

# Zukunftssichere Heizungskonzepte für den Bestand - Fokus Pfarr- und Gemeindehäuser

## Praxistag "Umwelt- und Energiemanagement in sächsischen Kirchgemeinden" 2022 in Schmochtitz

19.11.2022, 11:00 Uhr bis 11:40 Uhr,  
Bildungsgut Schmochtitz Sankt Benno  
Schmochtitz 1; 02625 Bautzen

Ihr Referent: Uwe Kluge

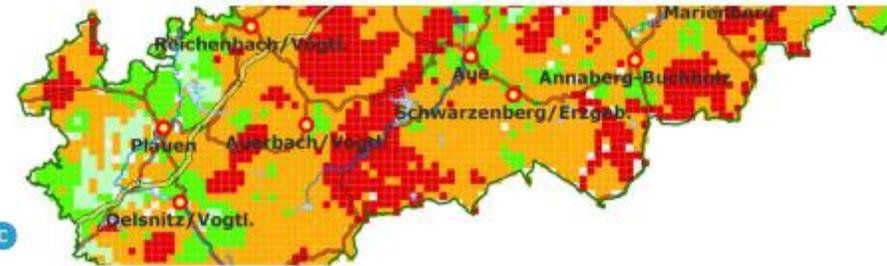


# Sächsische Energieagentur – SAENA GmbH jetzt auch baufachliche Radonberatung

Kostenfreie Initialberatung

- zur Radonsituation in Sachsen
- zu [Pflichten von Gebäudeerrichtern](#)  
den Zutritt von Radon aus dem Baugrund zu verhindern oder erheblich zu erschweren
- [Pflichten von Arbeitgebern](#)  
zu Messung in Radonvorsorgegebieten
- zu baulichen Möglichkeiten der Verhinderung bzw. Minimierung von Radon in Häusern

[www.saena.de](http://www.saena.de) → Radonberatung



## Radonberatung

Sie sind Arbeitgeber und haben Räume in Erd- bzw. Kellergeschossen, in denen sich Ihre Mitarbeiter länger aufhalten? Sie haben erhöhte Radonkonzentrationen gemessen? Unsere Berater zeigen Ihnen baufachliche Möglichkeiten auf, diese Situation zu verbessern.

Seit 2018 besteht für Bauplaner die Verpflichtung den Schutz vor Radon in Gebäuden zu berücksichtigen (§ 123 StrlSchG). Des Weiteren wurden im Dezember 2020 **Radonvorsorgegebiete** entsprechend § 121 StrlSchG für Sachsen veröffentlicht. Daraus ergibt sich zunehmend ein Beratungsbedarf für Betroffene.

Für allgemeine Fragen zur Radioaktivität, zu **Radon** und spezifische Fragen zur Radonmessung steht in Sachsen die **Radonberatungsstelle der BFUL** zur Verfügung. Die SAENA hat Fachkompetenz im Bereich des Nachhaltigen Klimaschutzes und der Steigerung der Energieeffizienz im Gebäudebereich. Die fachlichen Berührungspunkte und Parallelen beim radonsicheren und energieeffizienten Bauen und Sanieren bewegt das **Sächsische Staatsministerium für Energie, Klimaschutz, Umwelt und Landwirtschaft** die baufachliche



Beratertelefon:  
0351-4910-3179  
» Alle Beratungsangebote

# Agenda

- **sehr wahrscheinliche** gesetzliche Auflagen beim Heizungstausch
- Heizungsanlagen im Bestand und deren Ertüchtigung/ EE-Ergänzung
- Überblick über die Fördermöglichkeiten im Rahmen der BEG-EM
- Fallbeispiele

## Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der Fraktion der CDU/CSU

Ab wann plant die Bundesregierung ein Inkrafttreten von Effizienzanforderungen für bestehende Heizungsanlagen und Effizienzmindeststandards für Bestandsgebäude?

..... Der Entwurf der Kommission schlägt vor, dass die Mitgliedstaaten dafür sorgen, dass die am schlechtesten gedämmten Gebäude bestimmte Effizienzklassen erreichen müssen. Die Bundesregierung unterstützt das Fit-for-55-Paket. Sie plant, die dann auf EU-Ebene vereinbarten Vorgaben der EPBD umgehend umzusetzen. Wie genau diese EU-Vorgaben am Ende aussehen und wie sie durch die Mitgliedstaaten umzusetzen sind, steht noch nicht fest, da die Richtlinie noch verhandelt wird (siehe oben). Darüber hinaus ist im Koalitionsvertrag vereinbart worden, dass künftig beim Austausch von Heizungen möglichst jede neu eingebaute Heizung 65 Prozent erneuerbare Energien nutzen soll. Der Koalitionsausschuss hat beschlossen, dass diese Vorgabe bereits für alle Heizungen **ab dem 1. Januar 2024** gelten soll.

# Heizungssysteme für Bestandsgebäude nach „Konzeptpapier 65% EE beim Einbau von neuen Heizungen ab 2024“

- **Monovalent:**

- Luft-Wasser Wärmepumpe (LW WP)
- Sole-Wasser Wärmepumpe (SW WP)
- Wasser-Wasser Wärmepumpe (WW WP)
- Gas mit min. 65% erneuerbaren Gasanteil
- Pelletheizung
- Holzhackschnitzel
- Fernwärme/ Nahwärme

7 Varianten

- **Bivalent (bei 2 Erzeugern!):**

- LW WP + Solarthermie/ Gas/ Holzhackschnitzel/ Pellets
- SW WP + Solarthermie/ Gas/ Holzhackschnitzel/ Pellets
- WW WP + Solarthermie/ Gas/ Holzhackschnitzel/ Pellets

12 Kombinationen

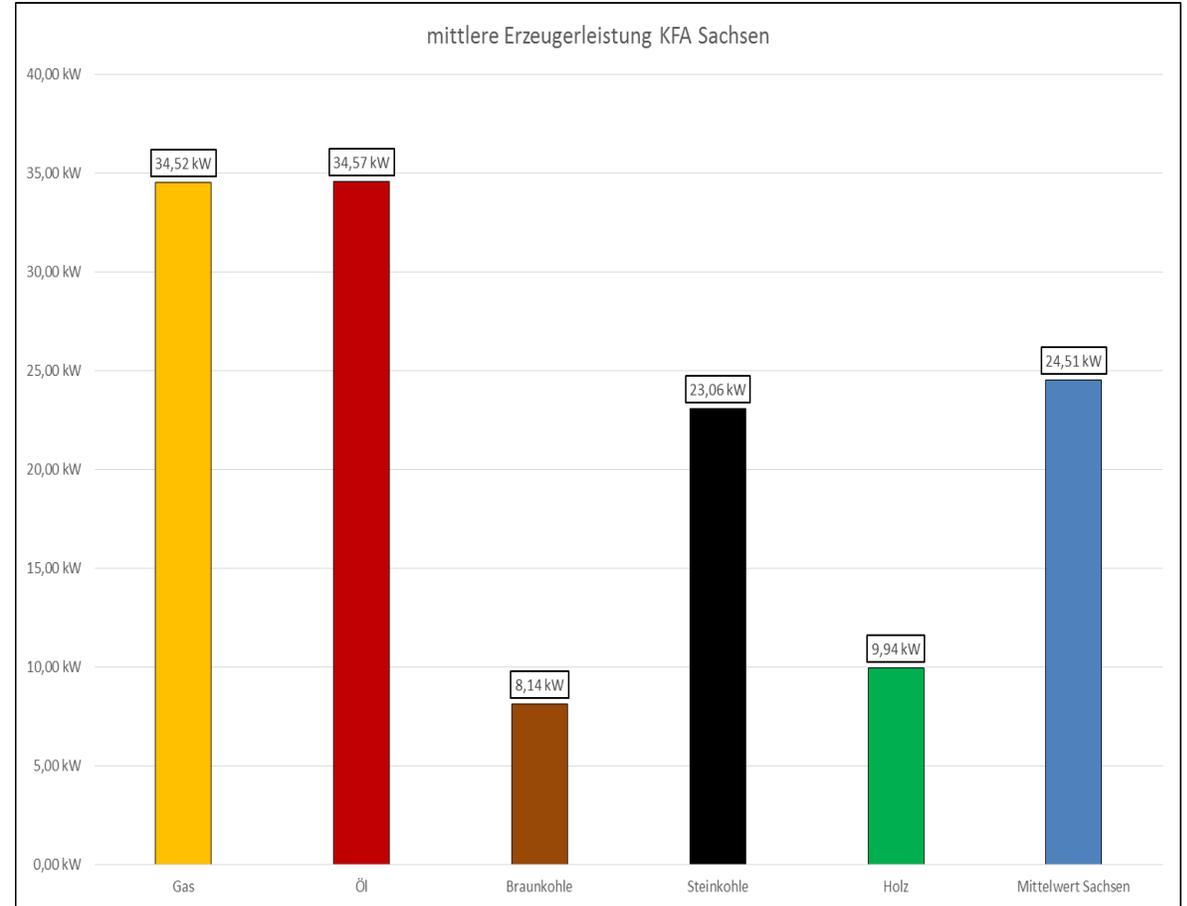
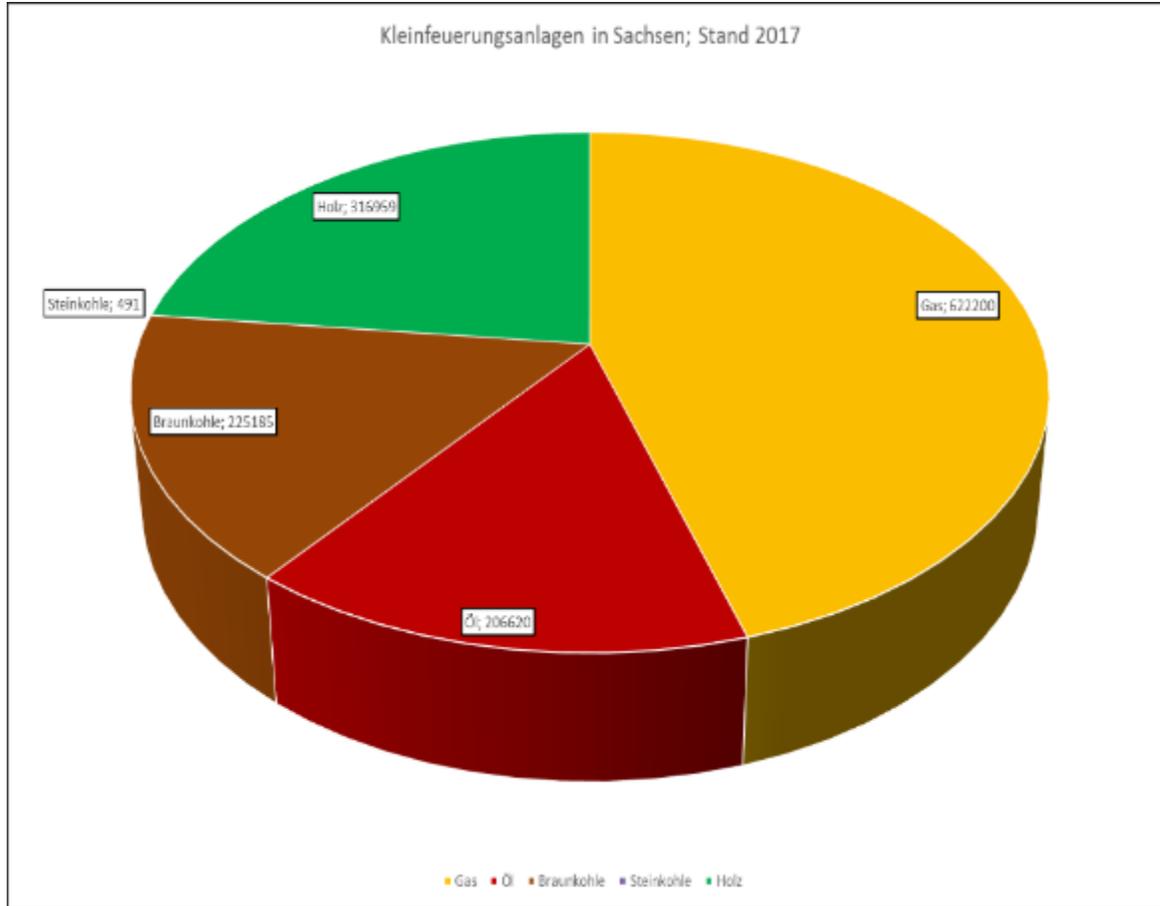
# Was wird im Bereich Wärme gebraucht?

## - Bund setzt auf

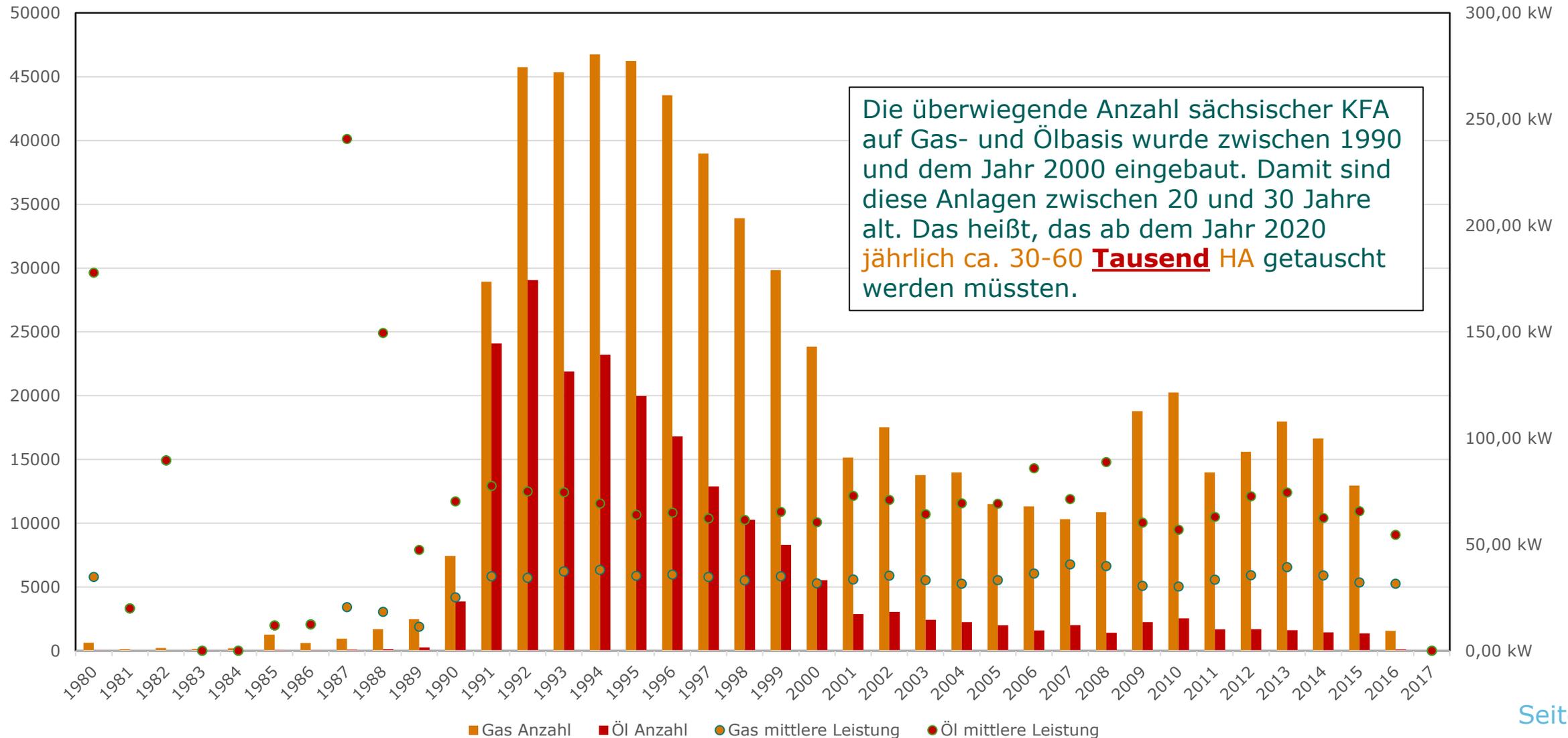
- bei dezentralen Lösungen **Wärmepumpen** (bzw. Hybrid),
  - bei monovalentem Betrieb dafür jedoch Niedertemperaturverteilsysteme + gewisser Dämmstandard erforderlich
  - im Hybridbetrieb mit Gas auch für Auslegungstemperaturen 70 °C//50 °C bzw. 70°C//55 °C geeignet
- sowie **Fernwärmeversorgung**
  - Netztemperaturabsenkung und Niedertemperaturnetze
  - KWK (H2-ready)
  - sukzessive anteilig mit EE (Abwärme, thermische Reststoffverwertung, Solarthermie, Pellets etc.)

Ein paar Gedanken zu  
Heizungsanlagen **im Bestand**  
und deren **Ertüchtigung/ EE-**  
**Ergänzung**

# Auswertung Kleinfeuerungsanlagen Sachsen (Stand 2017)

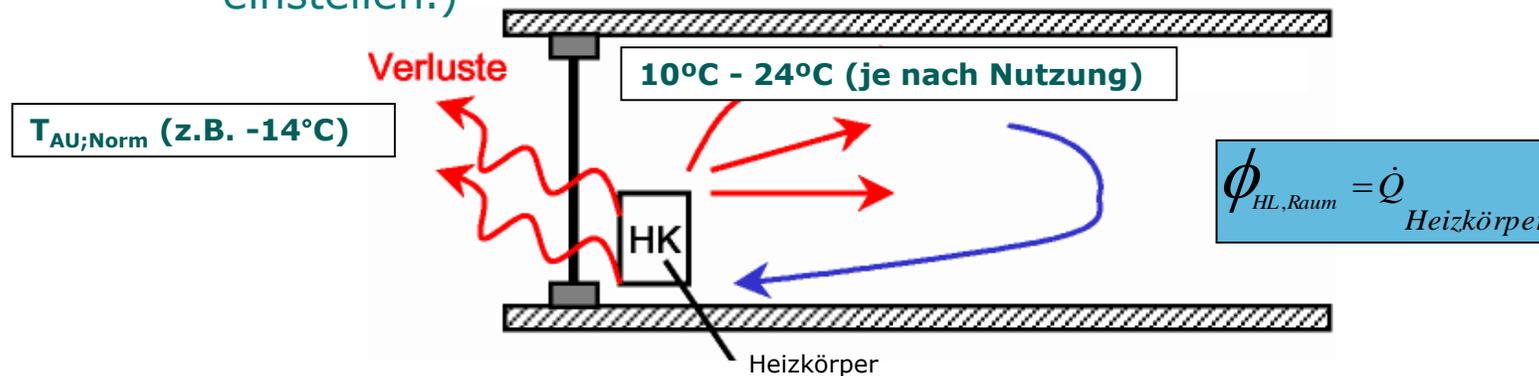


# Auswertung Kleinfeuerungsanlagen Sachsen (Stand 2017)



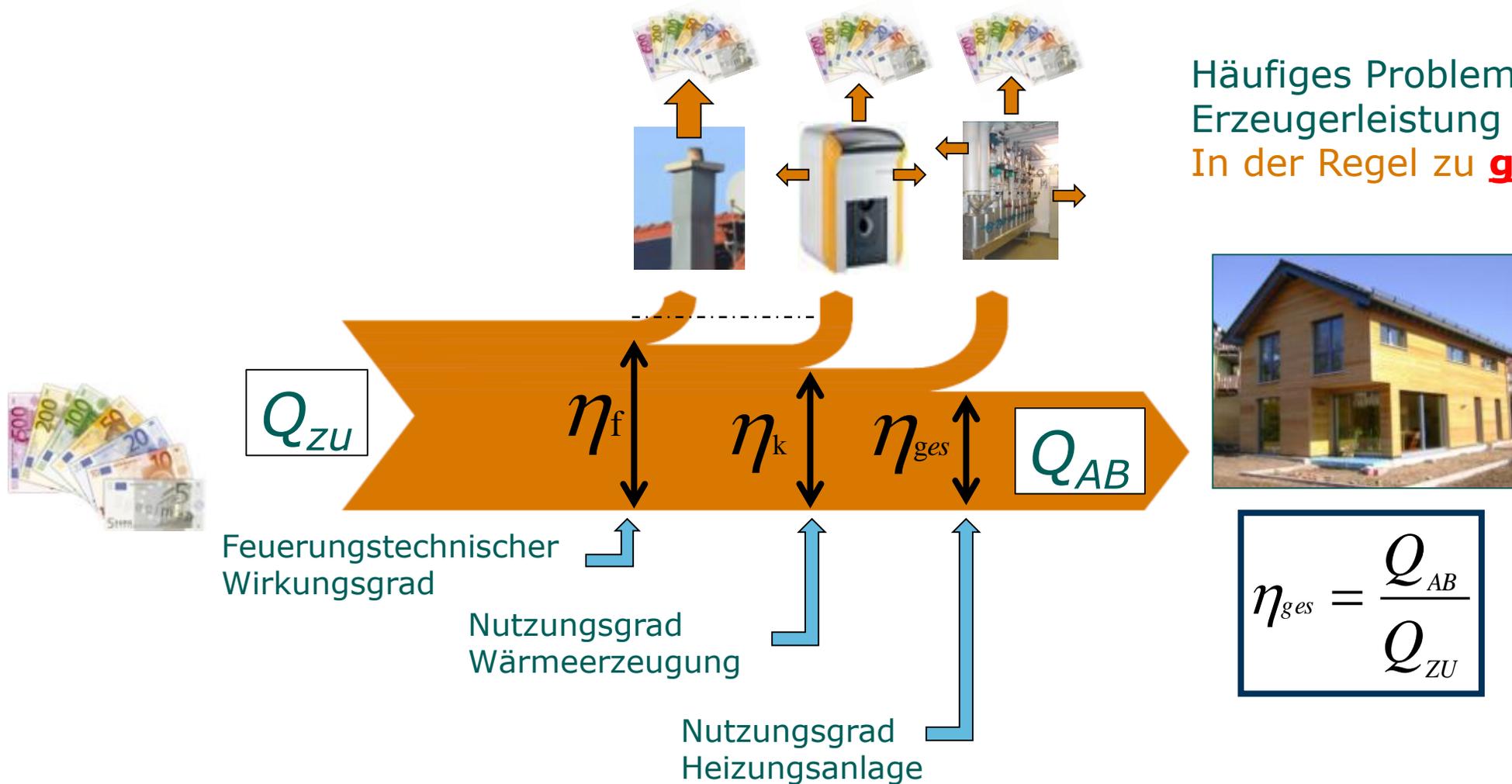
# Auslegung von Heizungsanlagen – Berechnung eines thermischen Gleichgewichtszustandes

1. Ermittlung der Normheizlast nach DIN EN 12 831  
(Als Norm-Wärmebedarf eines Raumes wird die Wärmeleistung bezeichnet, die dem Raum unter Norm-Witterungsbedingungen zugeführt werden muss, damit sich die geforderten Norminnenbedingungen einstellen.)



- ⇒ statisches Berechnungsverfahren da nur der stationäre Zustand berechnet wird
- ⇒ es erfolgt eine Auslegung auf den Extremfall
- ⇒ die Möglichkeiten der Definition von Aufheizzeiten werden aus Kostengründen (größere Heizflächen) kaum genutzt.

# Energieverbrauch- Bilanz Wärmeversorgung



Häufiges Problem:  
Erzeugerleistung passt nicht zur Last.  
In der Regel zu **großer Erzeuger!**



$$\eta_{ges} = \frac{Q_{AB}}{Q_{ZU}}$$

$$\dot{Q} = \dot{m} \times c_p \times (T_v - T_r)$$

Eine bestimmungsgemäßer Betrieb einer Heizungsanlage unter Auslegungsbedingungen ist nur möglich, wenn die Masseströme im gesamten hydraulischen Netz bedarfsgerecht abgeglichen sind.

## == Hydraulischer Abgleich !

Die hierfür infrage kommenden Bauteile bauen i.d.R. Drucküberschüsse ab!



Hydraulischer Abgleich  
für Heizungssysteme

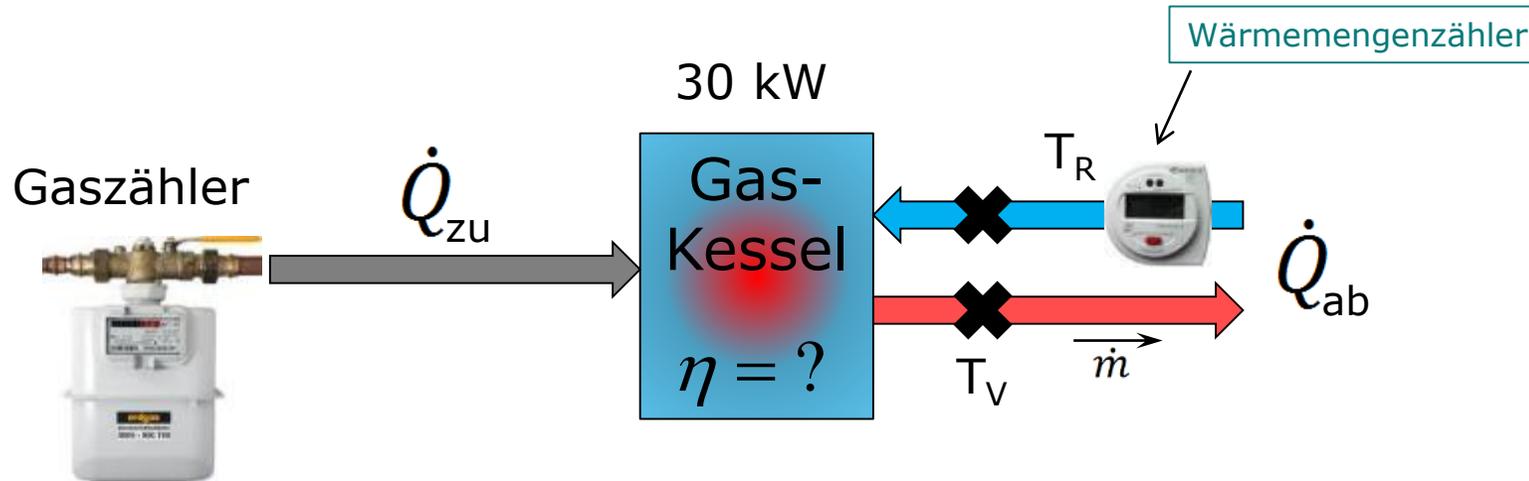
MACH MIT.  
BAU NACHHALTIG.  
Energieeffizientes Bauen in Sachsen

saena  
Sächsische  
Energieagentur GmbH

# Wie ermittelt man die Energieeffizienz einer Anlage?

Beispiel Gaskessel:

$$\dot{Q} = \dot{m} \times c_p \times (T_v - T_r)$$



$$\eta_{ges} = \frac{Q_{AB}}{Q_{ZU}} = \frac{52.097 \text{ kWh}}{86.828 \text{ kWh}} = 0,60 = 60 \% \quad \text{Verlust: ca. 40\%}$$

**Ist-Zustand bekannt => Vergleich mit einer alternativen Variante möglich!**

# Heizungsoptimierung im Rahmen der BEG-EM

## Allgemeine Voraussetzungen für eine Förderung:

- Das Mindestalter des Wärmeerzeugers muss 2 Jahre betragen.

## förderfähige Leistungen (Auszug)

- Der Ersatz von Heizungs-Umwälzpumpen (Nass- und Trockenläuferpumpen) und Warmwasser-Zirkulationspumpen durch hocheffiziente Pumpen
- Analyse des Ist-Zustandes, z. B. nach DIN EN 15378
- Die **Durchführung eines hydraulischen Abgleichs** bei bestehenden Heizsystemen.
  - Voreinstellbare Thermostatventile, Einzelraumtemperaturregler, Strangreguliertventile und Differenzdruckregler, Strangdifferenzdruckregler
- Separate Mess-, Regelungs-, Steuerungstechnik und Benutzerinterfaces
- Einstellung der Heizkurve
- Ersatz und erstmaliger Einbau von Pufferspeichern, Umbau des Verteilsystems zur bedarfsgerechten Anpassung der Wasserumlaufmengen

# Heizungsoptimierung

## förderfähige Leistungen (Auszug)

- In Einrohrsystemen Maßnahmen zur Volumenstromregelung; Umbau von Ein- in Zweirohrsysteme
- Nachträgliche Wärmedämmung ungedämmter oder unzureichend gedämmter Wärmeverteilungen
- Erstmaliger Einbau von Flächenheizsystemen und Heizleisten (System-Vorlauftemperaturen  $\leq 35 \text{ °C}$ ) inklusive Anpassung oder Erneuerung von Rohrleitungen
- Austausch von Heizkörpern durch Niedertemperaturheizkörper (Vorlauftemperatur  $\leq 55 \text{ °C}$ )
- **Austausch von "kritischen" Heizkörpern zur Systemtemperaturreduzierung**
- Umstellung des Trinkwarmwassersystems, das heißt Integration in die Heizungsanlage, inklusive notwendiger Sanitärarbeiten wie Austausch der Armaturen
- Elektronisch geregelte Durchlauferhitzer (*z.T. erhebliche Erhöhung der el. Anschlussleistung!*)
- Smart Metering-Systeme (ohne Endgeräte und ohne Unterhaltungstechnik)
- Wärmemengenzähler
- Anschluss an eine Breitbandverkabelung, Leerrohre, Kabel (z. B. Lichtwellenleiter, CAT 7) für Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik sowie für Smart Metering-Systeme

# Abschätzung der Heizlast über den Monatsverbrauch (**ungenau !**)

Monat	mittl. monatl. Aussentemperatur	Heizwärme	Anzahl Stunden im Monat	mittl. stündl. Heizlast in kW	Anteil Heizwärme in Prozent
Januar	-2,86 °C	2.580 kWh	744 h	3,47 kW	21%
Februar	0,37 °C	1.964 kWh	672 h	2,92 kW	16%
März	4,82 °C	1.614 kWh	744 h	2,17 kW	13%
April	12,99 °C	546 kWh	720 h	0,76 kW	4%
Mai	14,16 °C	461 kWh	744 h	0,62 kW	4%
Juni	14,96 °C	322 kWh	720 h	0,45 kW	3%
Juli	18,84 °C	72 kWh	744 h	0,10 kW	1%
August	19,59 °C	47 kWh	744 h	0,06 kW	0%
September	15,61 °C	273 kWh	720 h	0,38 kW	2%
Oktober	8,01 °C	1.214 kWh	744 h	1,63 kW	10%
November	7,45 °C	1.238 kWh	720 h	1,72 kW	10%
Dezember	-0,03 °C	2.233 kWh	744 h	3,00 kW	18%
<b>Summe</b>		<b>12.569 kWh</b>	<b>8760 h</b>		<b>100%</b>

↑  
 monatliche  
 mittlere  
 Aussentemperatur

↑  
 monatlich  
 abgelesene  
 Verbräuche

↑  
 Quotient  
 Heizwärme/Stunden

## Hilfestellung:

1 m<sup>3</sup> Erdgas = ca.  
 10 kWh  
 1 Liter Heizöl = ca.  
 9,97 kWh

## mittlere monatliche Außentemperaturen

⋮

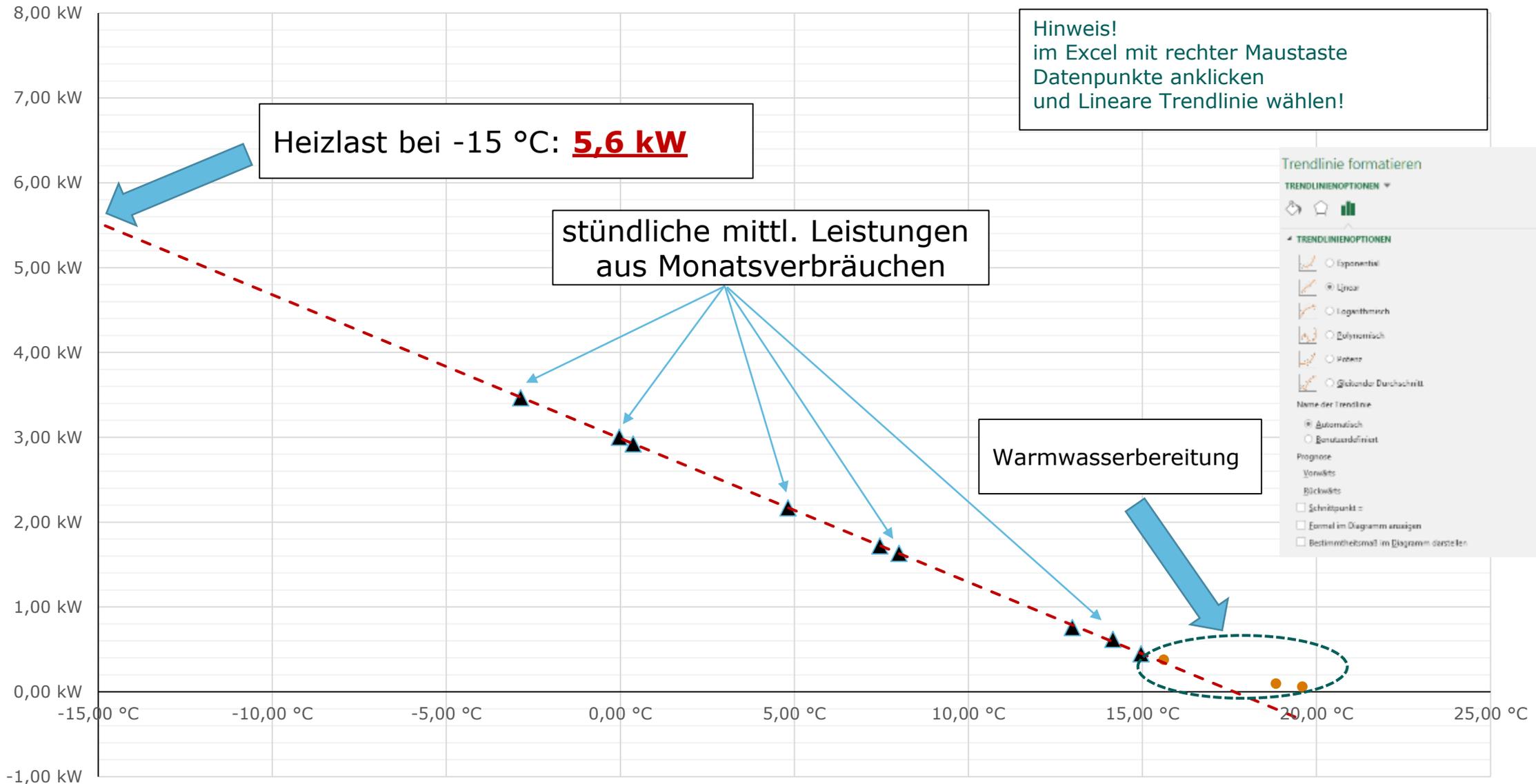
Exel Tool - Klimadaten  
 deutscher Stationen



Deutscher Wetterdienst,  
 Offenbach - www.dwd.de

<https://www.iwu.de/fileadmin/tools/gradtagzahlen/Gradtagzahlen-Deutschland.xlsx>

## Schätzung der Jahresheizlast mittel Excel (Trendlinie hinzufügen)



# BEG – Förderung Einzelmaßnahmen

Einzelmaßnahmen zur Sanierung von Wohngebäuden (WG) und Nichtwohngebäuden (NWG)		Fördersatz	Fördersatz mit Heizungs-Tausch-Bonus	Fachplanung
Gebäudehülle <sup>1</sup>	Dämmung von Außenwänden, Dach, Geschossdecken und Bodenflächen; Austausch von Fenstern und Außentüren; sommerlicher Wärmeschutz	15 %		
Anlagentechnik <sup>1</sup>	Einbau/Austausch/Optimierung von Lüftungsanlagen; WG: Einbau „Efficiency Smart Home“; NWG: Einbau Mess-, Steuer- und Regelungstechnik, Raumkühlung und Beleuchtungssysteme	15 %		
Heizungsanlagen	Solarthermieanlagen	25 %		
	Wärmepumpen <sup>3</sup>	25 %	35 %	50 %
	Biomasseanlagen <sup>2</sup>	10 %	20 %	
	Innovative Heizanlagen auf EE-Basis	25 %	35 %	
	EE-Hybridheizungen mit Biomasseheizung <sup>2,3</sup>	20 %	30 %	
	EE-Hybridheizungen ohne Biomasseheizung <sup>3</sup>	25 %	35 %	
	Errichtung, Erweiterung, Umbau eines Gebäudenetzes Mindestens 55 % Anteil EE im Wärmemix	25 %		
	Anschluss an ein Gebäudenetz Mindestens 25 % Anteil EE im Wärmemix	25 %	35 %	
	Anschluss an ein Wärmenetz Mindestens 25 % Anteil EE im Wärmemix oder Primärenergiefaktor höchstens 0,6	25 %	35 %	
Heizungsoptimierung <sup>1</sup>		15 %		

<sup>1</sup> iSFP-Bonus: Bei Umsetzung einer Sanierungsmaßnahme als Teil eines im Förderprogramm „Bundesförderung für Energieberatung für Wohngebäude“ geförderten individuellen Sanierungsfahrplanes (iSFP) ist ein zusätzlicher Förderbonus von 5 % möglich.

<sup>2</sup> Innovationsbonus Biomasse: Bei Einhaltung eines Emissionsgrenzwertes für Feinstaub von max. 2,5 mg/m<sup>3</sup> ist ein zusätzlicher Förderbonus von 5 % möglich.

<sup>3</sup> Wärmepumpen-Bonus: Wenn als Wärmequelle Wasser, Erdreich oder Abwasser erschlossen wird, ist ein zusätzlicher Förderbonus von 5 % möglich.

Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA)

Dieses Werk ist lizenziert unter einer Creative Commons Namensnennung - Keine Bearbeitungen 4.0 International Lizenz (CC BY-ND4.0)

Stand: 15. August 2022

# BEG-Förderung - Anlagen zur Wärmeerzeugung (im Bestand)

## Antragsberechtigt sind u.a.:

- Privatpersonen und Wohnungseigentümergeinschaften
- freiberuflich Tätige und Wohnungsbaugenossenschaften
- kommunale Gebietskörperschaften, kommunale Gemeinde- und Zweckverbände
- Körperschaften und Anstalten des öffentlichen Rechts z.B. Kammern oder Verbände
- gemeinnützige Organisationen **einschließlich Kirchen**
- Unternehmen, einschließlich Einzelunternehmer und kommunale Unternehmen

## Antragstellung: (alle Infos im [Merkblatt zur Antragsstellung](#))

- erfolgt Online beim BEG EM über ein [elektronische Antragsformular](#)
- **vor Beginn der Maßnahme** (Planung und Erschließung z.B. für Gas und WP möglich)
- Antragstellung kann vom Bauherr oder einen Bevollmächtigten durchgeführt werden. Dazu ist das Hochladen einer ausgefüllten [Vollmacht](#) erforderlich.

## Anpassung der BEG – Förderung zum 07/2022 und 09/2022

- Absenkung der Fördersätze im Mittel um 5 %
- **Streichung** der Förderung von Gas Hybridheizungen
- Für den Austausch von funktionstüchtigen Öl-, Kohle- und Nachtspeicherheizungen wird ein Bonus von 10 % gewährt
- Für den Austausch von funktionstüchtigen Gasheizungen wird ein Bonus von 10 %, wenn:
  - deren Inbetriebnahme zum Zeitpunkt der Antragsstellung mindestens 20 Jahre zurückliegt. Für Gasetagenheizungen wird der Bonus unabhängig vom Zeitpunkt der Inbetriebnahme gewährt.
  - nach dem Austausch darf das Gebäude nicht mehr mit fossilen Brennstoffen im Gebäude oder gebäudenah beheizt werden.
- Die Förderung der Heizungsoptimierung wird begrenzt auf Bestandsgebäude mit höchstens fünf Wohneinheiten bzw. bei Nichtwohngebäuden auf höchstens 1 000 Quadratmetern beheizter Fläche.

## BEG-Förderung - Anlagen zur Wärmeerzeugung (im Bestand)

### Förderfähige Wärmeerzeuger und max. Zuschusshöhen:

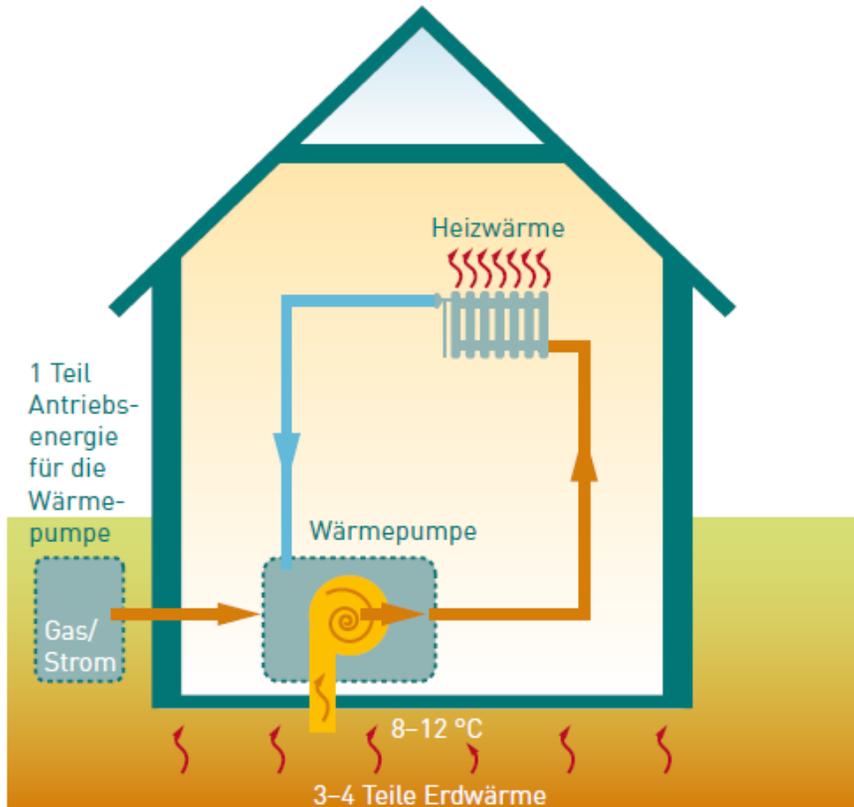
- Solarkollektoranlage = 25 %
- Wärmeübergabestation eines Netzes (mit mind. 25 % EE) = 25 % bzw. 35 % (TB)
- Wärmeübergabestation eines Netzes (mit mind. 55 % EE) = 25 %
- Wärmepumpe = 25% bzw. 35 % mit Tausch Bonus (TB)
- Biomasseheizung = 10 % bzw. 20 % (TB) mit Innovationsbonus = 15 /25 %
- Innovative Heizungstechnik auf Basis EE = 25% bzw. 35 % (TB)
- EE-Hybridheizungen mit Biomasse = 20% bzw. 30% (TB)
- EE-Hybridheizungen ohne Biomasse = 25% bzw. 35% (TB)
- EE-Hybridheizungen mit Innovationsbonus + 5 %

**! keine Förderung mehr für Gashybridheizungen mit EE**

# Wärmepumpen als Heizsystem allgemein

## Wärmepumpentypen nach Typ der Wärmequelle

- der Außenluft: Luft-Wasser-Wärmepumpe
- dem Erdreich: Sole-Wasser-Wärmepumpe
- dem Grundwasser: Wasser-Wasser-Wärmepumpe



Beispiel:  
COP = 4

Wärmeleistung aus  
der Umwelt: 3 kW

aufgewendete  
Leistung: 1 kW

abgegebene Heiz-  
leistung: 4 kW

Beispiel:  
JAZ = 4

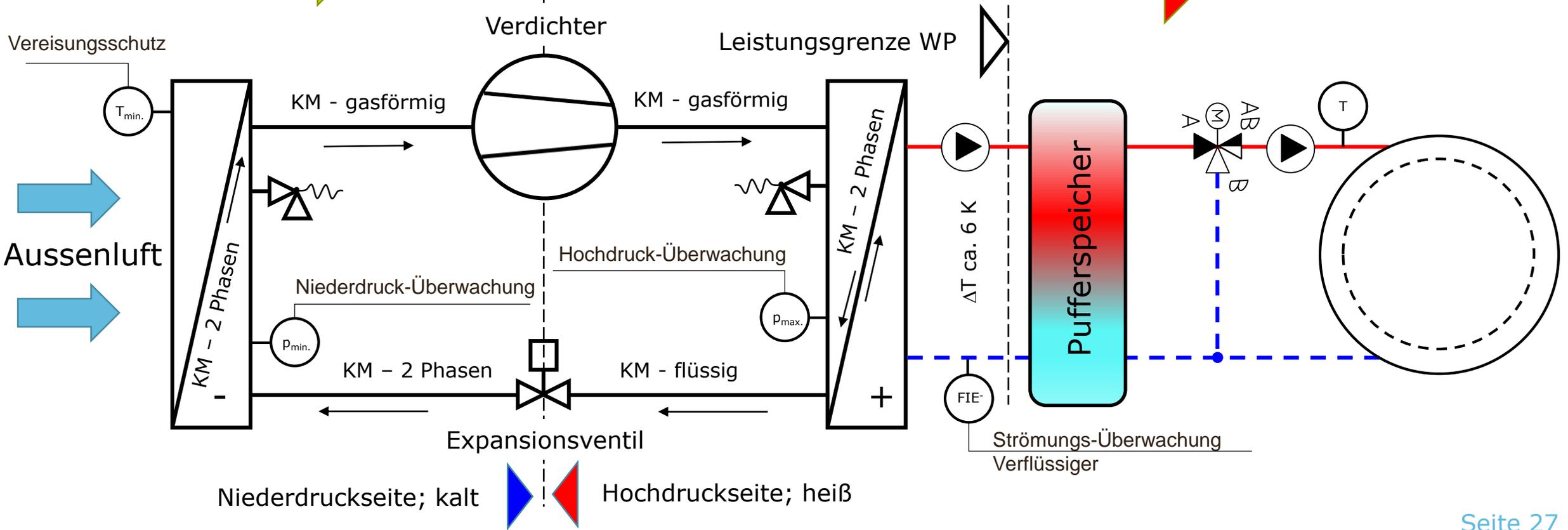
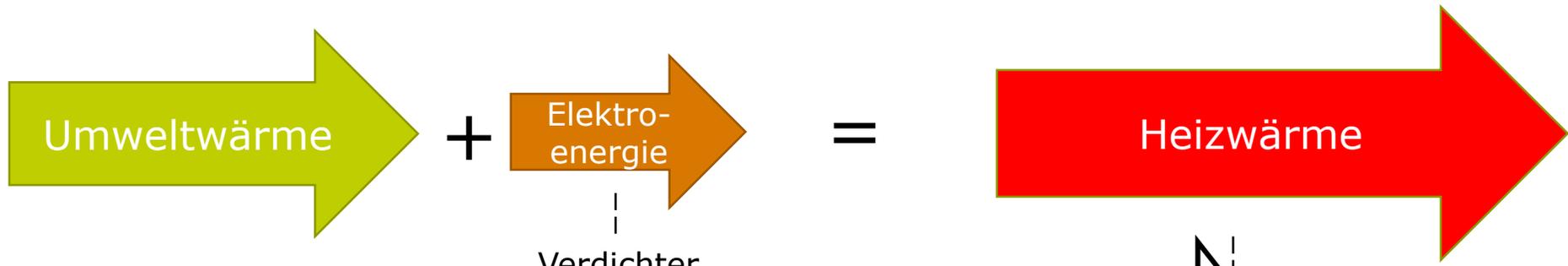
der Umwelt über 1 Jahr  
entzogene Wärme:  
3.000 kWh

über 1 Jahr aufgewendete  
Antriebsenergie: 1.000 kWh

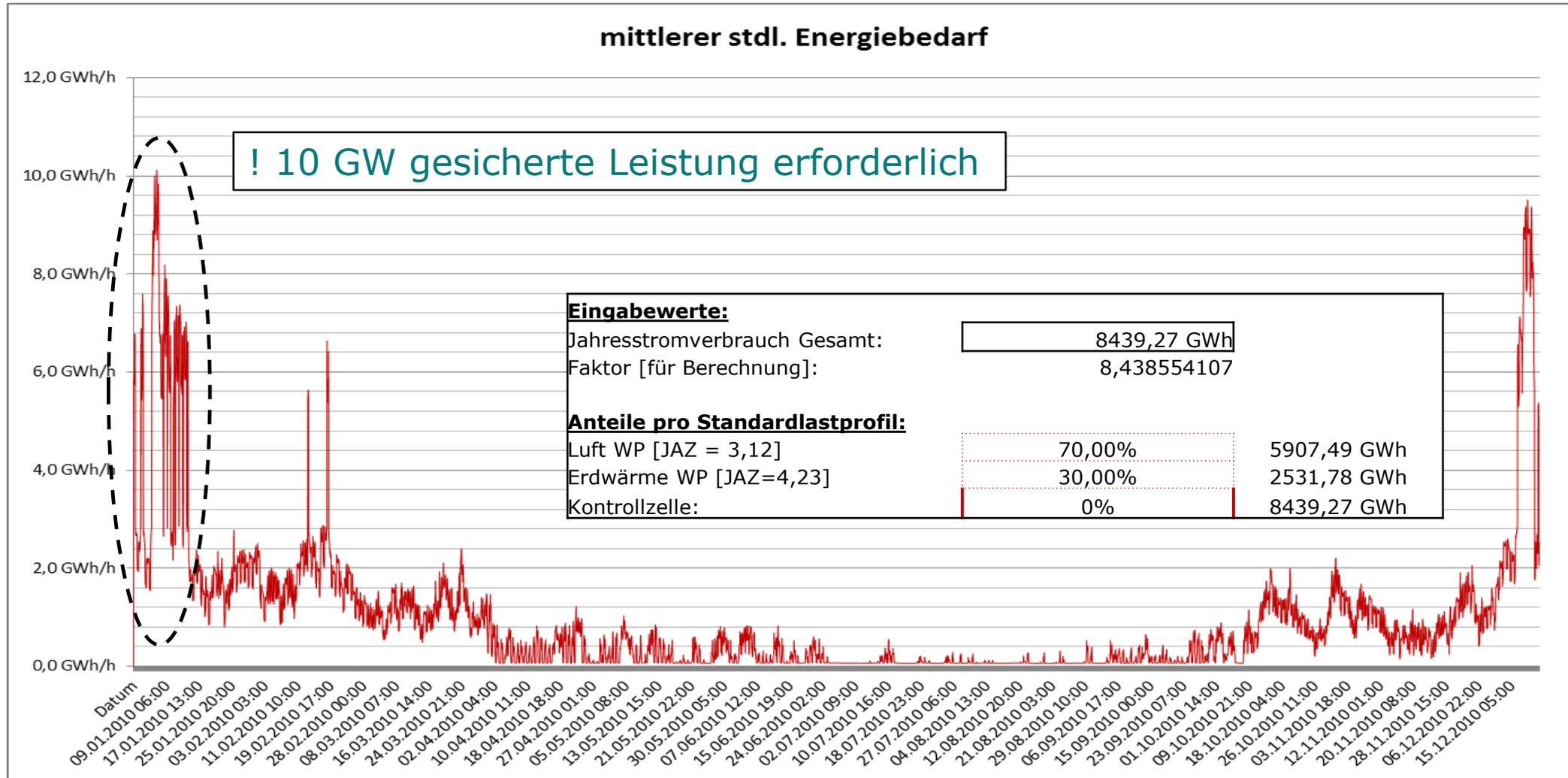
über 1 Jahr  
gewonnene Wärme:  
4.000 kWh

Unterscheidung  
von COP-Wert und  
JAZ

# Prinzipschema Luftwärmepumpe; Sensorik KM Kreis



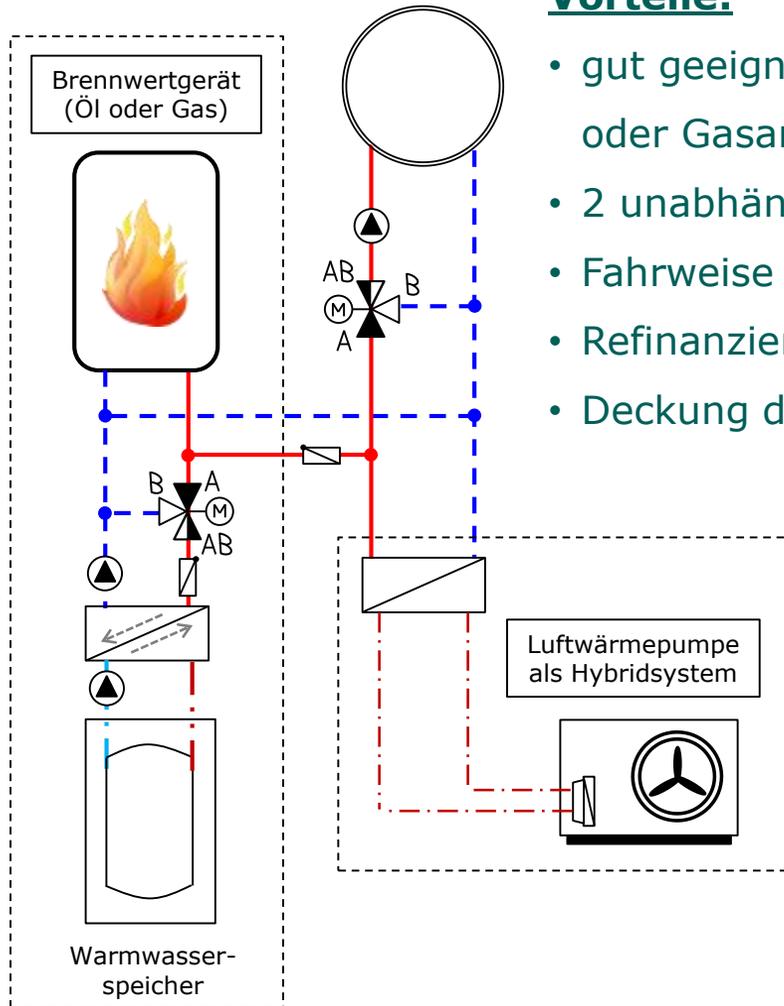
# theoretischer Strombedarf zur Substitution aller KFA in Sachsen



# Bivalente Heizsysteme/ Hybridsysteme

## Vorteile:

- gut geeignet für Nachrüstung auch für 70°C//50°C Öl- oder Gasanlagen
- 2 unabhängige Energieträger
- Fahrweise „wirtschaftlichster Erzeuger“
- Refinanzierung abhängig vom Energieträgerpreis
- Deckung durch WP 50-80%

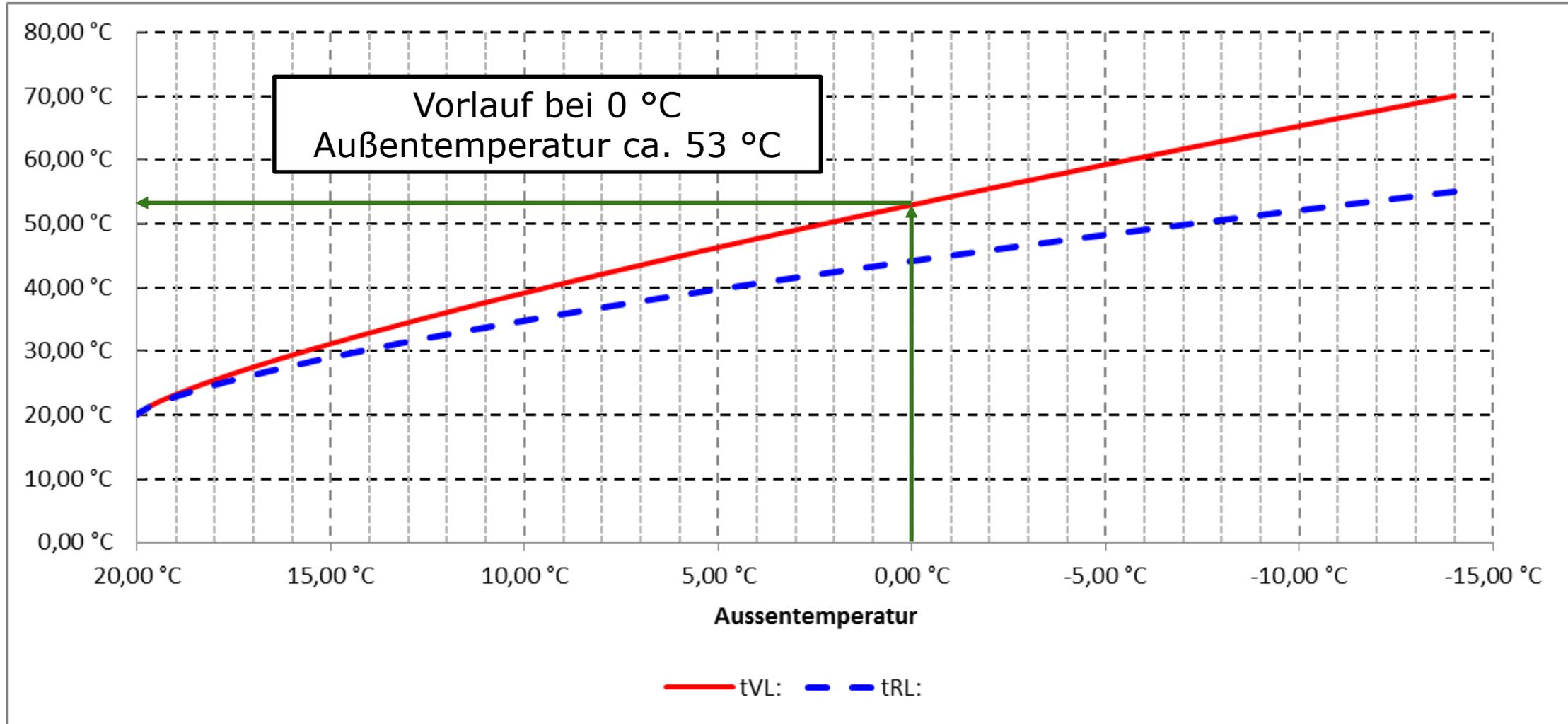


Quelle: Buderus

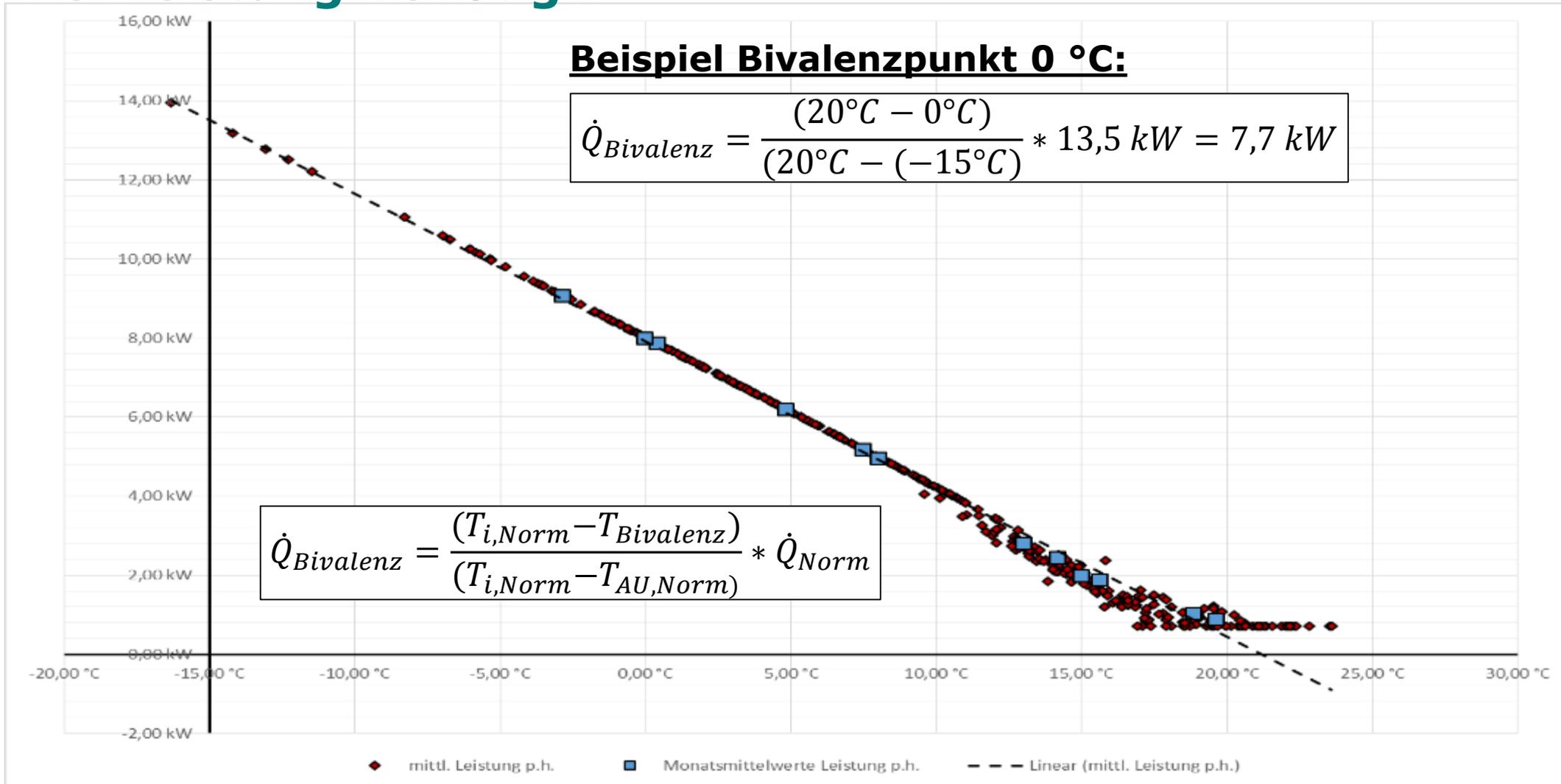


Quelle: Viessmann

# Heizkurve ( $T_v//T_R = 70^\circ\text{C}/55^\circ\text{C}$ ) witterungsgeführt

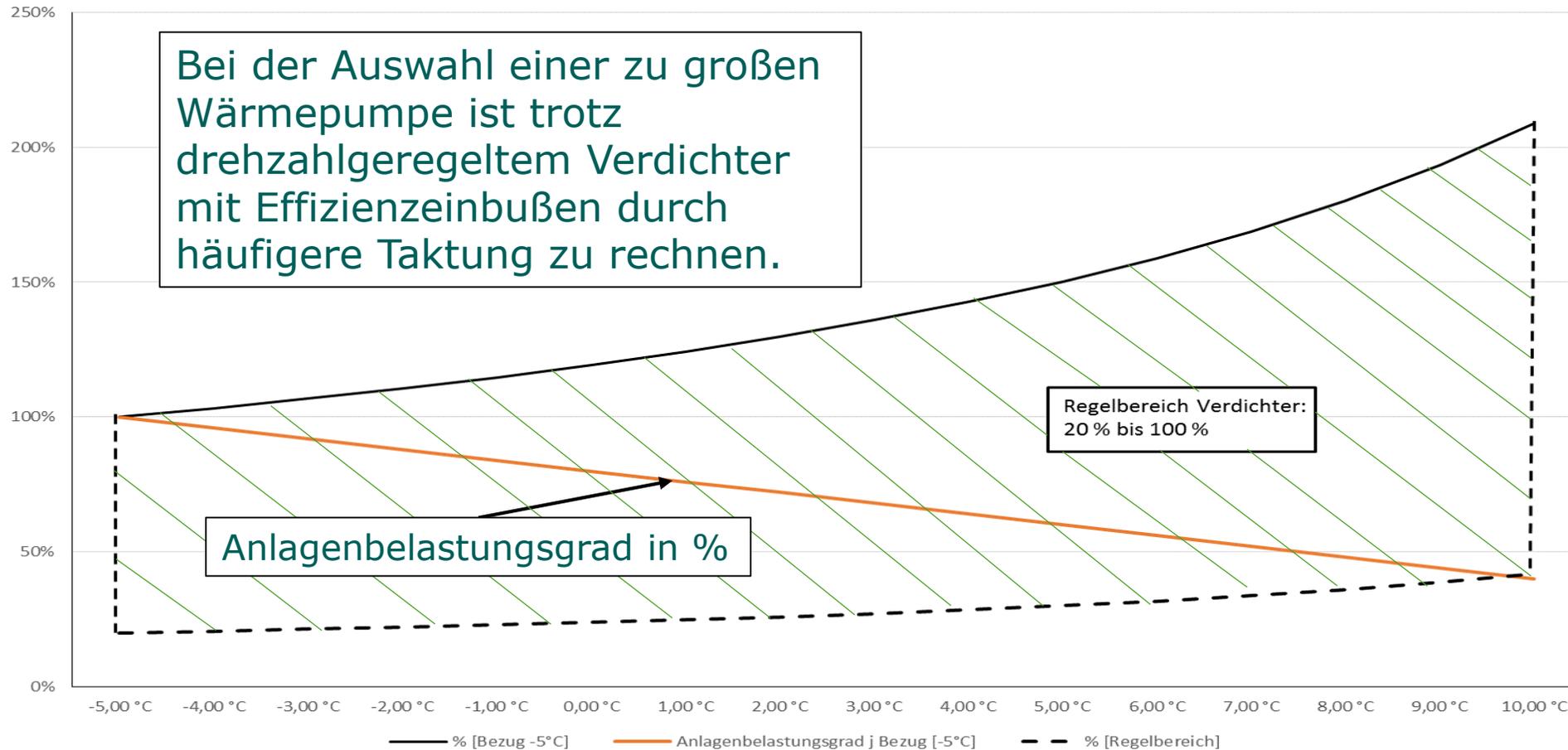


# Bei welcher Aussentemperatur (Bivalenzpunkt) wird welche Heizleistung benötigt?



# Warum ist die korrekte Auslegung der Leistung der Wärmepumpe im Bivalenzpunkt wichtig

Veränderung WP Leistung bei höheren Außentemperaturen in % bezogen auf Auslegungspunkt -5°C

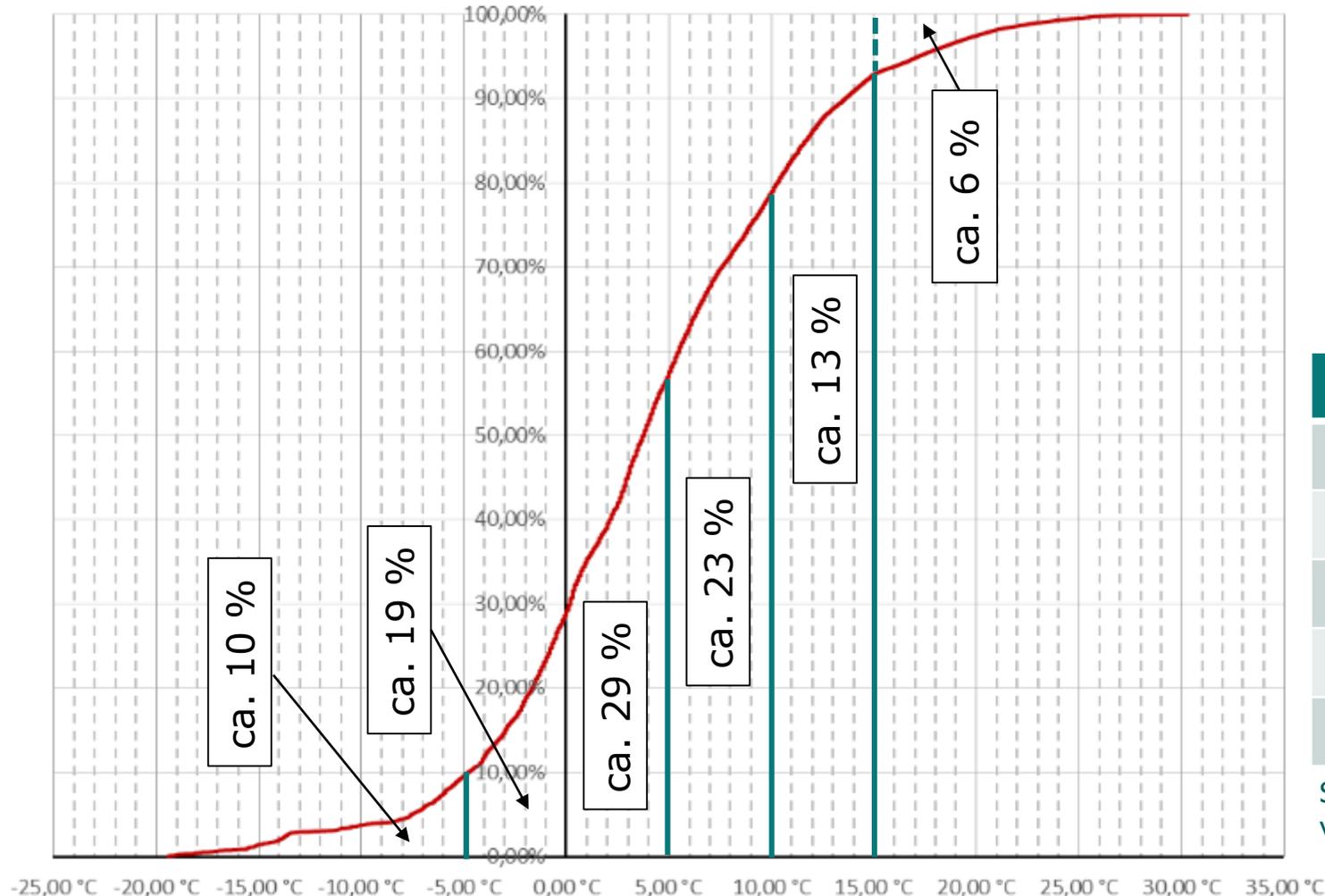


Bei der korrekten Auslegung der Heizleistung der Wärmepumpe am Bivalenzpunkt **von -5°C** beträgt die theoretische Wärmeleistung dieser Wärmepumpe **bei 10°C** ca. 200 % des Wertes von -5°C

Unter Annahme eines Regelbereiches des drehzahlgeregelten Verdichters der Wärmepumpe von 20% bis 100 % müsste die Wärmepumpe im Betrieb nicht takten

# Bei welcher Außentemperatur wird wieviel Heizenergie verbraucht (Heizgrenztemperatur 15°C)?

% Jahresheizwärmeverbrauch =  $f(T_A)$



**65 Prozent** der Wärmeenergie wird bei Temperaturen > 0 ° Celsius verbraucht.

Temperaturbereich	Anteil Heizarbeit
von T <sub>AU, Norm</sub> bis -5°C	ca. 10 %
von -5°C bis 0°C	ca. 19 %
von 0°C bis 5 °C	ca. 29 %
von 5°C bis 10 °C	ca. 23 %
von 10°C bis 15 °C	ca. 13 %

Schätzung Anteil Heizarbeit bei verschiedenen Außentemperaturbereichen

# Beispielrechnung Hybridsystem Luft WP Gas BW

Bestandsgebäude Beheizte Wohnfläche 150 m<sup>2</sup>

Ölheizung; bereinigter Heizölverbrauch 3450 Liter/a

Jahresnutzungsgrad: 73 %

Erzeugernutzwärmeabgabe Heizung p.a.

ca. 21.393 kWh/a

Erzeugernutzwärmeabgabe Warmwasser: 3.568 kWh/a

Auslegung Heizungsnetz: 70°C /50 °C

Preis H<sub>el</sub>: 0,1703 €/kWh

Preis Erdgas: 0,1340 €/kWh

Strom Tarif: 0,3000 €/kWh

Berechnung erfolgt **in Stundenschritten**  
mit Berücksichtigung von:

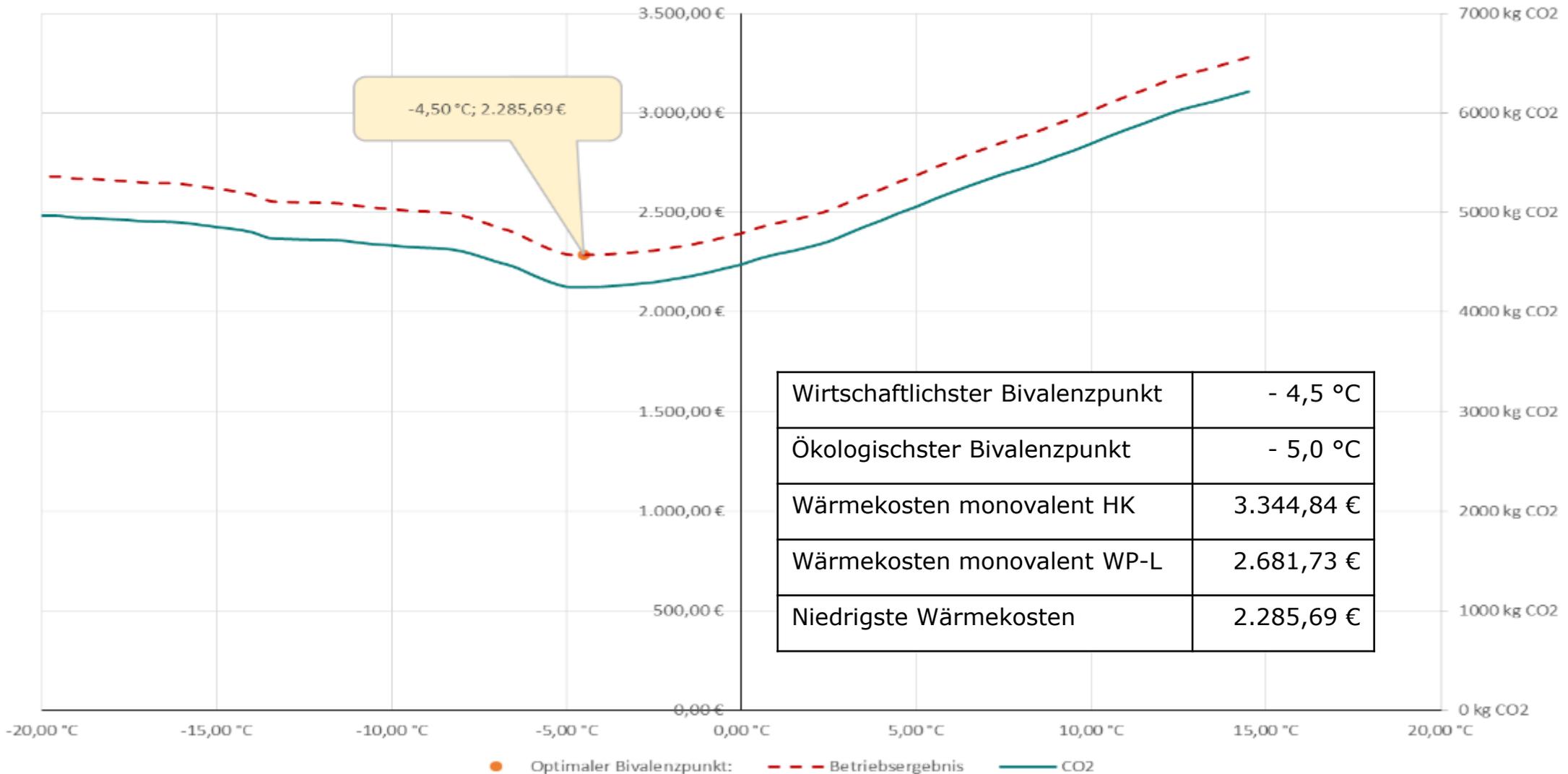
- stündlicher Heizwärmebedarf
- **Carnotwirkungsgrad** der Wärmepumpe

$$(\eta_{\text{Carnot}} = f(T_{\text{AU}}, T_{\text{VL}}, \text{Gütegrad WP})$$

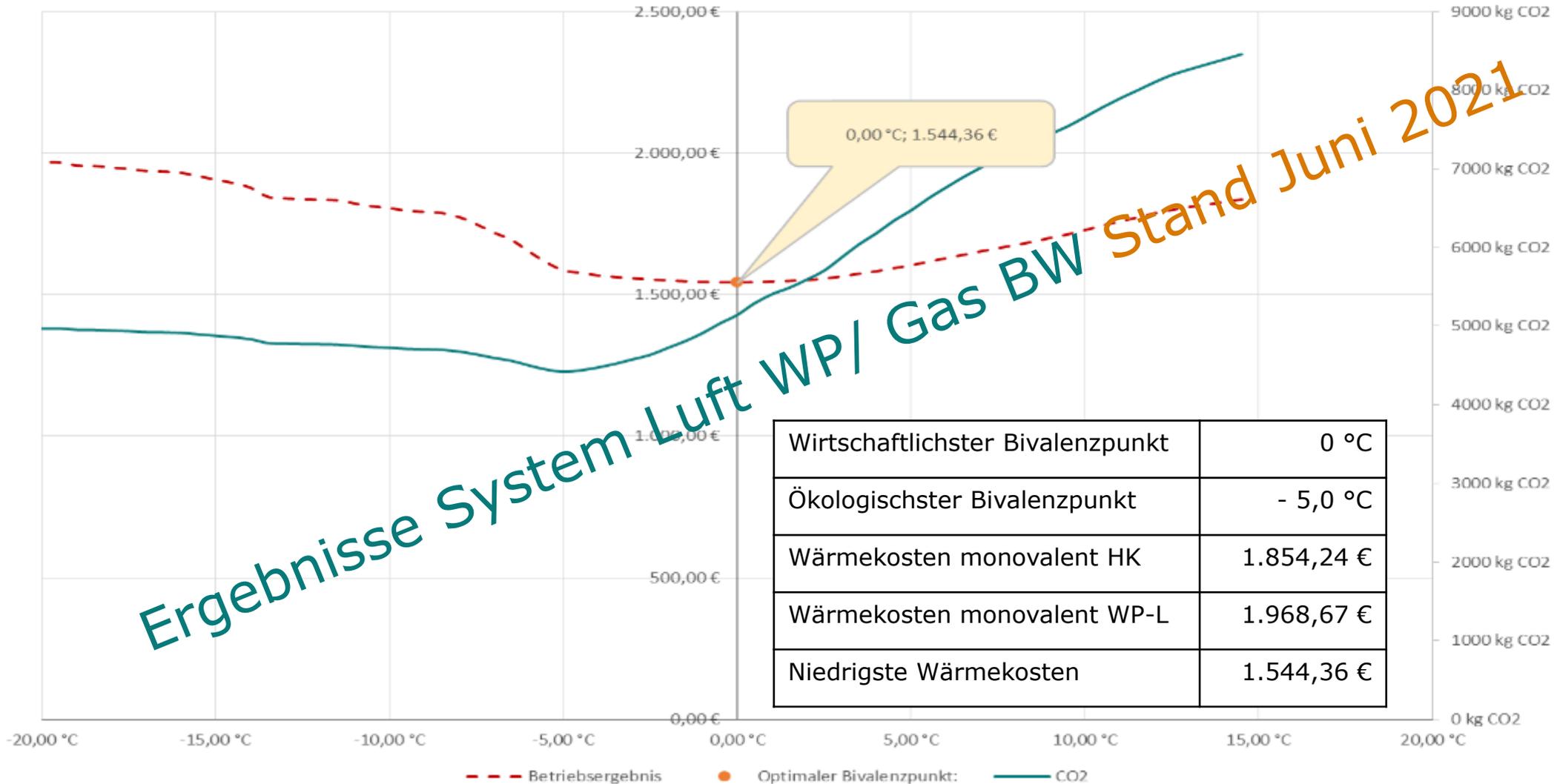
- witterungsgeführter  
Vorlauftemperaturregelung
- Anlagenbelastungsgrad

# Ergebnisse System Luft WP/ Gas BW

Jährliche Kosten/CO<sub>2</sub> in Abhängigkeit vom Bivalenzpunkt



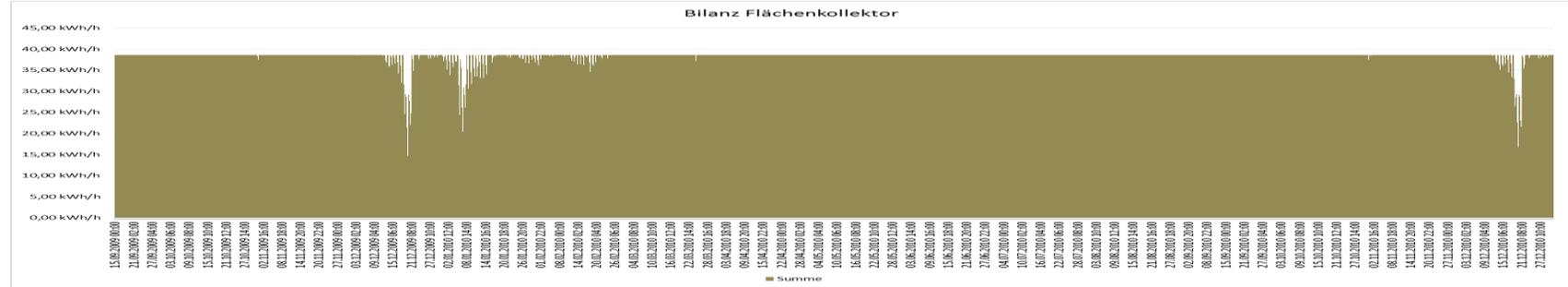
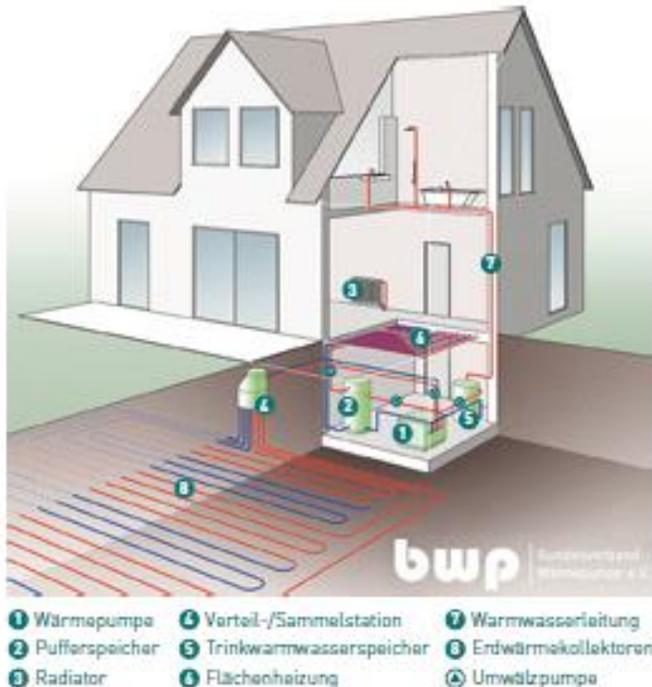
Jährliche Kosten/CO<sub>2</sub> in Abhängigkeit vom Bivalenzpunkt



Wirtschaftlichster Bivalenzpunkt	0 °C
Ökologischster Bivalenzpunkt	- 5,0 °C
Wärmekosten monovalent HK	1.854,24 €
Wärmekosten monovalent WP-L	1.968,67 €
Niedrigste Wärmekosten	1.544,36 €

# Beispiel Wärmepumpenanlage mit Flächenkollektor

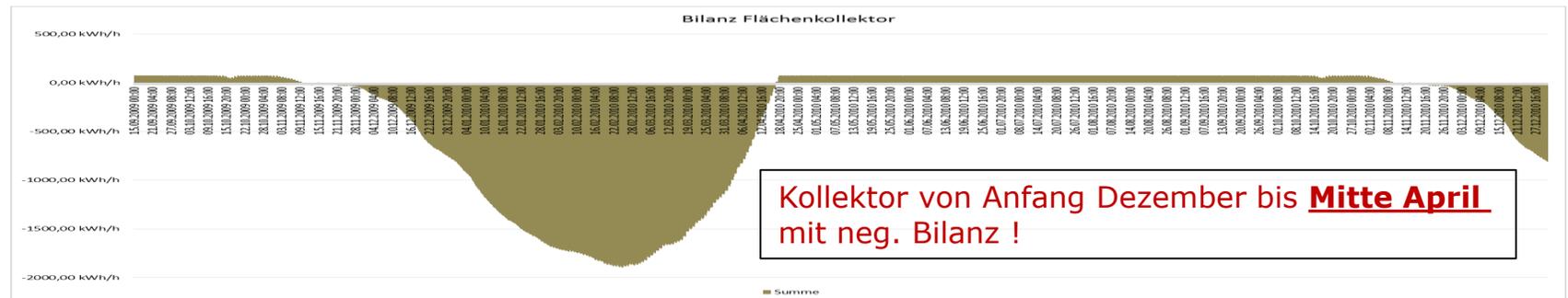
Beispiel: Heizlast 5 kW;  
Flächenkollektor; TVL//TRL  
45°C//35 °C; var. Abstände zum  
Grundwasserleiter; var. Kollektor-  
fläche; bindiger Tonschluff



Abstand zum Grundwasserleiter 0,5 m; Kollektorfläche korrekt → JAZ ca. 5,1



Abstand zum Grundwasserleiter 2,0 m; Kollektorfläche korrekt → JAZ ca. 4,21



Abstand zum Grundwasserleiter 2,0 m; Kollektor 50 % zu klein → JAZ ca. 2,6

## Fazit Wärmepumpenanlage mit Flächenkollektor

- korrekte Auslegung des Kollektors mit Berücksichtigung der realen Bodenverhältnisse
- eher etwas mehr Kollektorfläche vorsehen
- korrekte Ermittlung der Gebäudeheizlast sowie Auslegung der Heizflächen
- Berücksichtigung von Verschattung sowie der realen Bodenverhältnisse
- **Leistung und Energie** betrachten!
- Wärmemengenzähler für Quelle und Senke vorsehen! **Wichtig für Kontrolle der Effizienz**

Einfluss des Bodens auf die Wärmeentzugsleistung

Erdwärmekollektor		Erdwärmesonde	
Bodenqualität	spezifische Wärmeentzugsleistung [W/m <sup>2</sup> (Kollektorfläche)]	Bodenqualität	spezifische Wärmeentzugsleistung [W/m (Sondenlänge)]
trockener nichtbindiger Boden	8-10	Kies, Sand trocken	20-25
bindiger Boden feucht	16-30	Kies, Sand wasserführend	55-80
wasser-gesättigter Sand/Kies	30-40	Ton, Lehm feucht	30-50
		Kalkstein	45-70
		Sandstein	55-80
		Gneis, Granit	55-85

# Welche Kombinationen von Technologien sind sinnvoll und wirtschaftlich? Beispiel PV/

## Batteriespeicher

### Rahmendaten Gebäude:

- Haushaltsstromverbrauch: 5.400 kWh/a
- Wärmepumpenstrom (Luft-WP): 3.400 kWh/a [9.360 kWh/a Wärmeverbrauch p.a.; 55°C//45 °C]
- Ladung Elektrofahrzeug (22:00 – 04:00): 1.800 kWh/a
- Ladung Elektrofahrzeug (12:00 – 20:00): 800 kWh/a

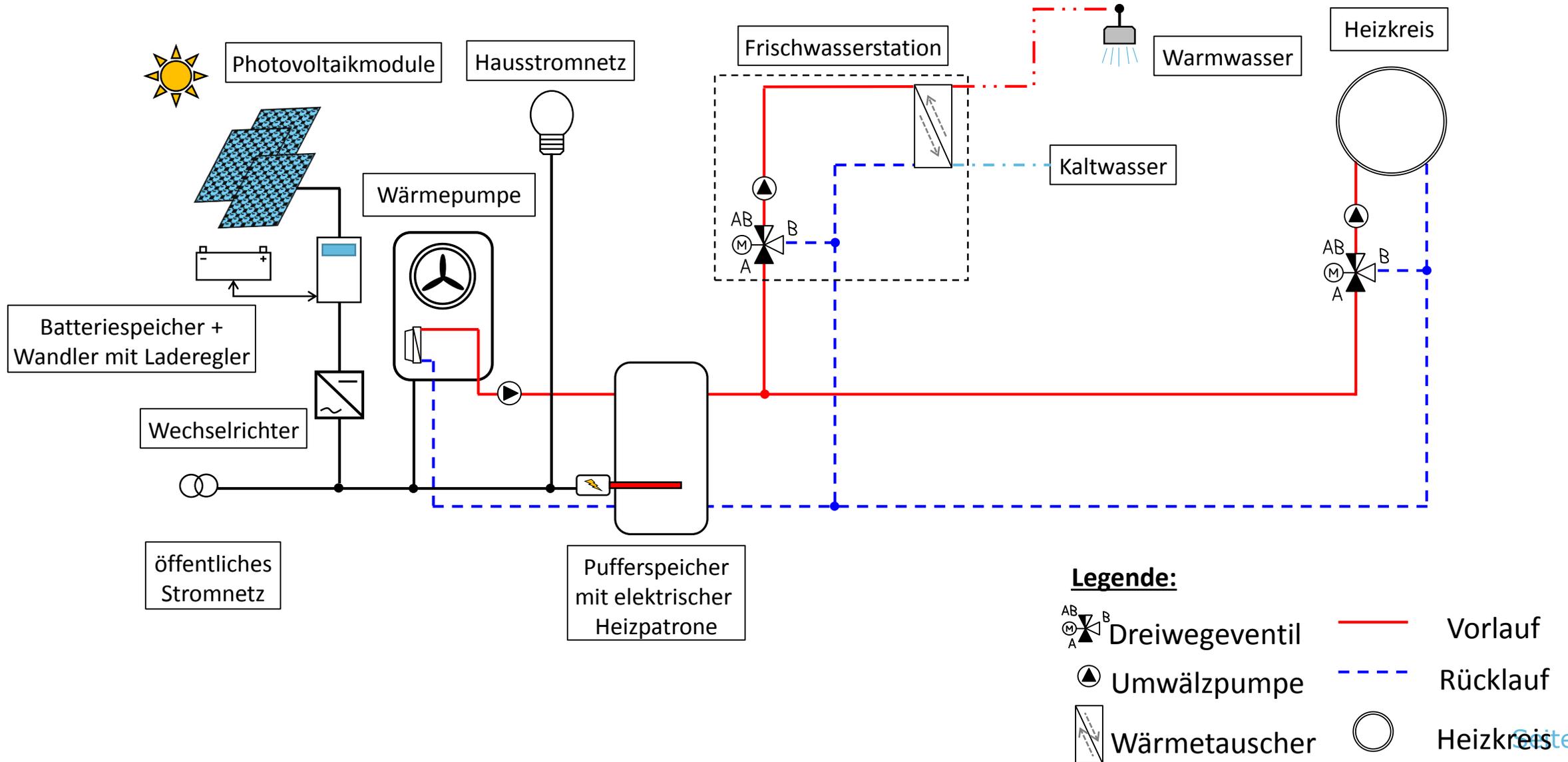
### Rahmendaten Wirtschaftlichkeitsberechnung (3 % Kalkulationszins; 20 a Betrachtungszeitraum):

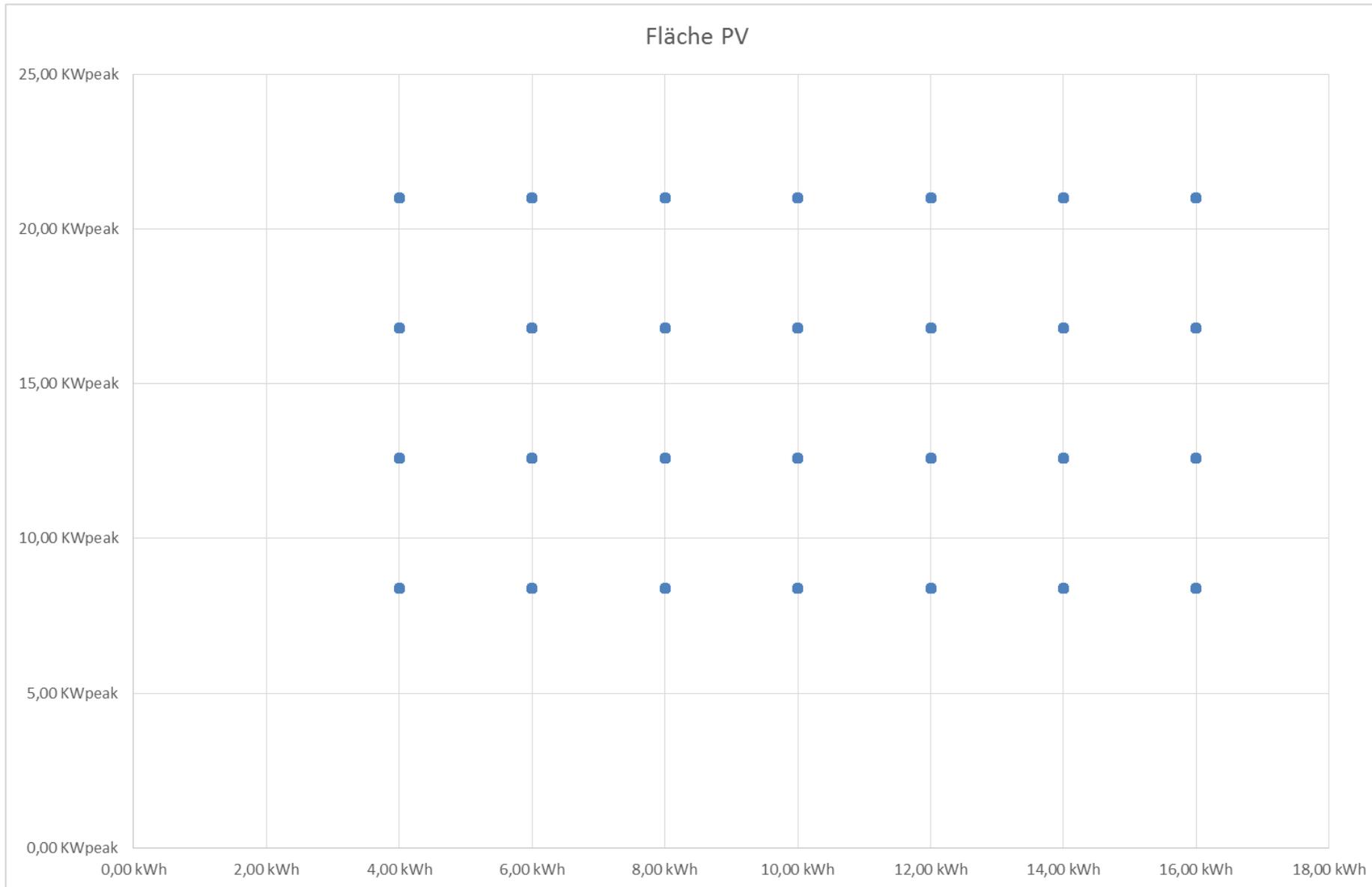
- Preise PV: 1.500 – 2.400 €/ kWP
- Preise Batteriespeicher: 700 – 2.400 €/kWh
- max. PV Fläche: 100 m<sup>2</sup>
- max. Speichergröße: 16 kWh
- Strompreis: 32 ct/kWh; 3 % Preissteigerung p.a.
- Einspeisebedingungen PV: 70 % max.; 7 ct/kWh

*Das Schwierigste an Prognosen  
ist die Tatsache, dass sie die Zukunft  
betreffen!*



# Beispiel Wärmepumpe/ PV/ Batteriespeicher

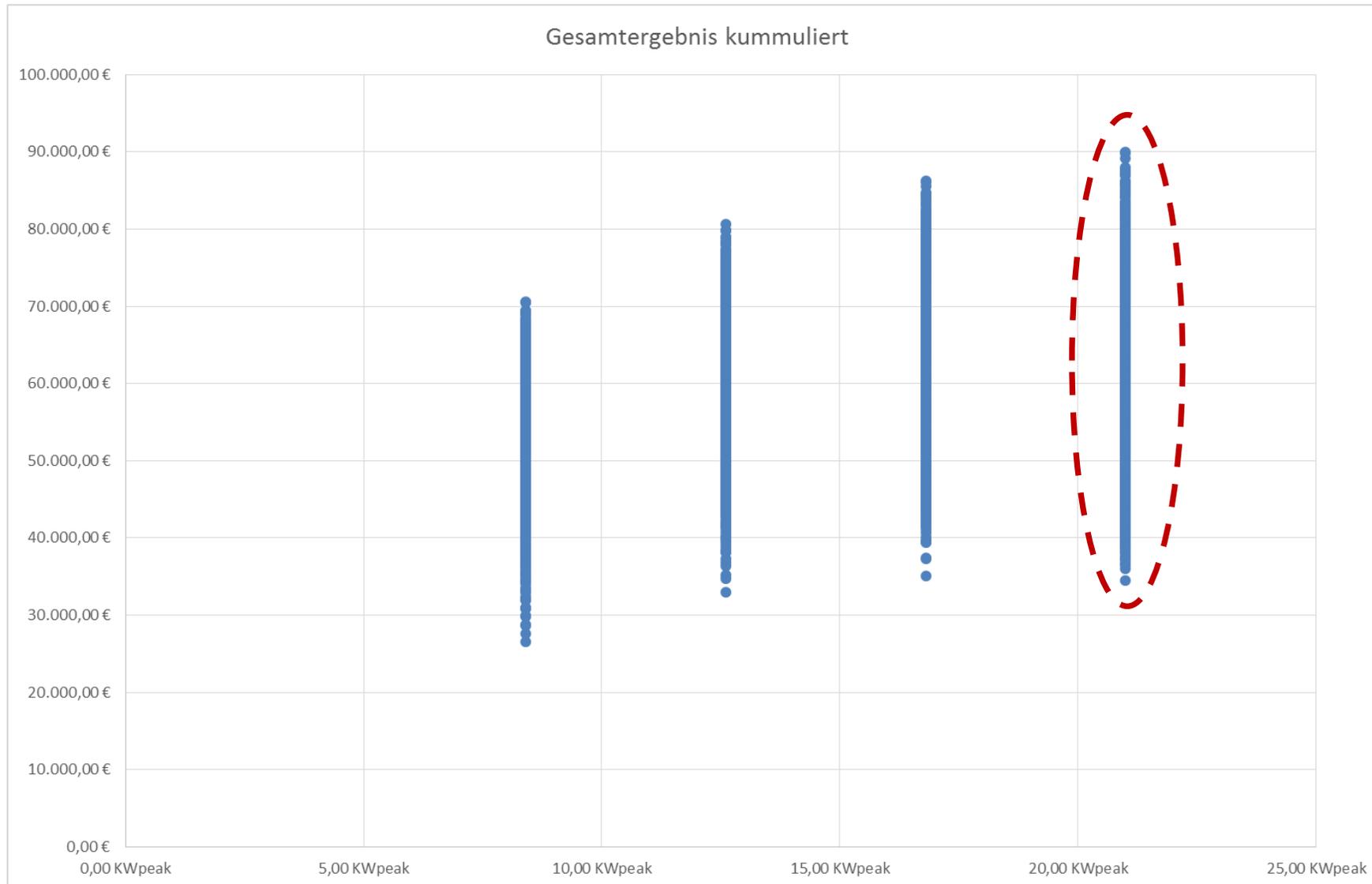




Berechnung **aller**  
Kombinationen mit  
Variation **aller**  
Randbedingungen.

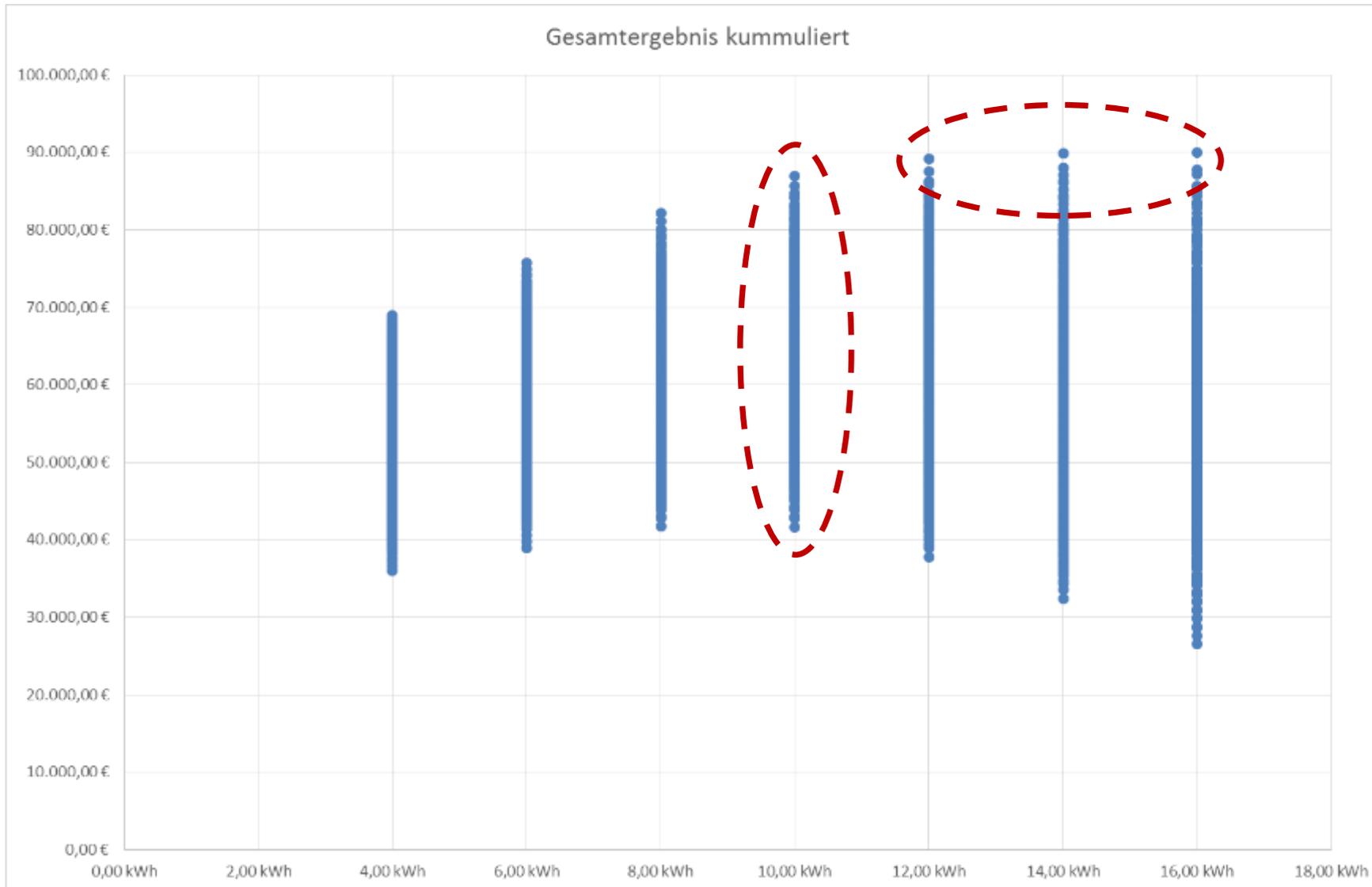
**28** Kombinationen mit  
ca. **90.000**  
Berechnungs-  
ergebnissen

## wirtschaftlichste PV Größe



maximale PV Fläche  
(ca. **21 kWp**)  
ergibt in allen  
Kombinationen das  
höchste Betriebsergebnis

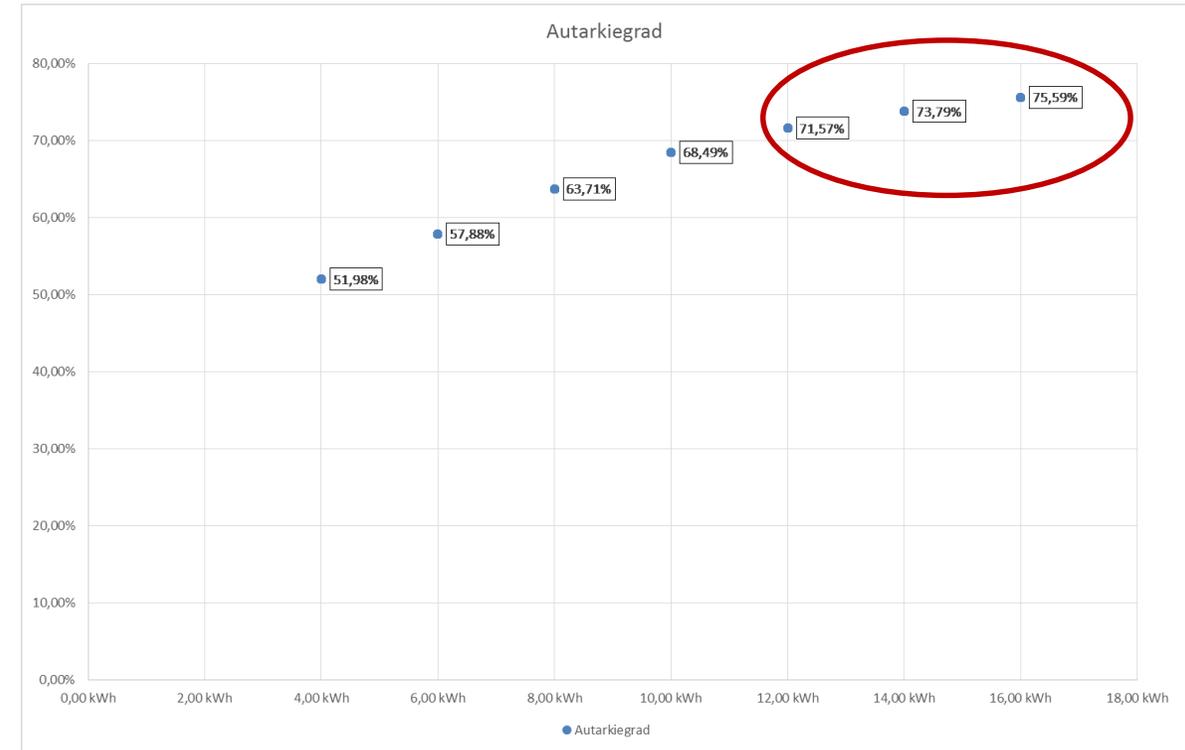
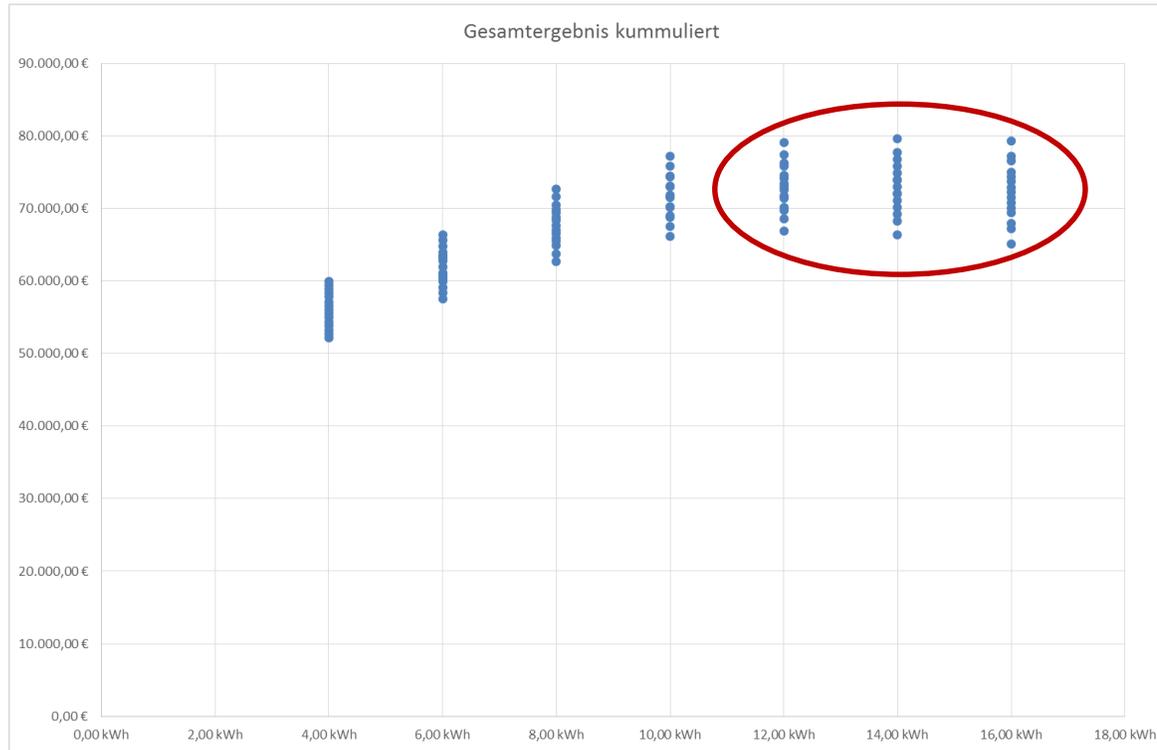
## wirtschaftlichste Stromspeichergröße



Eine Stromspeichergröße von **12 bis 16 kWh** ergibt in allen Kombinationen das höchste Betriebsergebnis

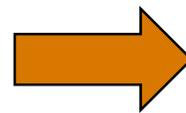
Die wirtschaftlich sichere Auslegung liegt bei einer Speichergröße von **10 kWh**

# Auswertung der Ergebnisse der Kombination PV/ Stromspeicher



## gewählte Parameter:

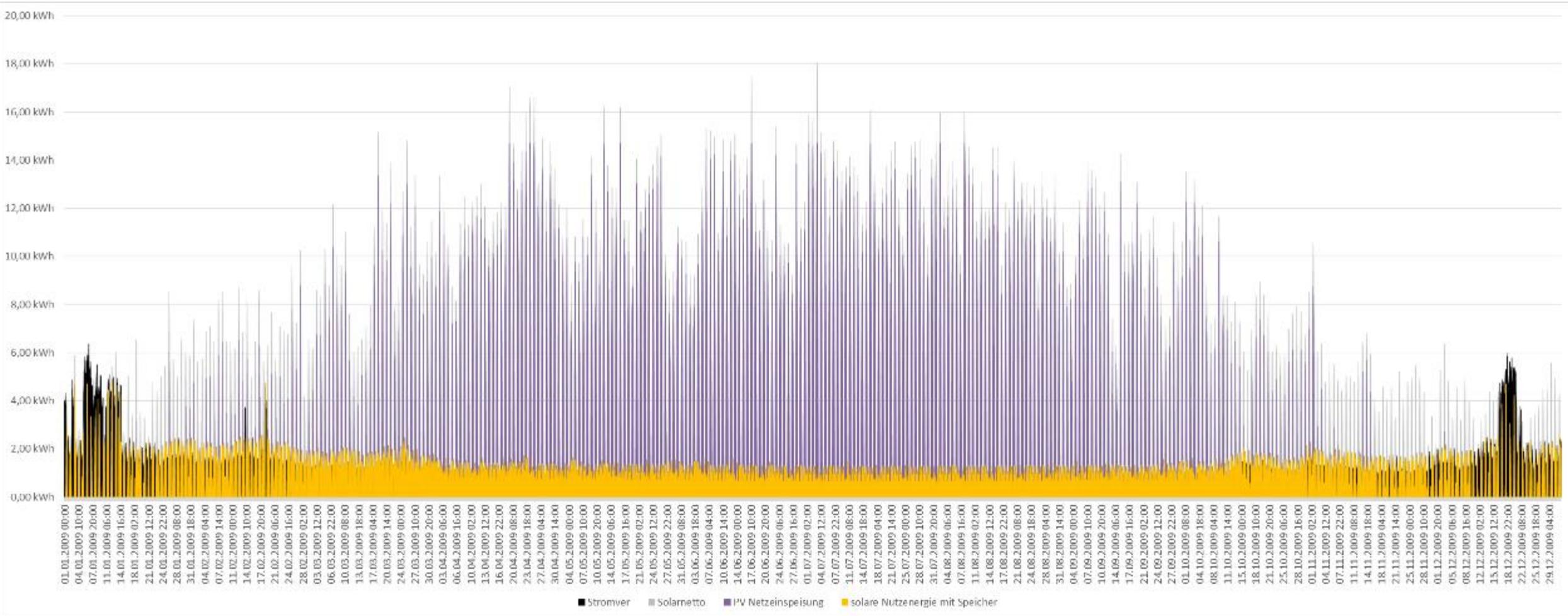
- 21 kWp; 1.800 € - 2.000 €/ kWp;  
1.100 - 1500 €/kWh; Zins 3%



**12 kWh:** Betriebsergebnis min. **65.000 €**; **71 % Autarkie**

**16 kWh:** Betriebsergebnis min. **62.000 €** **75, 5 % Autarkie**

# stündliche Energiebilanz 1. Januar bis 31. Dezember



## Fazit

Allgemein: Kosten für Wärme und Elektrizität ***gemeinsam*** betrachten

- **alle „zukunftsfähigen“ Heizsysteme** erfordern eine sorgfältige Auslegung und Berechnung → Nutzung der Zeit zur Schaffung eines Planungsvorlaufes
- welche anlagentechnische Kombination wirtschaftlich dargestellt werden kann, ist immer vom Einzelfall abhängig. Die höheren Investitionskosten für 2 oder mehr Erzeuger müssen wirtschaftlich darstellen lassen !
- perspektivisch werden im Bereich Neubau von Gebäuden die laufenden Kosten für Haushaltsstrom z.T. deutlich über denen für Gebäudeheizung und Warmwasserbereitung liegen
- die Installation einer PV Anlage stellt unter aktuellen Rahmenbedingungen bei geeigneter Ausrichtung und Zeitprognose i.d.R. eine wirtschaftliche Investition dar.

# ein Blick 51 Jahre zurück

## Presseinformation



6171

36. Physikertagung in Essen vom 27. 9. bis 2. 10. 1971

Machen Menschen das Wetter ?

Industrialisierung und Bevölkerungswachstum beeinflussen das Klima

Der Wunsch des Menschen, das Wetter nach eigenen Vorstellungen zu machen, ist so alt wie die Menschheit selbst. Doch es blieb bislang bei dem Wunschtraum, denn auf die natürlichen Faktoren, die das Klima bestimmen, konnte der Mensch keinen Einfluß nehmen. Seit einigen Jahren verdichten sich jedoch die Anzeichen, daß der Mensch nicht nur Regen machen kann, sondern auch das Klima langfristig beeinflusst. Auf der 36. Physikertagung, die gemeinsam von der Deutschen Physikalischen Gesellschaft und dem Verband Deutscher Meteorologischer Gesellschaften in Essen veranstaltet wird, sprach Professor Hermann Flohn (Bonn) über die Auswirkungen der menschlichen Tätigkeit auf das Klima. Noch sind die beobachtbaren Effekte sehr gering. Geht aber die Industrialisierung und die Bevölkerungsexplosion ungehindert weiter, dann wird spätestens in zwei bis drei Generationen der Punkt erreicht, an dem unvermeidlich irreversible Folgen globalen Ausmaßes eintreten.

Bei der Einwirkung menschlicher Tätigkeit auf das Klima müssen direkte - über den CO<sub>2</sub>-Gehalt, die atmosphärische Trübung und die Zufuhr "künstlicher" Wärmeenergie - und indirekte Effekte, die sich aus der weitgehenden Umwandlung der natürlichen Vegetation ergeben und den Wasserhaushalt der Kontinente modifizieren, unterschieden werden. Im einzelnen führte Professor Flohn aus:

Der CO<sub>2</sub>-Gehalt der Atmosphäre steigt seit Beginn der Industrialisierung stetig an. Das durch den Verbrauch fossiler Brennstoffe zugeführte Kohlendioxid bleibt aber nur etwa zur Hälfte in der Atmosphäre, während der Rest im Ozean und in der Biosphäre gespeichert wird. Die jährliche Zunahme des CO<sub>2</sub>-Gehaltes schwankt um 0.7ppm; in den Jahren 1969-71 stieg sie auf etwa 1.3 ppm an. Der mittlere CO<sub>2</sub>-Gehalt liegt jetzt bei 322 ppm, also 11% über dem Normalwert. Hält die Zunahme des Brennstoffverbrauches an, dann erreichen wir im Jahre 2.000 einen Wert zwischen 370 und 380 ppm (1.900:280 ppm). Die Wirkung auf das Klima besteht in einer Erwärmung der Troposphäre. Die Verdoppelung des CO<sub>2</sub>-Gehaltes entspricht einer Zunahme der mittleren Temperatur der Erdoberfläche um 2,2°. Die derzeitige mittlere Wachstumsrate von 0.7 ppm entspricht einer Erwärmung um 5 Milligrad pro Jahr.

In allen Industriegebieten der Erde werden große Mengen von Aerosolpartikeln emittiert. Ihre Größe erstreckt sich über einen weiten Bereich (etwa 10<sup>-6</sup> bis 10<sup>-2</sup> cm). Die kleinen Partikel bleiben lange in der Atmosphäre und bewirken eine globale Zunahme der Trübung. Der Trübungskoeffizient beträgt in sehr reiner Luft (Hochgebirge) etwa 0.02,

in den Gebieten stärkster Luftverschmutzung jedoch 0.20-0.50. Seine Zunahme seit Beginn der Industrialisierung wird auf 50% geschätzt. Neben diesen Punktquellen gibt es weitere Tropengebiete von mindestens 10 Mill. km<sup>2</sup>, in denen der Mensch alljährlich die Savanne abbrennt: hier werden flächenhaft die gleichen Trübungswerte gemessen wie in den schlimmsten Industrielandschaften, etwa in Tokyo.

Die größeren Partikel fallen infolge Gravitation und Regen relativ rasch aus. Nur in den Quellengebieten vermeiden sie die langwellige Ausstrahlung, sodaß die Nachttemperaturen heraufgesetzt werden: das ist typisch für das Stadtklima.

Der ständig wachsende Energieverbrauch liefert einen nicht vernachlässigbaren Anteil am Energieumsatz an der Erdoberfläche. Zwar sind Hydroelektrizität und geothermische Energie nur Umwandlungen natürlicher Energie, aber die Verbrennung fossiler Brennstoffe (Kohle, Erdöl, Erdgas) und die nukleare Energie stellt eine zusätzliche Energiezufuhr dar. Alle Energieumsetzungen werden letzten Endes wieder in Wärme verwandelt und können als vollständige Verbrennung behandelt werden. In 2-3 Generationen wird der Anteil der zusätzlichen Energiezufuhr so anwachsen, daß er neben der natürlichen Energiequelle nicht mehr vernachlässigt werden kann. Da die Versorgung der wachsenden Weltbevölkerung mit Nahrungsmitteln und Wasser eine weitere Zunahme der Wachstumsrate erzwingt, ist dieser Effekt auf lange Sicht von besonderer Bedeutung.

Die lokale Wärmeinsel im Ruhrgebiet ist gut nachweisbar; die Mitteltemperaturen liegen 0.5-1<sup>0</sup> über denen des Freilandes, die Niederschlagsmenge in Schauern und Gewittern liegt ebenfalls um mindestens 5% über der Umgebung, während die Sonnenscheindauer und die Globalstrahlung um 5-10% zu klein sind; im Wetter sind diese Unterschiede noch bedeutsamer. Etwa 11% der Gesamtfläche der Kontinente ist im Laufe der letzten 8.000 Jahre in Ackerland umgewandelt worden, rund 20% dienen als Weidefläche, wobei ein nicht geringer Teil aus ehemaligem Waldland umgewandelt worden ist; mindestens ein Drittel der Wäldfläche der Kontinente (31%) befindet sich nicht mehr im Naturzustand. Diese Umwandlung der natürlichen Vegetation hat z.T. erhebliche Änderungen im Wärmehaushalt zur Folge. Besonders drastisch sind die Änderungen in bewässertem Land (etwa 1.2% der Fläche der Kontinente): hier kühlt der feuchte Boden die Luft von unten ab. Das Weideland ist als Folge der verschiedenartigen Nutzungsmethoden stark verändert; jährliches Abbrennen, Überweidung und Bodenrosion haben die ursprüngliche Vegetation vielfach zerstört. Daß sich heute die Sahara mit etwa 1 km pro Jahr nach beiden Seiten ausweitet, ist nachweisbar nicht eine Folge einer Klimaänderung, sondern der überstarken Nutzung der natürlichen Reserven, so auch der Nutzung fossilen Grundwassers aus der Eiszeit, das heute nicht mehr ergänzt werden kann und in alarmierendem Ausmaß absinkt.

Von entscheidender Bedeutung ist schließlich die aktuelle Verdunstung, die in stärkstem Maße manipuliert wird. Das wirkt sich jetzt schon quantitativ aus: eine Neuberechnung des Wasserhaushaltes der Bundesrepublik Deutschland hat ergeben, daß trotz einer Zunahme der Niederschläge um 3% der Abfluß um 12% zurückgegangen ist: das ergibt eine Zunahme der Verdunstung um mindestens 15%.

- 3 -

In absehbarer Zukunft wird das Wasserproblem - neben und als Folge der Bevölkerungsexplosion - Thema Nr. 1 sein, noch vor dem Energieproblem. Der Wasserverbrauch pro Kopf steigt ständig an; die Verwendung neuer, auf höheren Ertrag gezüchteter Getreidesorten, die die drohende Nahrungskrise wenigstens etwas hinauschieben, verlangt zugleich eine höhere Wasserzufuhr.

anthropogene CO<sub>2</sub> Emissionen

UND !

anthropogener Energieumsatz/ Wärmeineffekt

UND !

Bevölkerungswachstum und Ressourcenverbrauch

UND !

Flächenversiegelung/ Wasserhaushalt

Sächsische Energieagentur – SAENA GmbH

Telefon: 0351 - 4910 3179

Fax: 0351 - 4910 3155

E-Mail: [info@saena.de](mailto:info@saena.de)

Internet: [www.saena.de](http://www.saena.de)

