumpen in Bestandsgebäuden

- **Kurzgutachten** zeigt auf, wie sich **hauptsächlich technische Hemmnisse** beim Einbau von Wärmepumpen in Bestandsgebäuden **lösen lassen.**
- Hierzu wurden die **folgenden Kategorien** untersucht:
  - **Systemtemperatur** des Heizungssystems
  - **Bauliche** Einschränkungen
  - **Schallemissionen**

Lösungsoptionen für Wärmepumpen in Bestandsgebäuden

- Lösungsoptionen zur Senkung der **Systemtemperaturen**:
- Heizungssystem:
  - **Gebäudesanierung** (Reduktion des spez. Energieverbrauchs)
  - Austausch weniger **kritischer/unterdimensionierter Heizkörper** mit zu geringer Heizleistung (Bsp. „LowEx-Bestand“-Studie: JAZ-Erhöhung um 40% (2,0 auf 2,8) durch 7% Heizkörpertausch)
  - Einsatz von **Hybrid-WP** als Übergangslösung
  - **Optimale hydr. Einbindung** ins bestehende System (z.B. durch Verwendung standardisierter Installationsschemata)
- Trinkwarmwasser-System:
  - Integration einer **Ultrafiltrationsanlage** zur Filtration von Legionellen im Zirkulationsrücklauf (Bsp. „LowEx-Bestand“-Studie: JAZ-Erhöhung um 80% (1,8 auf 3,3)) ➔ eher perspektivisch
  - **Frischwasserstationen** (niedrigere Temp.) oder **Warmwasser-WP mit CO_2** als Kältemittel

Lösungsoptionen für Wärmepumpen in Bestandsgebäuden

- Lösungsoptionen für **bauliche Einschränkungen** (1/2):
- Reihenhäuser:
  - **Zentrale Luft-Wasser-Wärmepumpe** errichtet direkt vor dem Haus
  - **Mehrere Sole-Wärmepumpen** für mehrere Häuser (~10), die an ein Nahwärmenetz angeschlossen sind, das Energie au einer Erdquelle mit mehreren geothermischen Bohrungen bezieht
  - **Innenaufstellung** einer Luft/Wasser-Wärmepumpe
  - Aufstellung im **Dachraum**
- Mehrfamilienhäuser (**zentrale WP**):
  - Zentrale Luftwärmepumpe errichtet auf dem **Flachdach**.
  - Sole-Wärmepumpe mit Erdsonde(n) im **Innenhof**, ggf. „**tiefe Erdsonden**“ bei Platzmangel
  - Wärmepumpe mit **Abwasserkanal-Wärmetauschern**
  - Einbau in **Dachböden**

Lösungsoptionen für Wärmepumpen in Bestandsgebäuden

- Lösungsoptionen für **bauliche Einschränkungen** (2/2):
- Mehrfamilienhäuser (**dezentrale WP**):
  - Dezentrale WP mit **einer zentralen Wärmequelle** (z.B. Luft auf dem Dach)
  - Dezentrale WP mit einer **zentraler gewerblicher Abwärmequelle**
  - Dezentrale WP mit **Außenluft als Wärmequelle**, indem die **Luftwärmepumpe als Monoblock** in einen Nebenraum (Hauswirtschaftsraum, Küche, Bad) pro Etage oder Wohnung gestellt wird.
  - Nutzung **weiterer Wärmequelle**n: **Abluft** (z.B. aus Entlüftung innenliegender Bäder), Photovoltaisch-Thermische Kollektoren (**PVT-Kollektoren**), **Eisspeicher**.
  - **Kombination mehrerer Wärmequellen**, um z.B. kleinere Erdsonden und Nutzung der Umgebungsluft zu ermöglichen (➔ geringere Schallemissionen)

Lösungsoptionen für Wärmepumpen in Bestandsgebäuden

- **Lösungsoptionen für Schallemissionen:**
  - Einsatz einer **leisen Wärmepumpe**
  - Installation von **schalldämmenden Wandpaneelen oder –zäunen**
  - Professionell hergestellte **Schallschutzgehäuse**
  - **Kompressor-Schallschutzhüllen**

Lösungsoptionen für Wärmepumpen in Bestandsgebäuden

Zusammenfassung

- Die allermeisten Hemmnisse in rund **80 % der Wohngebäude** sind mit zumutbarem Aufwand **überwindbar**.
- Lediglich in einem kleinen Bereich stellt die technische Unzumutbarkeit ein relevantes Hemmnis dar.
- Diese Fälle sind jedoch die absolute Minderheit, für die entsprechende Ausnahmetatbestände vorgesehen werden sollten.

Dr. Kjell Bettgenhäuser
Director | Energy, Sustainability & Infrastructure
E: kjell.bettgenhaeuser@guidehouse.com
T: +49 173 52 11 568

Danke Ihnen!