



# Energieeffizienz und energetische Sanierung

Dipl. Ing. Andreas Katreniok

13.06.2024

# Vorstellung

---

Dipl. Ing. Andreas Katreniok

Bauingenieur, Energieberater

Energieberatung für

- Wohn- und Nichtwohngebäude
- Kommunen
- Unternehmen

Externer Sachverständiger der KfW

Vor-Ort-Prüfer der KfW und des BAFA

Honorarkraft der Verbraucherzentrale Hessen e.V.

# Inhalt der Vortrags

---

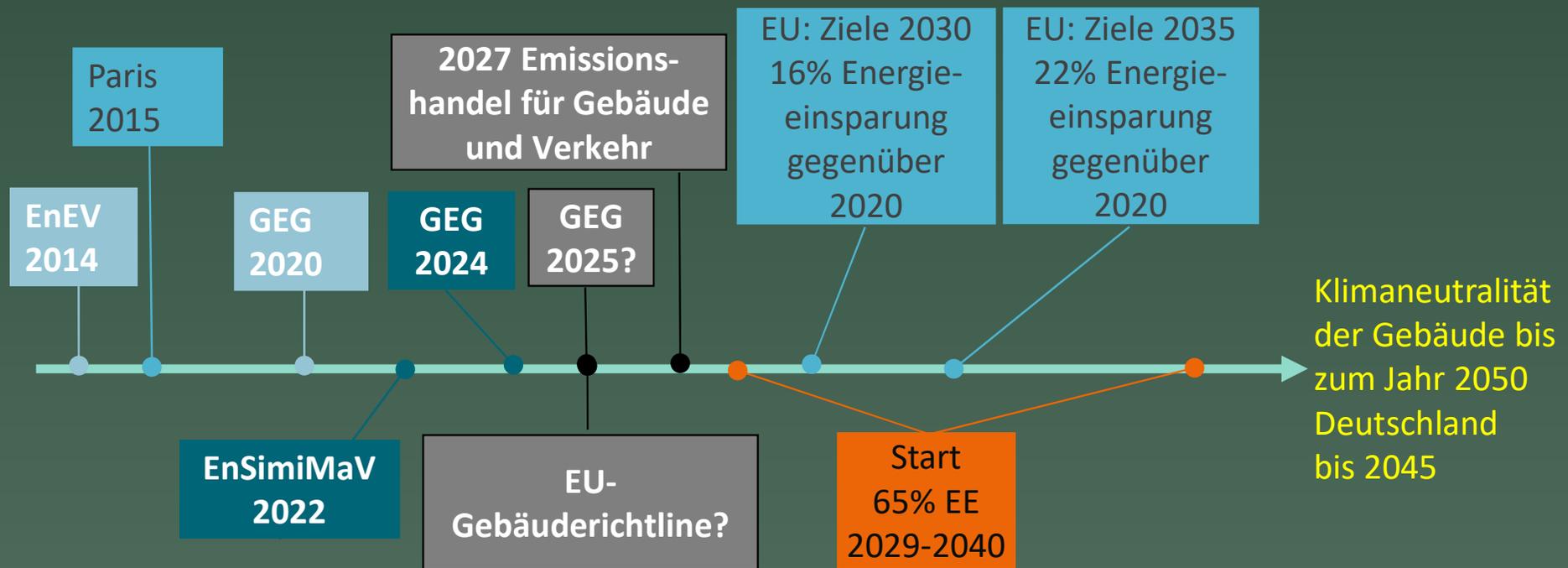
1. Ausblick bis 2050
  - Das Gebäudeenergiegesetz (GEG) und andere und die EU Gebäuderichtlinie
2. Fördermittel
  - Bundesförderung für Effiziente Gebäude (BEG)
  - Effizient Sanieren (KfW)
3. Haustechnik
  - Wärmepumpe
  - Hydraulischer Abgleich
4. Feuchte und Schimmel (evtl.)
5. Strom aus PV-Anlagen (evtl.)

# Inhalt der Vortrags

---

1. Ausblick bis 2050
  - Das Gebäudeenergiegesetz (GEG) und andere und die EU Gebäuderichtlinie
2. Fördermittel
  - Bundesförderung für Effiziente Gebäude (BEG)
  - Effizient Sanieren (KfW)
3. Haustechnik
  - Wärmepumpe
  - Hydraulischer Abgleich
4. Feuchte und Schimmel (evtl.)
5. Strom aus PV-Anlagen (evtl.)

# Ausblick: GEG und EU-Gebäuderichtlinie



# Das Gebäudeenergiegesetz (GEG)

---

Koalitionsausschuss, 24.03.2022:

*„Wir werden jetzt gesetzlich festschreiben, dass ab dem 1. Januar 2024 möglichst jede neu eingebaute Heizung zu 65 Prozent mit Erneuerbaren Energien betrieben werden soll“.*

*„... kein Verbot von Gasheizungen, aber ein Wärmepumpen-Gebot“*

# Das Gebäudeenergiegesetz (GEG)

---

## *§ 71 Anforderungen an Heizungsanlagen*

*(1) Heizungsanlagen, die zum Zweck der Inbetriebnahme in einem Gebäude eingebaut oder aufgestellt werden, müssen mindestens 65 Prozent der mit der Anlage bereitgestellten Wärme mit erneuerbaren Energien oder unvermeidbarer Abwärme nach Maßgabe der Absätze 4 bis 6 sowie der §§ 71b bis 71h erzeugen. Satz 1 gilt entsprechend für Heizungsanlagen, die in ein Gebäudenetz einspeisen.*

# Das Gebäudeenergiegesetz (GEG)

---

## *§ 72 Betriebsverbot für Heizkessel*

*„(4) Heizkessel dürfen längstens bis zum Ablauf des 31. Dezember 2044 mit fossilen Brennstoffen betrieben werden.“*

Ab 2045 darf die Beheizung von Gebäuden also nicht mehr über Erdgas, Erdöl, Kohle usw. erfolgen. Geplant ist regenerativer Strom, Bio-Kraftstoffe, Wasserstoff, Biogas, Holz usw. Woher die Energie für die Erzeugung dieser Energieträger kommen soll ist noch nicht geklärt.

# Das Gebäudeenergiegesetz (GEG)

---

Was passiert wenn der Heizkessel im 2024 getauscht werden muss?

Die ursprünglich 65%-Regelung wurde inzwischen gelockert, jedoch nicht vereinfacht...

# Das Gebäudeenergiegesetz (GEG)

---

... und daraus entstand dann dieses Diagramm:



# Das Gebäudeenergiegesetz (GEG)

---

## *§ 60a Betriebsprüfungen von Wärmepumpen*

*(1) Wärmepumpen, die als Heizungsanlage zum Zweck der Inbetriebnahme in einem Gebäude mit mindestens **sechs Wohnungen**... nach dem 31. Dezember 2023 eingebaut oder aufgestellt werden, müssen nach einer vollständigen Heizperiode, spätestens jedoch zwei Jahre nach Inbetriebnahme, einer Betriebsprüfung unterzogen werden. Die Betriebsprüfung nach Satz 1 muss für Wärmepumpen, die nicht einer Fernkontrolle unterliegen, spätestens alle fünf Jahre wiederholt werden.*

# Das Gebäudeenergiegesetz (GEG)

---

## *§ 60a Betriebsprüfungen von Wärmepumpen*

### *Absatz 5*

*Das Ergebnis der Prüfung nach Satz 1 und ein Nachweis über die durchgeführten Arbeiten nach Satz 2 sind auf Verlangen dem Mieter unverzüglich vorzulegen.*

# Das Gebäudeenergiegesetz (GEG)

---

## *§ 60b Prüfung und Optimierung älterer Heizungsanlagen*

*(1) Eine Heizungsanlage mit Wasser als Wärmeträger, die nach Ablauf des 30. September 2009 eingebaut oder aufgestellt wurde, keine Wärmepumpe ist und in einem Gebäude mit mindestens sechs Wohnungen oder sonstigen selbständigen Nutzungseinheiten betrieben wird, ist innerhalb eines Jahres nach Ablauf von 15 Jahren nach Einbau oder Aufstellung einer Heizungsprüfung und Heizungsoptimierung zu unterziehen.*

# Das Gebäudeenergiegesetz (GEG)

---

## *§ 60b Prüfung und Optimierung älterer Heizungsanlagen*

*(1) Eine Heizungsanlage mit Wasser als Wärmeträger, die vor dem 1. Oktober 2009 eingebaut oder aufgestellt wurde und in einem Gebäude mit mindestens **sechs Wohnungen** oder sonstigen selbständigen Nutzungseinheiten betrieben wird, ist bis zum Ablauf des 30. September 2027 einer Heizungsprüfung und Heizungsoptimierung zu unterziehen.*

# Das Gebäudeenergiegesetz (GEG)

---

## *§ 60b Prüfung und Optimierung älterer Heizungsanlagen*

Inhalte der Optimierung der Heizungsanlagen:

Heizkurve, Nachtabsenkung, Absenkung der Heizgrenztemperatur, Absenkung der Warmwassertemperatur, Pumpeneinstellung, Betriebstemperaturen, Dämmung der Leitungen, Pumpeneinstellungen usw.

*Absatz 5: Das Ergebnis der Prüfung nach Satz 1 und der Nachweis nach Satz 2 sind auf Verlangen dem Mieter unverzüglich vorzulegen.*

# Das Gebäudeenergiegesetz (GEG)

---

## *§ 60c Hydraulischer Abgleich und weitere Optimierungen*

*(1) Ein Heizungssystem mit Wasser als Wärmeträger ist nach dem Einbau oder der Aufstellung einer Heizungsanlage zum Zweck der Inbetriebnahme in Gebäuden mit mindestens **sechs Wohnungen** oder sonstigen selbständigen Nutzungseinheiten hydraulisch abzugleichen.*

*(4) Die Bestätigung nach Satz 1 ist auf Verlangen dem Mieter unverzüglich vorzulegen.*

# EnSimiMaV

---

## Mittelfristenenergieversorgungsmaßnahmenverordnung

§2: Pflicht zur Prüfung von Erdgasheizungen und Pflicht zur Optimierung  
(Hydraulischer Abgleich)

§3: Gaszentralheizungen sind hydraulisch abzugleichen

Gebäude mit 6 bis 9 WE bis zum 15.09.2024

Gebäude mit mind. 10 WE bis zum 30.09.2023

(Können Termine nicht eingehalten dann „**Faktische Unmöglichkeit**“ nachweisen)

# EnSimiMaV

---

## Mittelfristenenergieversorgungsmaßnahmenverordnung

*Durchführung des Hydr. Abgleichs beinhaltet:*

- *Raumweise Heizlastberechnung*
- *Optimierung der Heizflächen*
- *Anpassung der Umwälzpumpen*
- *Anpassung der Vorlauftemperatur (Heizkennlinie)*

# EU-Gebäuderichtlinie (EPBD)

---

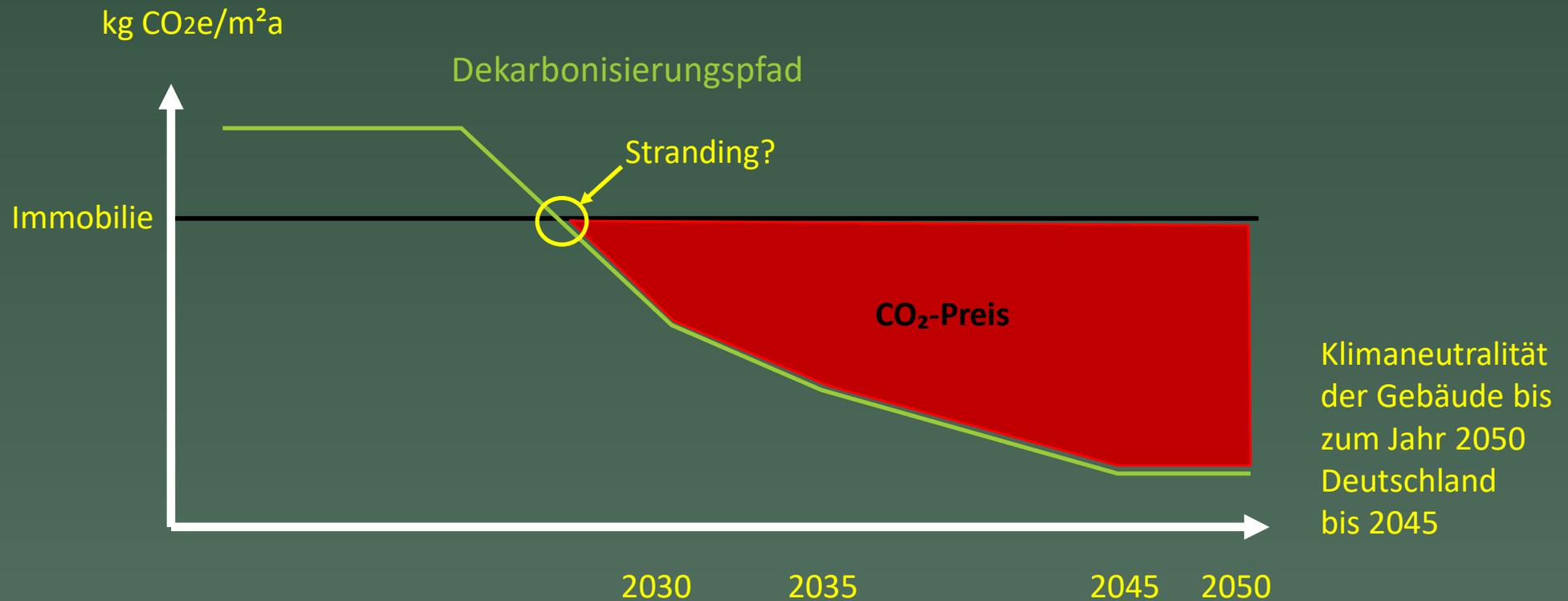
## EU-Parlament stimmt für Sanierungspflicht von Gebäuden

Das EU-Parlament stimmte am 14. März 2023 mit einer deutlichen Mehrheit für strengere Regeln bei der Reform der Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (EPBD).

Konkret heißt das: Alle Wohnhäuser sollen mindestens die folgende Energieeinsparung (Primärenergie) erreichen:

- Jahr 2030: 16% (Gegenüber 2020) (Im Moment noch: Effizienzklasse E)
- Jahr 2035: 20% bis 22% (Gegenüber 2020) (Im Moment noch: Effizienzklasse E)
- Jahr 2050 Klimaneutral (in Deutschland schon im Jahr 2045)

# EU-Gebäuderichtlinie (EPBD)



# EU-Gebäuderichtlinie (EPBD)

---

Wie entwickelt sich der Wert von unsanierten Immobilien?

Die Europäischen Union gab im Jahr 2020 ein Forschungsprojekt in Auftrag.

Die CRREM-Analyse (Carbon Risk Real Estate Monitor)

# EU-Gebäuderichtlinie (EPBD)

---

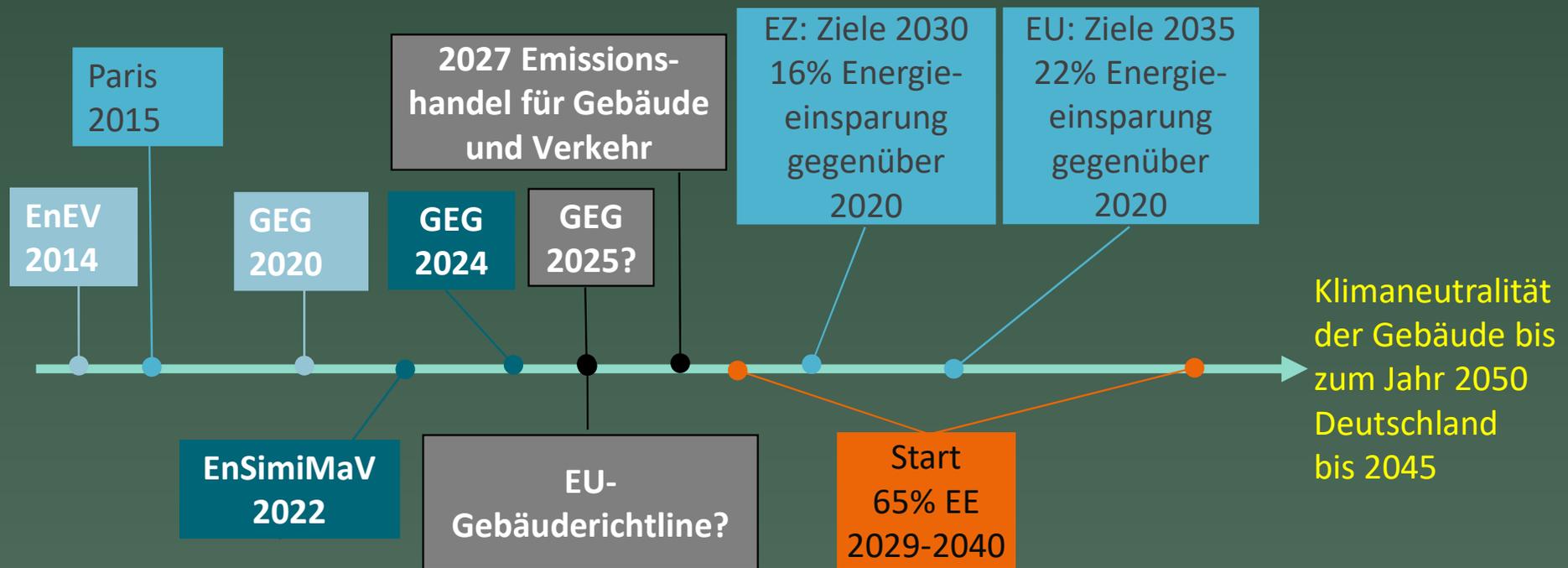
Entwicklung der der CO<sub>2</sub>-Steuer

## ***Neuer Emissionshandel für Verkehr und Gebäude***

*Auch im Verkehr und in Gebäuden müssen mehr Treibhausgase eingespart werden. Deshalb soll ab 2027 ein neues Emissionshandelssystem für Gebäude, Straßenverkehr sowie für die Nutzung fossiler Brennstoffe in bestimmten Industriesektoren geschaffen werden – ähnlich dem deutschen Brennstoffemissionshandel. Auch die Seeschifffahrt wird in den Emissionshandel einbezogen.*

<https://www.bundesregierung.de/breg-de/schwerpunkte/europa/fit-for-55-eu-1942402>

# Ausblick: GEG und EU-Gebäuderichtlinie



# Inhalt der Vortrags

---

1. Ausblick bis 2050
  - Das Gebäudeenergiegesetz (GEG) und andere und die EU Gebäuderichtlinie
2. Fördermittel
  - Bundesförderung für Effiziente Gebäude (BEG)
  - Effizient Sanieren (KfW)
3. Haustechnik
  - Wärmepumpe
  - Hydraulischer Abgleich
4. Feuchte und Schimmel (evtl.)
5. Strom aus PV-Anlagen (evtl.)

# Fördermittel

---

Die wichtigsten Fördermittelgeber:

- KfW (BEG)
- BAFA (BEG)
- Kommunale Förderung (z.B. Stadt)

Fördermittelrecherche:

- [www.foerderdata.de](http://www.foerderdata.de)
- [www.foerderdatenbank.de/FDB/DE/Home/home.html](http://www.foerderdatenbank.de/FDB/DE/Home/home.html)

# Fördermittel

## Fördersystematik

Das aktuelle Förderangebot in der BEG von BAFA und KfW

### **BAFA:**

BEG-Investitionszuschuss Einzelmaßnahmen im Gebäudebestand  
(Einzelmaßnahme Heizung seit 1.1.24 über KfW)

### **KfW:**

BEG-Förderkredit mit / ohne Tilgungszuschuss für Effizienzhaus/-gebäude  
in Neubau und Gebäudebestand  
Zuschuss Einzelmaßnahme Heizung  
Ergänzungskredit Einzelmaßnahmen (auch für die Einzelmaßnahmen BAFA)

# Fördermittel – BAFA BE EM

## Förderübersicht: Bundesförderung für effiziente Gebäude – Einzelmaßnahmen (BEG EM)

Im Einzelnen gelten die nachfolgend genannten Prozentsätze mit einer Obergrenze von 70 Prozent.

19.02.2024

Durchführer	Richtlinien-Nr.	Einzelmaßnahme	Grundfördersatz	iSFP-Bonus	Effizienz-Bonus	Klimageschwindigkeits-Bonus <sup>2</sup>	Einkommens-Bonus	Fachplanung und Baubegleitung
BAFA	5.1	Einzelmaßnahmen an der Gebäudehülle	15 %	5 %	–	–	–	50 %
BAFA	5.2	Anlagentechnik (außer Heizung)	15 %	5 %	–	–	–	50 %
	5.3	Anlagen zur Wärmeerzeugung (Heizungstechnik)						
KfW	a)	Solarthermische Anlagen	30 %	–	–	max. 20 %	30 %	50 %
KfW	b)	Biomasseheizungen <sup>1</sup>	30 %	–	–	max. 20 %	30 %	50 %
KfW	c)	Elektrisch angetriebene Wärmepumpen	30 %	–	5 %	max. 20 %	30 %	50 %
KfW	d)	Brennstoffzellenheizungen	30 %	–	–	max. 20 %	30 %	50 %
KfW	e)	Wasserstofffähige Heizungen (Investitionsmehrausgaben)	30 %	–	–	max. 20 %	30 %	50 %
KfW	f)	Innovative Heizungstechnik auf Basis erneuerbarer Energien	30 %	–	–	max. 20 %	30 %	50 %
BAFA	g)	Errichtung, Umbau, Erweiterung eines Gebäudenetzes <sup>1</sup>	30 %	–	–	max. 20 %	30 %	50 %
KfW	h)	Anschluss an ein Gebäudenetz	30 %	–	–	max. 20 %	30 %	50 %
KfW	i)	Anschluss an ein Wärmenetz	30 %	–	–	max. 20 %	30 %	50 %
	5.4	Heizungsoptimierung						
BAFA	a)	Maßnahmen zur Verbesserung der Anlageneffizienz	15 %	5 %	–	–	–	50 %
BAFA	b)	Maßnahmen zur Emissionsminderung von Biomasseheizungen	50 %	–	–	–	–	50 %

<sup>1</sup> Bei Biomasseheizungen wird bei Einhaltung eines Emissionsgrenzwert für Staub von 2,5 mg/m<sup>3</sup> ein zusätzlicher pauschaler Zuschlag in Höhe von 2.500 Euro gemäß Nummer 8.4.6 gewährt.

<sup>2</sup> Der Klimageschwindigkeits-Bonus reduziert sich gestaffelt gemäß Nummer 8.4.4. und wird ausschließlich selbstnutzenden Eigentümern gewährt. Bis 31. Dezember 2028 gilt ein Bonussatz von 20 Prozent.

# Fördermittel – KfW BEG EM

## Grundförderung und Boni Heizungsförderung KfW

Grundförderung	Einkommens-Bonus	Klimageschwindigkeits-Bonus	Effizienz-Bonus	Emissionsminderungs-Zuschlag
<ul style="list-style-type: none"> <li>Einbau einer förderbaren Heizung</li> <li><b>Zuschuss 30%</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ausschließlich <b>Selbstnutzer</b>;</li> <li>Zu versteuerndes Haushaltsjahreseinkommen max. <b>40.000 EUR</b>;</li> <li>Zuschuss: <b>30 %</b>;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ausschließlich <b>Selbstnutzer</b>;</li> <li><b>Austausch</b> funktionstüchtiger Heizung mit technischen Nebenbedingungen;</li> <li>Zuschuss (degressiv): <b>20 % abnehmend ab 2029</b>;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ausschließlich für <b>elektrisch angetriebene Wärmepumpen</b> (= Heizungsanlagen mit effizienten, elektrisch angetriebenen WP sowie bei bivalenten Kombi-/Kompaktgeräten anteilige Ausgaben für WP),</li> <li>Wärmequelle Wasser, Erdreich oder Abwasser oder Nutzung natürliches Kältemittel;</li> <li><b>Zuschuss: + 5 %</b>;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>unabhängig von Höchstgrenze förderfähiger Ausgaben</li> <li><b>Errichtung Feuerungsanlagen</b> für feste Biomasse (Nr. 5.3 b oder g) mit Einhaltung <b>Emissionsgrenzwert für Staub von 2,5 mg/m<sup>3*</sup></b></li> <li><b>Pauschal 2.500 EUR</b> je besonders emissionsarmer Biomasseanlage</li> </ul>
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block; margin-bottom: 10px;">Kumulation bis maximal 70 %</div> <div style="border-top: 1px solid black; width: 100%; margin-top: 10px;"> <span style="display: block; text-align: center;">Deckelung Förderung auf max. 70 %</span> </div>				

# Fördermittel – KfW BEG EM

---

Ab 2024 übernimmt die KfW fast vollständig die Heizungsförderung

Fördersätze für alle Heizungsanlagen:

**Kumulation bis  
maximal 70 %**

- Zuschuss von 30 %
- plus ggf. 30 % Einkommensbonus (für selbstnutzenden Wohneigentümer mit einem zu versteuernden Haushaltseinkommen von bis zu 40.000 Euro pro Jahr)
- plus ggf. 20 % Klima-Bonus (von 2024 bis 2025 – ab 2028 Absenkung)
- plus ggf. 5 % Innovationsbonus (für Wärmepumpen)

Einkommens- und Klima-Bonus nur für selbstnutzende Wohneigentümer und auch jeweils nur für eine selbstgenutzte Wohneinheit und nur bei Austausch der Heizung (Gaszentral- und Biomasseheizung müssen mind. 20 Jahre alt sein)

(ohne Gewähr)

# Fördermittel – KfW BEG EM

---

Ab 2024 übernimmt die KfW fast vollständig die Heizungsförderung

Höchstgrenze der förderfähigen Kosten bei der Zuschuss-Heizungsförderung:

30.000 EUR für die erste Wohneinheit

15.000 EUR für die zweite bis sechste Wohneinheit

8.000 EUR ab der siebten Wohneinheit

Diese können für die Förderung einer Heizungsanlage nur einmalig und nicht pro Kalenderjahr in Anspruch genommen werden.

(ohne Gewähr)

# Fördermittel – BAFA BEG EM

---

Ab 2024: Förderung für die Sanierung der Gebäudehülle (Einzelmaßnahmen, BAFA)

Fördersatz für alle Effizienzmaßnahmen:

- 15 % Zuschuss plus ggf. 5 % iSFP-Bonus
- Höchstgrenze der förderfähigen Kosten: 30.000 Euro je Wohneinheit
- plus 30.000 je WE mit iSFP-Bonus

Zinsvergünstigte KfW-Ergänzungskredit für alle Einzelmaßnahmen möglich

(ohne Gewähr)

# Individueller Sanierungsfahrplan (BAFA)



Einen Energieberater Finden Sie unter:

<https://www.energie-effizienz-experten.de/>

# Fördermittel – KfW BEG WG

## BEG fördert systemische Sanierung zum Effizienzhaus/-gebäude

Komplettsanierung mit KfW-Förderkredit und Tilgungszuschuss (BEG WG und BEG NWG)

Effizienzhaus-/Effizienzgebäude-Stufe	Tilgungszuschuss	Bonus* EE-Klasse oder NH-Klasse	WPB-Bonus	SerSan-Bonus (nur WG)	max. Quote TZ
Effizienzhaus/-gebäude Denkmal	5,0 %	+ 5,0 %		./.	10,0 %
Effizienzhaus 85 (nur WG)	5,0 %		10,0 %		
Effizienzhaus/-gebäude 70	10,0 %		15,0 % 25,0 % (EE-Klasse)		
Effizienzhaus/-gebäude 55	15,0 %		+ 10,0 %	+ 15 %	40,0 %
Effizienzhaus/-gebäude 40	20,0 %		+ 10,0 %	+ 15 %	45,0 %

- Förderkredithöhe (pro Vorhaben):

- Wohngebäude: 120.000 EUR je WE  
bzw. 150.000 EUR je WE für EE- und NH-Klasse

- Nichtwohngebäude: 2.000 EUR je m<sup>2</sup> Nettogrundfläche, max. 10 Mio. EUR

Deckelung in Summe auf  
max. 20 %;

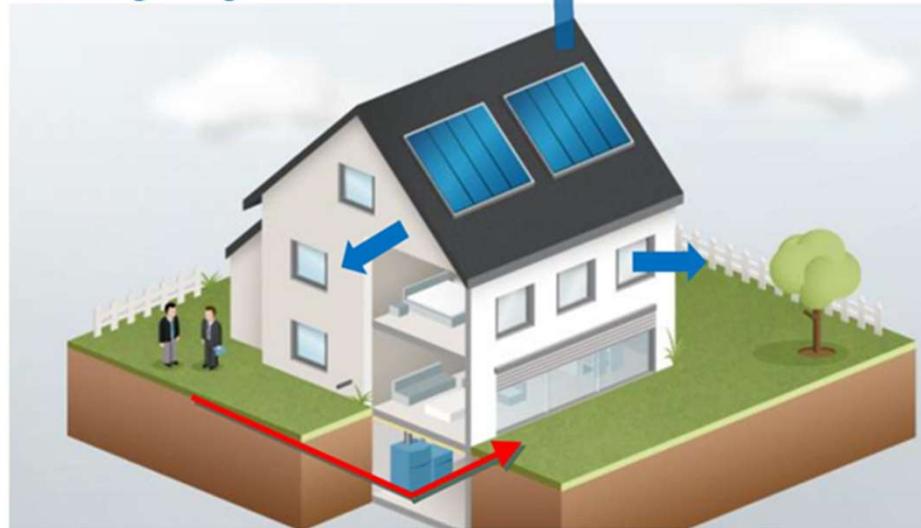
# Fördermittel – KfW BEG WG

Anforderung der KfW

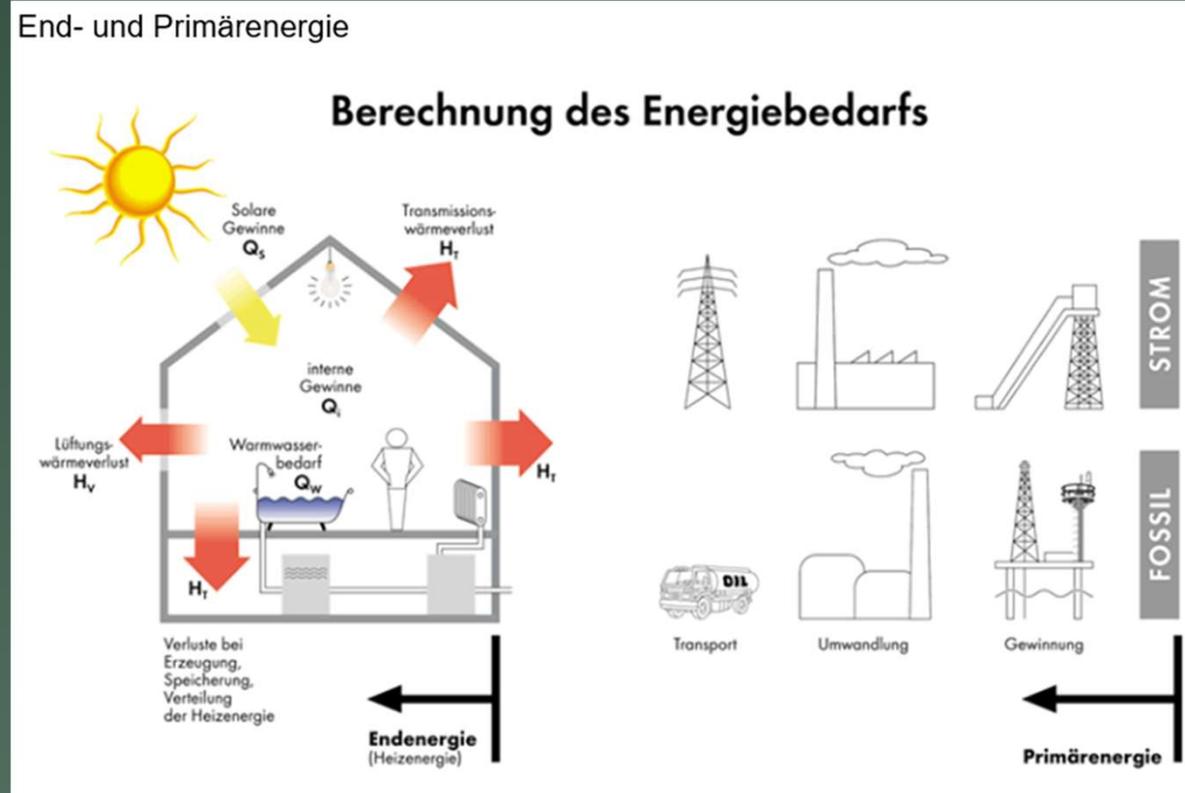
## Primärenergiebedarf $q_p$

Benötigte Energie unter Berücksichtigung sämtlicher Verluste des Energieträgers

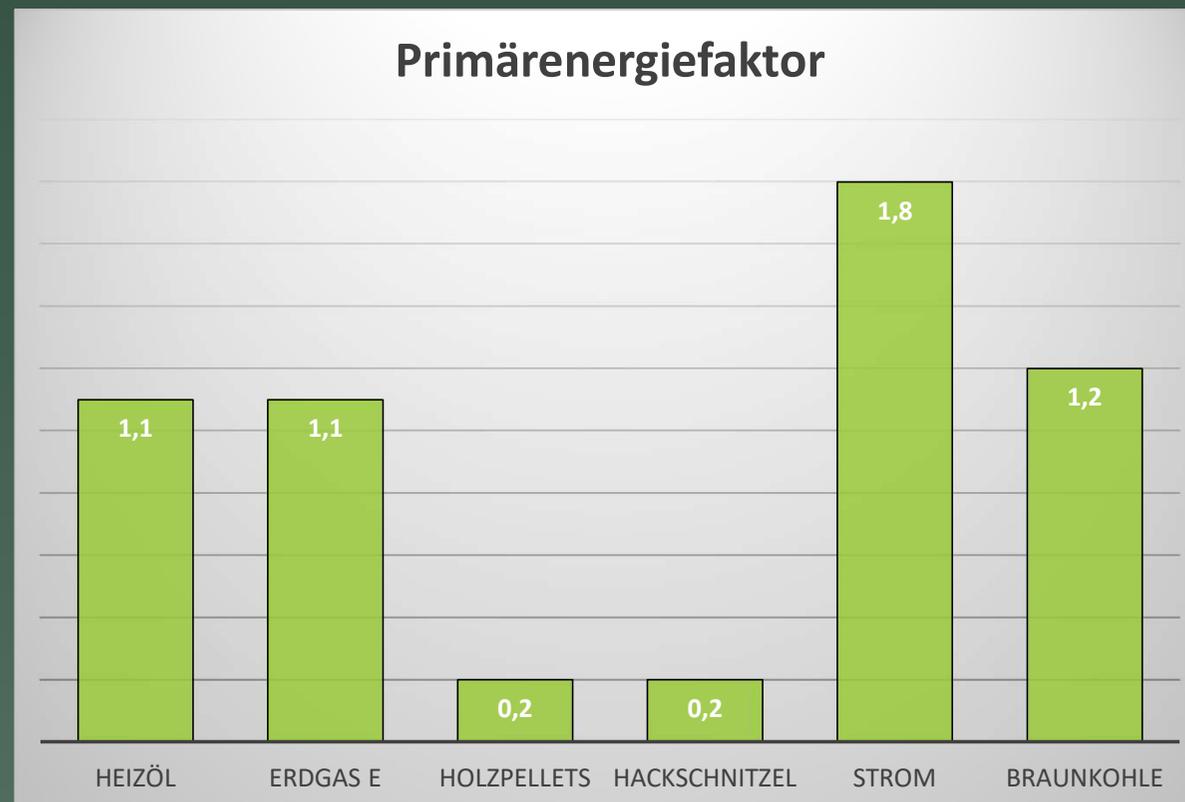
Transmissionswärmeverlust  $H_T$   
Energieverlust des Gebäudes über Bauteile/Gebäudehülle



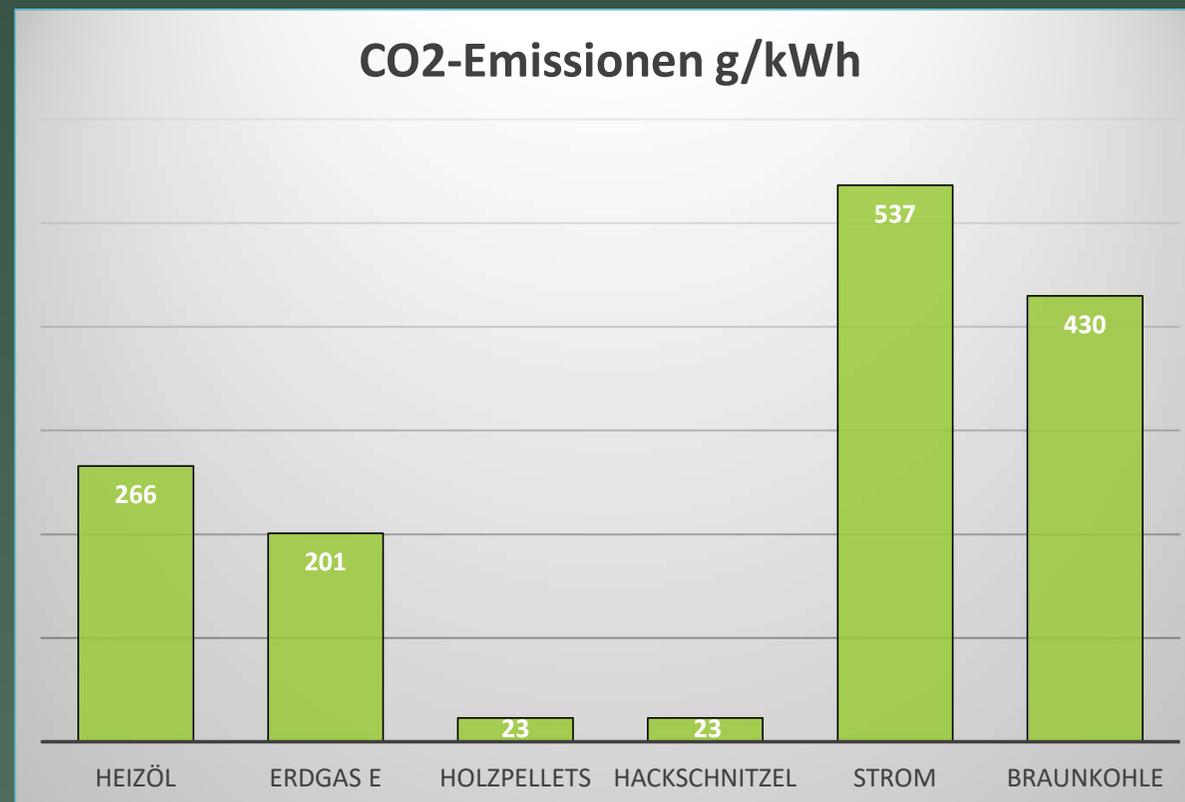
# End- und Primärenergiebedarf



# Primärenergiefaktoren



# CO<sub>2</sub> - Emissionen



# CO<sub>2</sub> - Emissionen von Strom

Der Energieträger mit der größten CO<sub>2</sub>-Emission ist Strom. Besonders Emissionsintensiv ist der Strom aus Kohle.



# Stromerzeugung / Strommix

Wie der Strom erzeugt wird entscheiden Sie

Regenerativ:  
CO<sub>2</sub>: 0 g/kWh  
Primärenergiefaktor: 0

z.B. aus Braunkohle:  
CO<sub>2</sub>: 1.200 g/kWh  
Primärenergiefaktor: 3,6



Strommix: CO<sub>2</sub> 537 g/kWh, Primärenergiefaktor 1,8

# Ökostrom

---

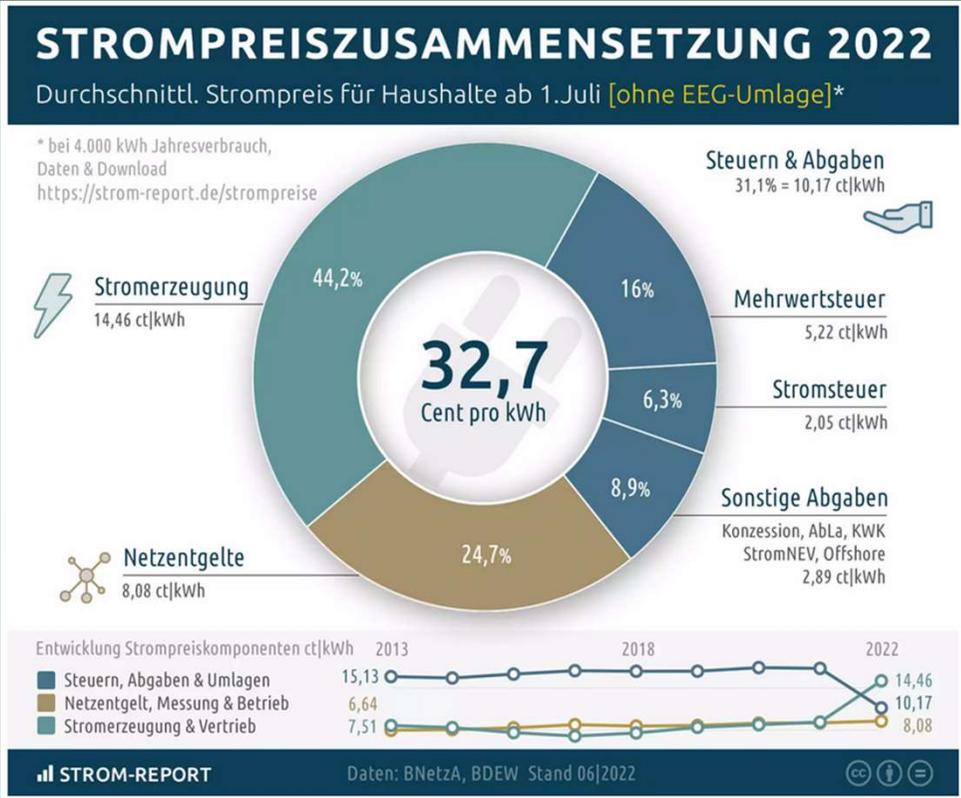
Informationen zum Ökostrom:

<https://www.verbraucherzentrale.de/wissen/energie/preise-tarife-anbieterwechsel/ist-ein-tarif-mit-oekostrom-und-oekogas-ueberhaupt-sinnvoll-8207>

<https://utopia.de/bestenlisten/die-besten-oekostrom-anbieter/>

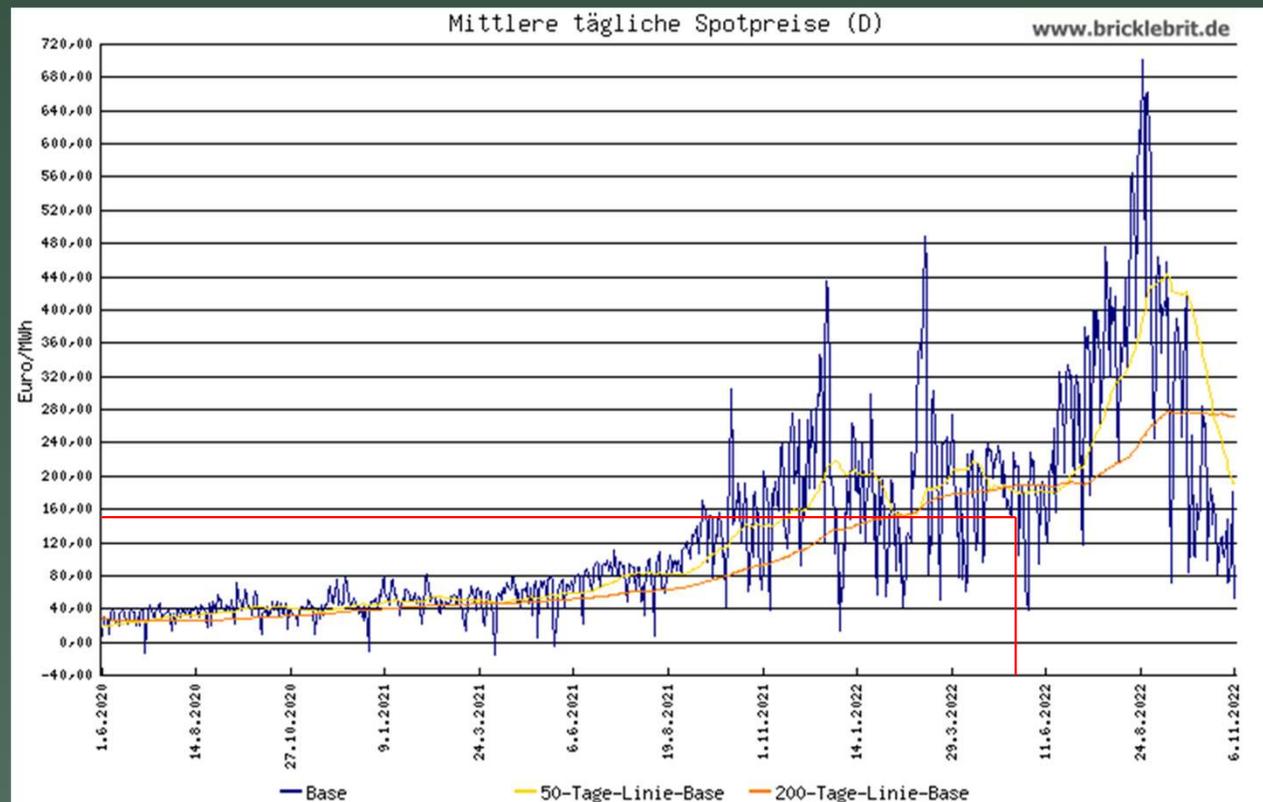
# Strompreis (Zusammensetzung)

Bestandteile des Strompreises pro Kilowattstunden im Frühjahr 2022



# Strompreis (Börsenpreis von 06/20 bis 11/22)

Bestandteile des Strompreises pro Kilowattstunden im Frühjahr 2022



# Inhalt der Vortrags

---

1. Ausblick bis 2050
  - Das Gebäudeenergiegesetz (GEG) und andere und die EU Gebäuderichtlinie
2. Fördermittel
  - Bundesförderung für Effiziente Gebäude (BEG)
  - Effizient Sanieren (KfW)
3. Haustechnik
  - Wärmepumpe
  - Hydraulischer Abgleich
4. Feuchte und Schimmel (evtl.)
5. Strom aus PV-Anlagen (evtl.)

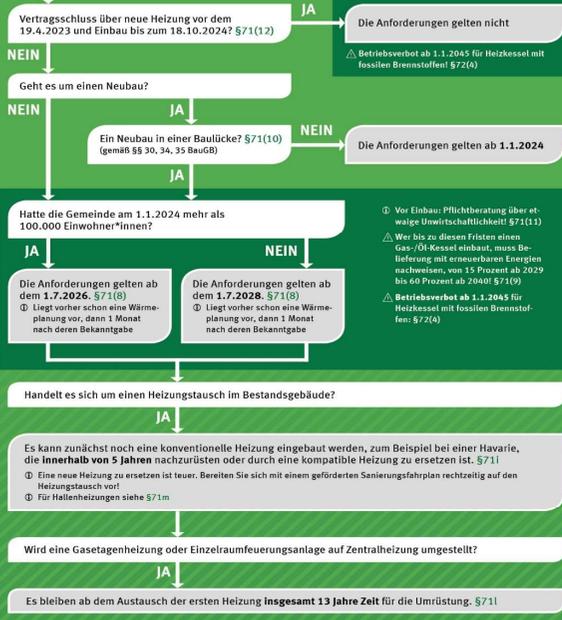
# Heizungstausch: Was tun?



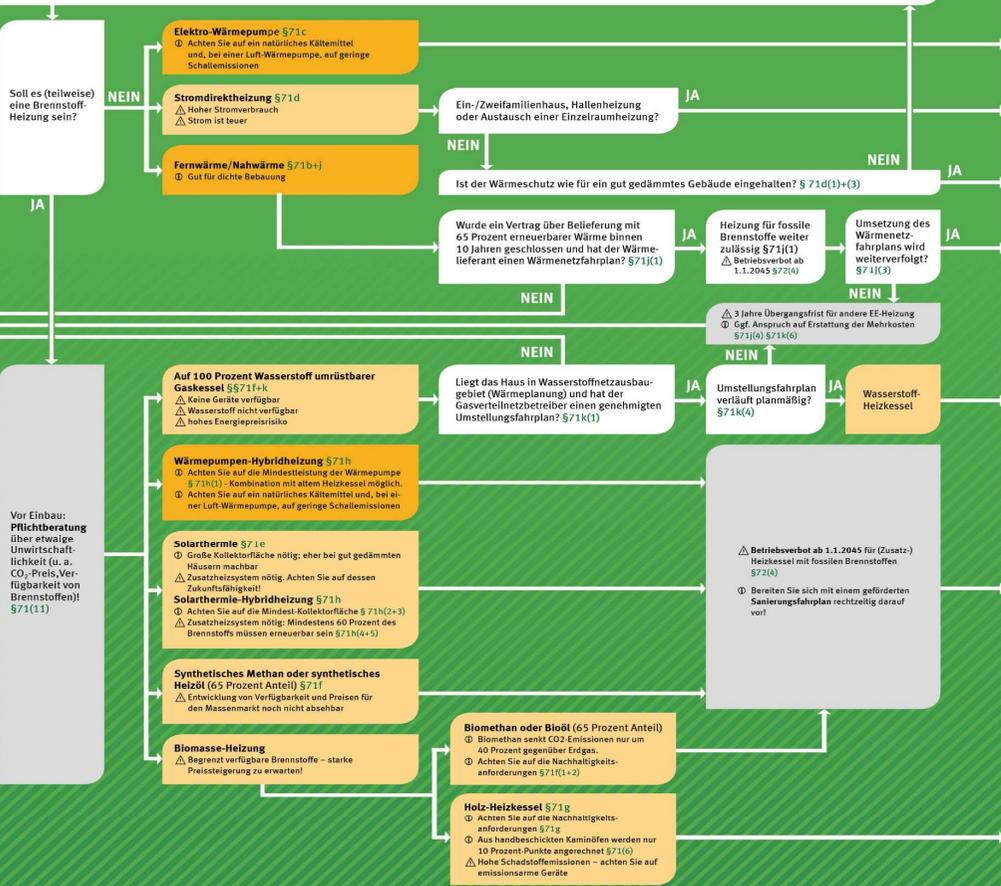
# Das neue Gebäudeenergiegesetz – Ihr Weg zu einer Heizung mit 65 Prozent erneuerbaren Energien

Nach und nach werden wir mit mehr erneuerbaren Energien heizen. Das ist gut für das Klima und auch für Ihren Geldbeutel. Die Wahlmöglichkeiten sind nicht auf den ersten Blick verständlich. Unser Entscheidungsbaum hilft Ihnen durch die Paragraphen des neuen Gebäudeenergiegesetzes, die ab dem 1.1.2024 gelten. Dazu geben wir Ihnen zusätzliche Tipps (mit ⊕ gekennzeichnet), zum Beispiel wie Ihre Heizung noch umweltfreundlicher wird. Oder Sie nehmen die Abkürzung: Am einfachsten geht es mit einer (Hybrid-)Elektro-Wärmepumpe! ACHTUNG (mit △ gekennzeichnet): Im Zweifelsfall gilt immer der Wortlaut des GEG.

## Schritt 1: Wann muss ich eine Heizung mit erneuerbaren Energien einbauen?



## Schritt 2: Welche Heizung mit erneuerbaren Energien kann ich einbauen?



Ihre neue Heizung mit mindestens 65 Prozent erneuerbaren Energien



# Sanierungsvarianten (Vorgaben)

---

Wird ab dem 01.01.2024 und vor dem Inkrafttreten der 65%-Regel in der jeweiligen Kommune eine Heizung ausgetauscht, dürfen weiterhin Gas- und Ölheizungen eingebaut werden. Allerdings muss der Betreibende der Heizung in diesen Fällen sicherstellen, dass

ab 01.01.2029 mindestens 15 Prozent,  
ab 2035 mindestens 30 Prozent und  
ab 2040 mindestens 60 Prozent

der mit der Anlage bereitgestellten Wärme aus regenerativen Energieträgern erzeugt wird.

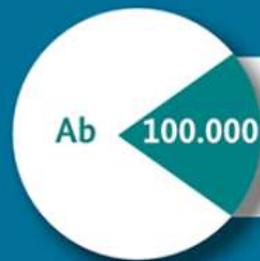
# Sanierungsvarianten (Vorgaben)

---

Diese Auflage entfällt nur, wenn der Betreiber auf den Anschluss an ein neues Wärmenetz oder eine Wasserstofflieferung aus einem umgestellten Gasnetz wartet und die jeweils dafür vorgesehenen Voraussetzungen erfüllt. Nach Ablauf der Wartezeit hat der Eigentümer das Gebäude an das entsprechende Netz anzuschließen. Stellt sich heraus, dass das Wärme- oder Wasserstoffnetz nicht realisiert wird, müssen die betroffenen Gebäudeeigentümer innerhalb von drei Jahren eine andere Erfüllungsoption umsetzen (z.B. Hybridheizung durch Nachrüstung einer Wärmepumpe).

# Das Wärmeplanungsgesetz

Das Wärmeplanungsgesetz regelt, bis wann in den Ländern Wärmepläne erstellt werden müssen.



Einwohnerinnen und Einwohner im Gemeindegebiet, sind Wärmepläne bis zum 30. Juni **2026** zu erstellen.



Einwohnerinnen und Einwohner im Gemeindegebiet, sind Wärmepläne bis zum 30. Juni **2028** zu erstellen.

Quelle: BMWStB

# Wärmepumpe und Gaskessel

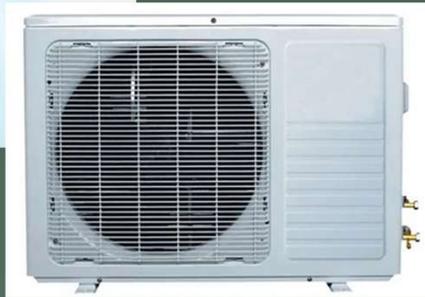
---



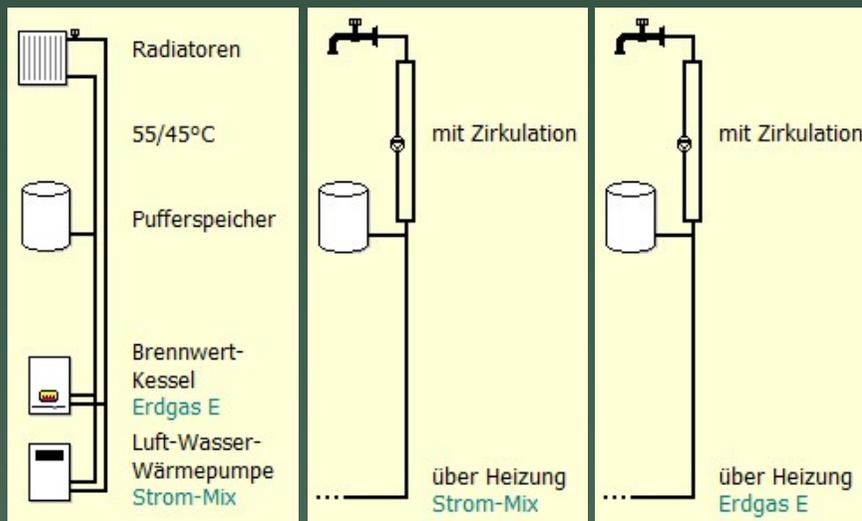
Luft-Wasser-Wärmepumpe



Luft-Luft-Wärmepumpe oder auch  
Split-Klimaanlage



# Wärmepumpe und Gaskessel



Problem:

- Hohe Vorlauftemperaturen
- Jahresarbeitszahl

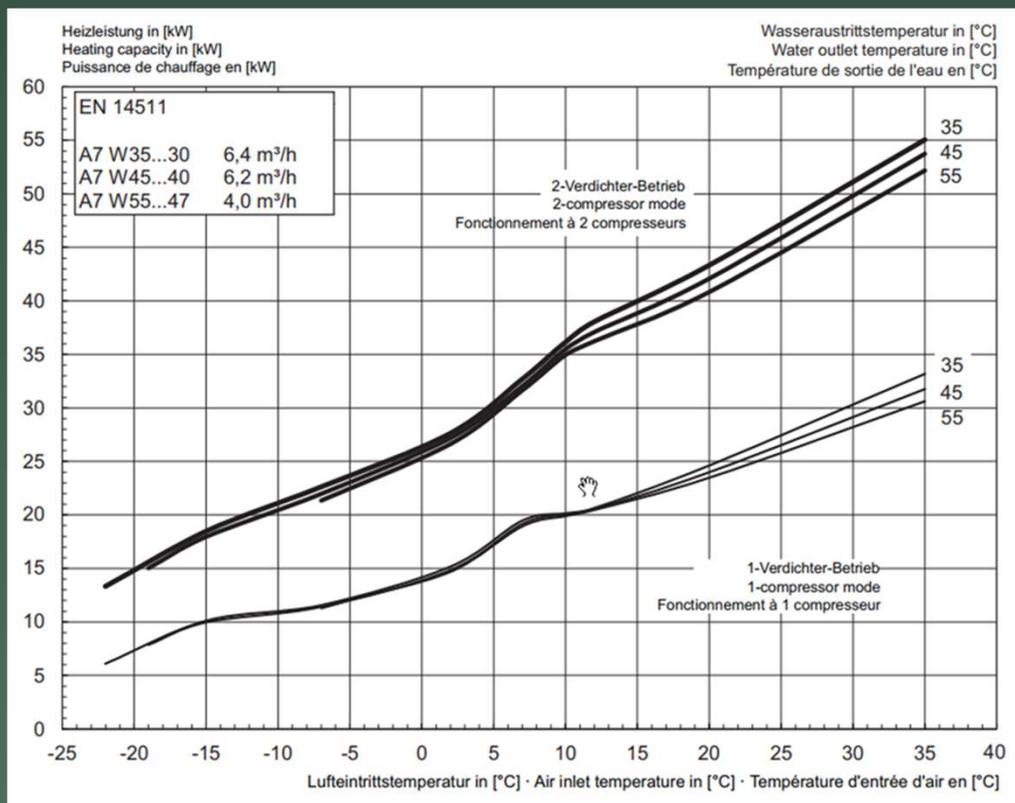
Umstellung der Heizung auf:

Luft-Wasser-Wärmepumpe 83%

Gas-Brennwertkessel 17%

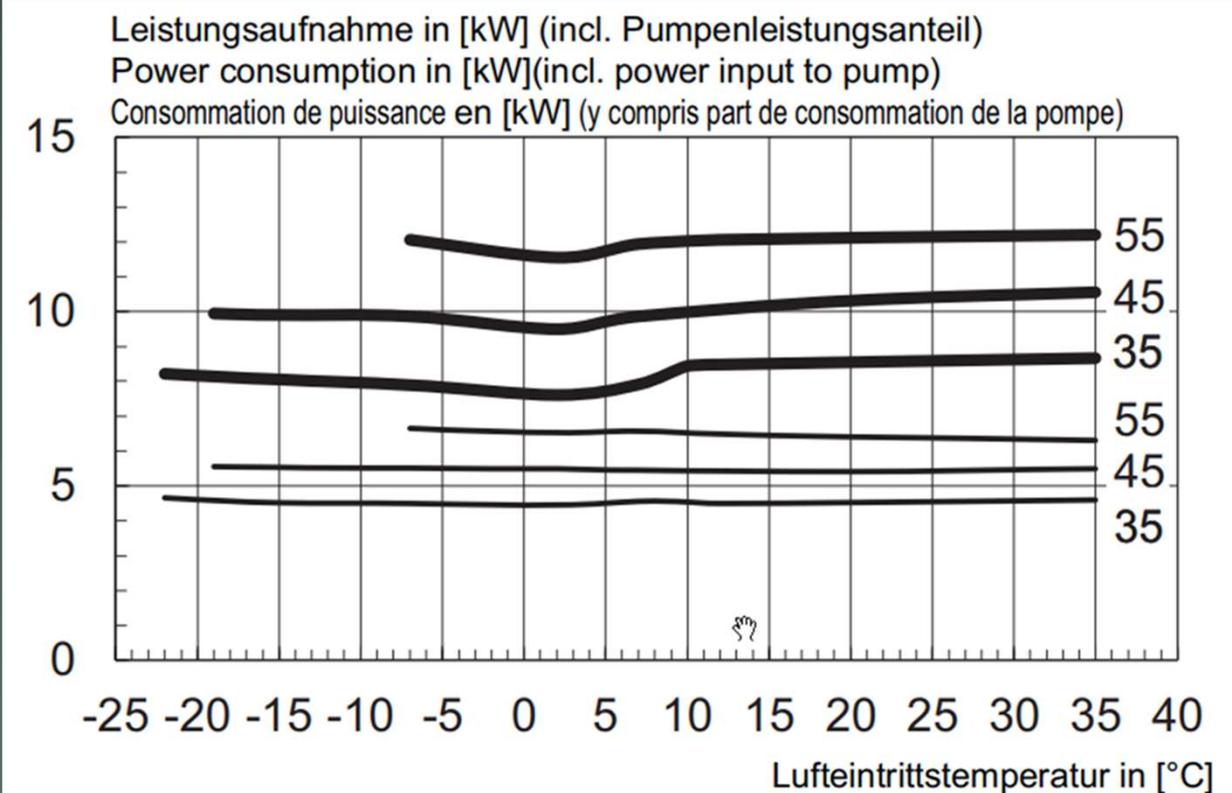
WW-Bereitung: 70% / 30%

# Wärmepumpe und Gaskessel



Leistungsdiagramm einer Luft-Wasser-Wärmepumpe. Leistung ist abhängig von der Außenlufttemperatur

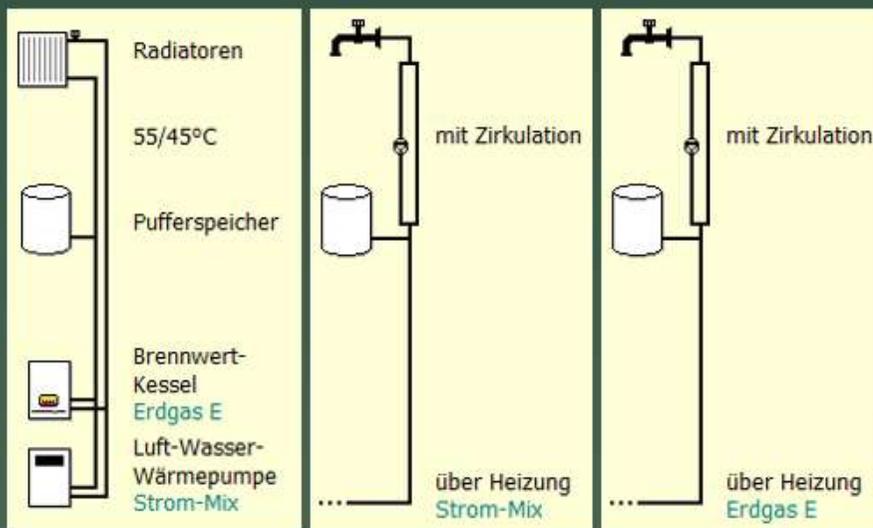
# Wärmepumpe und Gaskessel



Leistungsaufnahme einer Luft-Wasser-Wärmepumpe kW (Strom).

Leistungsaufnahme ist Abhängig von der Vorlauftemperatur

# Wärmepumpe und Gaskessel



Problem:

- Hohe Vorlauftemperaturen
- Jahresarbeitszahl



Umstellung der Heizung auf:

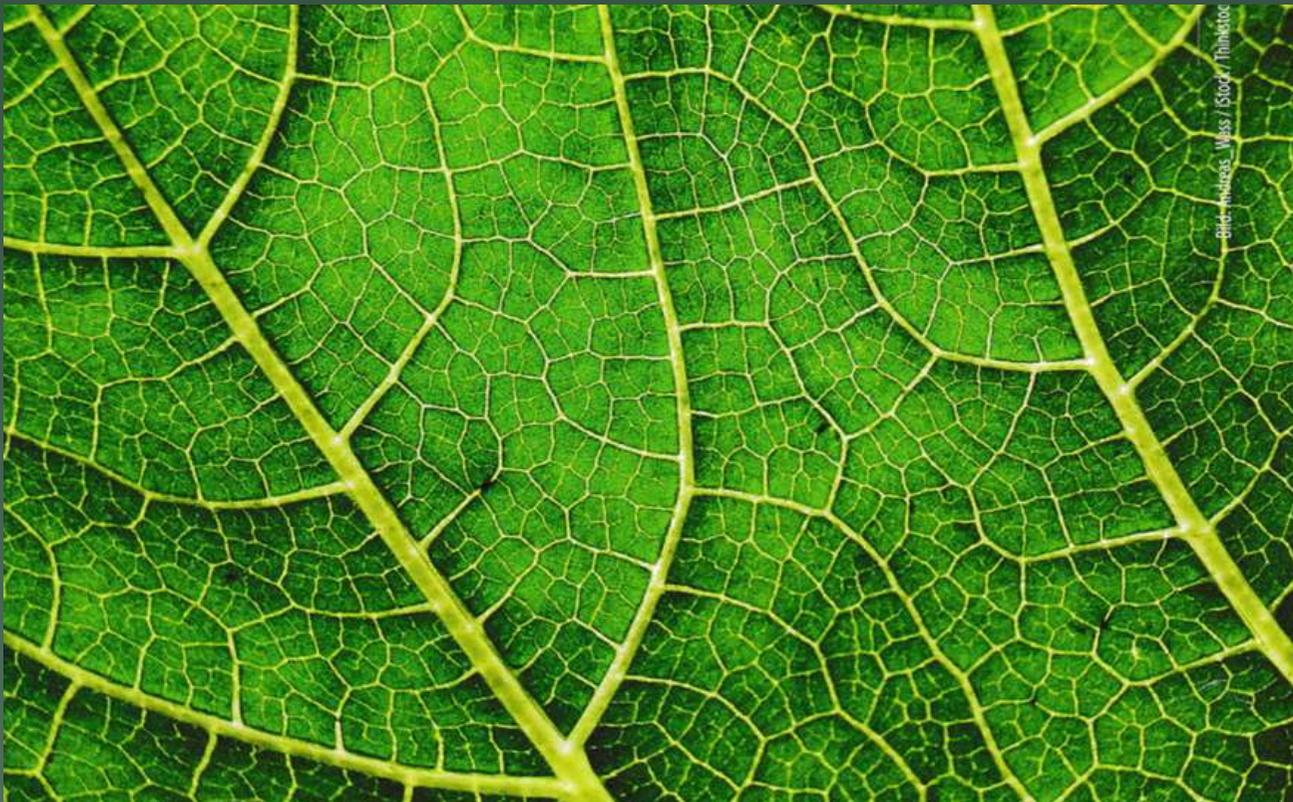
Luft-Wasser-Wärmepumpe 83%

Gas-Brennwertkessel (Neu) 17%

WW-Bereitung: 70% / 30%

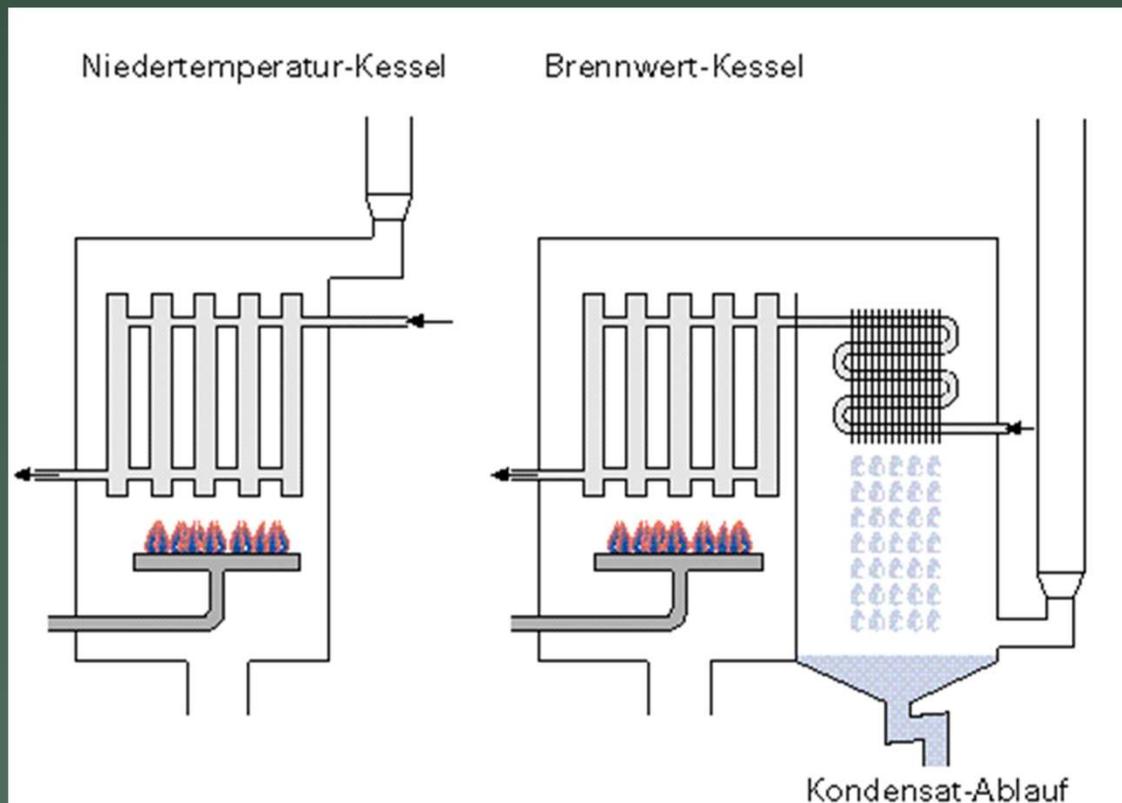
# Wärmepumpe und Gaskessel

---



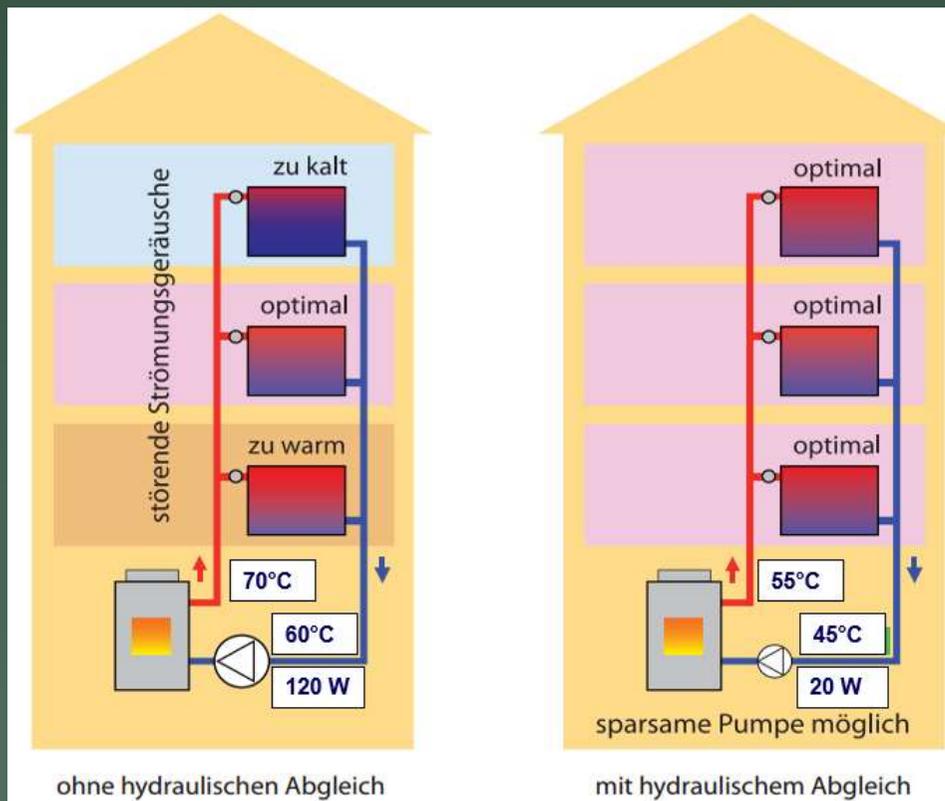
Hydraulischer Abgleich:  
In der Natur ist das  
ganz normal.

# Wärmepumpe und Gaskessel



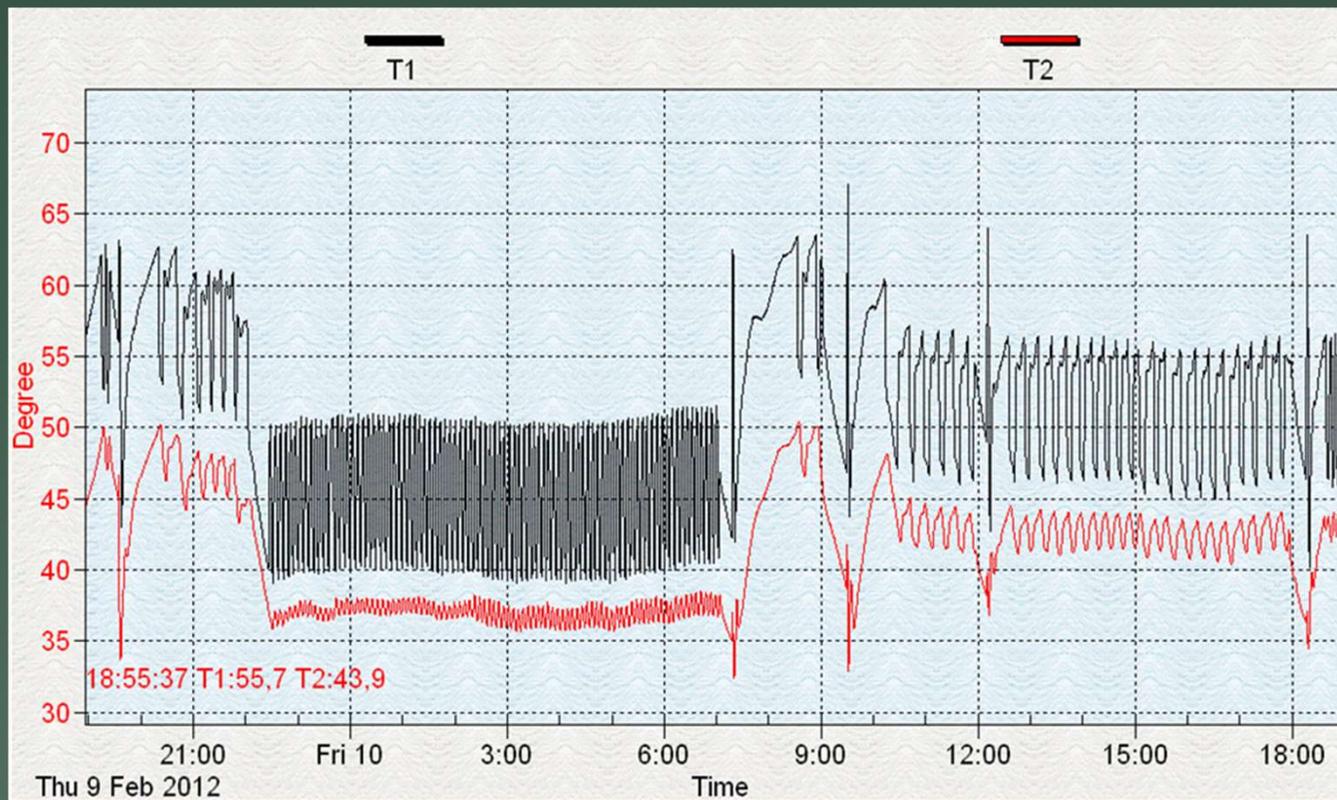
Hydraulischer Abgleich:  
Der Brennwertnutzen  
entsteht durch  
Kondensatbildung aus den  
Abgasen

# Wärmepumpe und Gaskessel



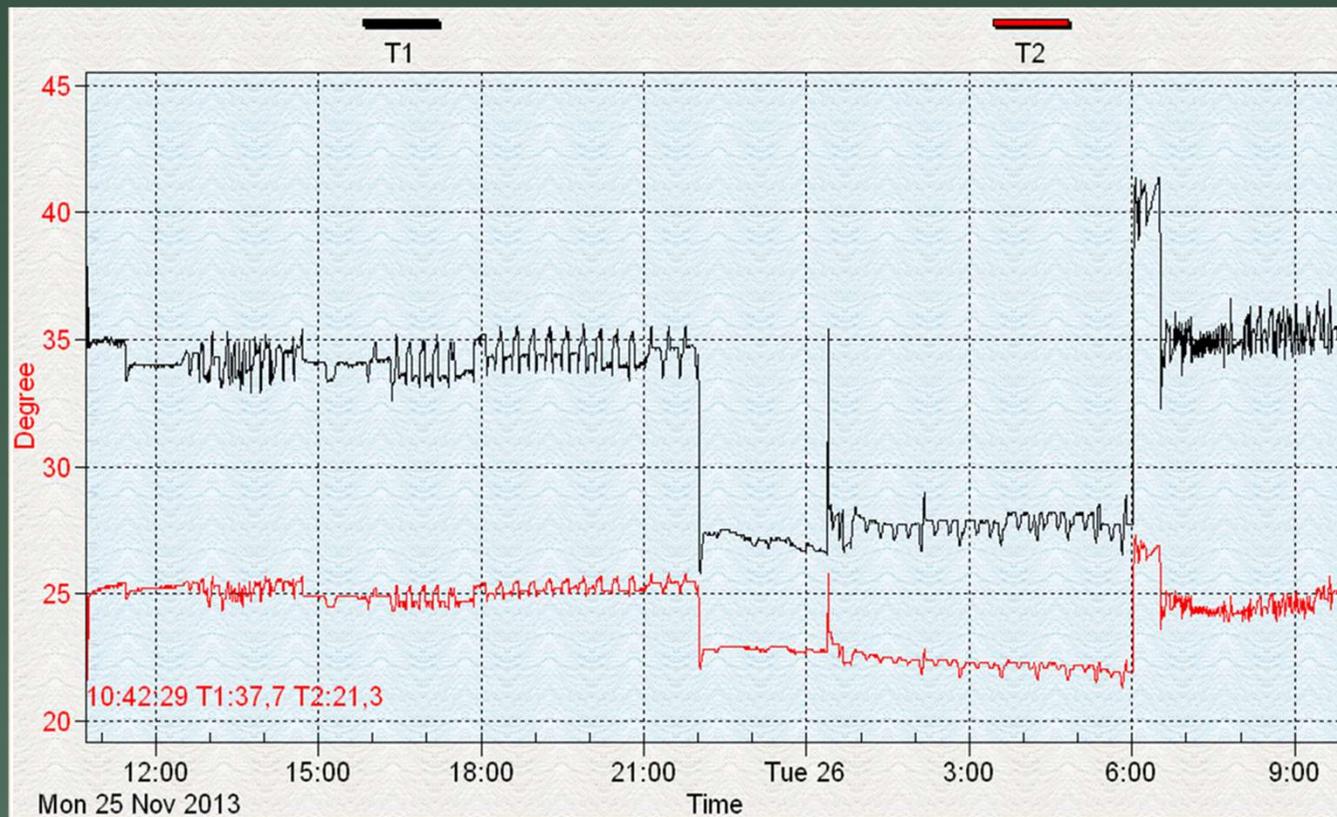
Hydraulischer Abgleich:  
Hydraulisches System mit  
und ohne Abgleich.

# Wärmepumpe und Gaskessel



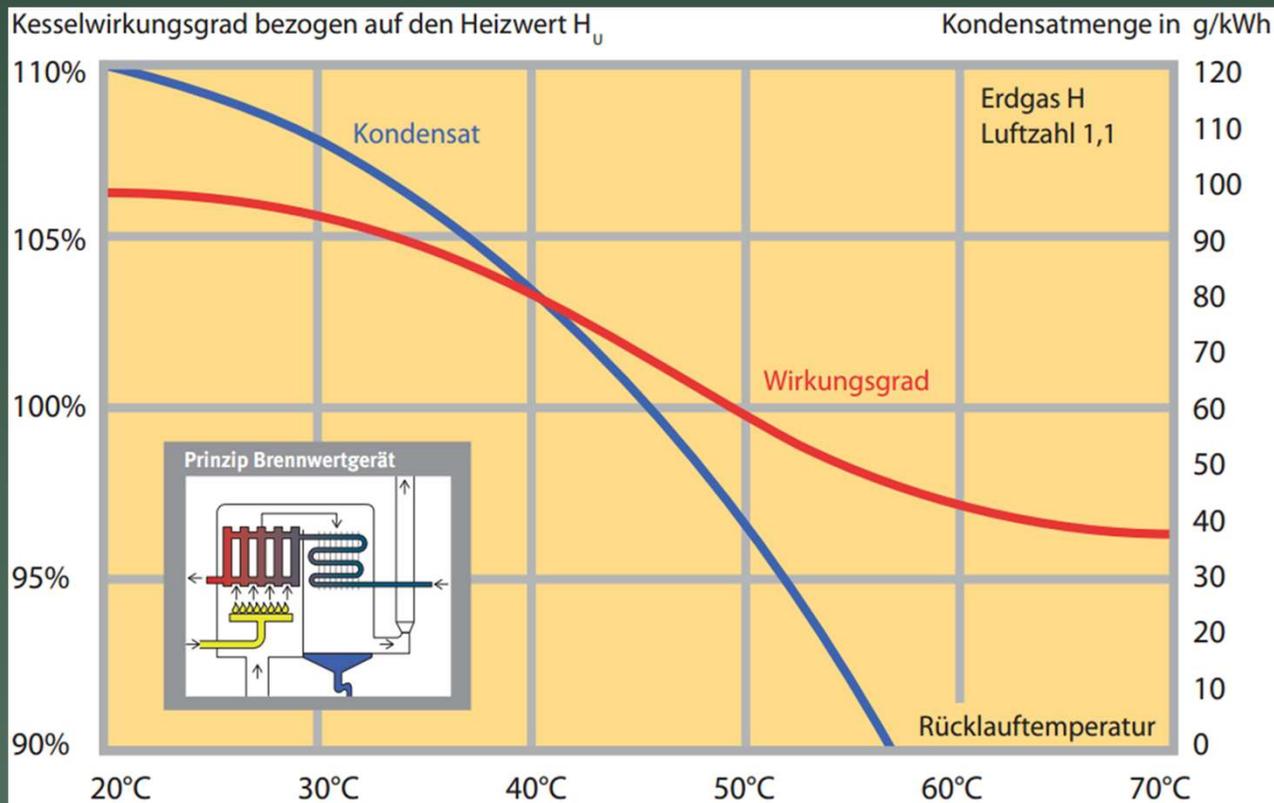
Temperaturdiagramm:  
Vorlauf- und Rücklauf-  
temperatur eines nicht  
Abgeglichenen Systems

# Wärmepumpe und Gaskessel



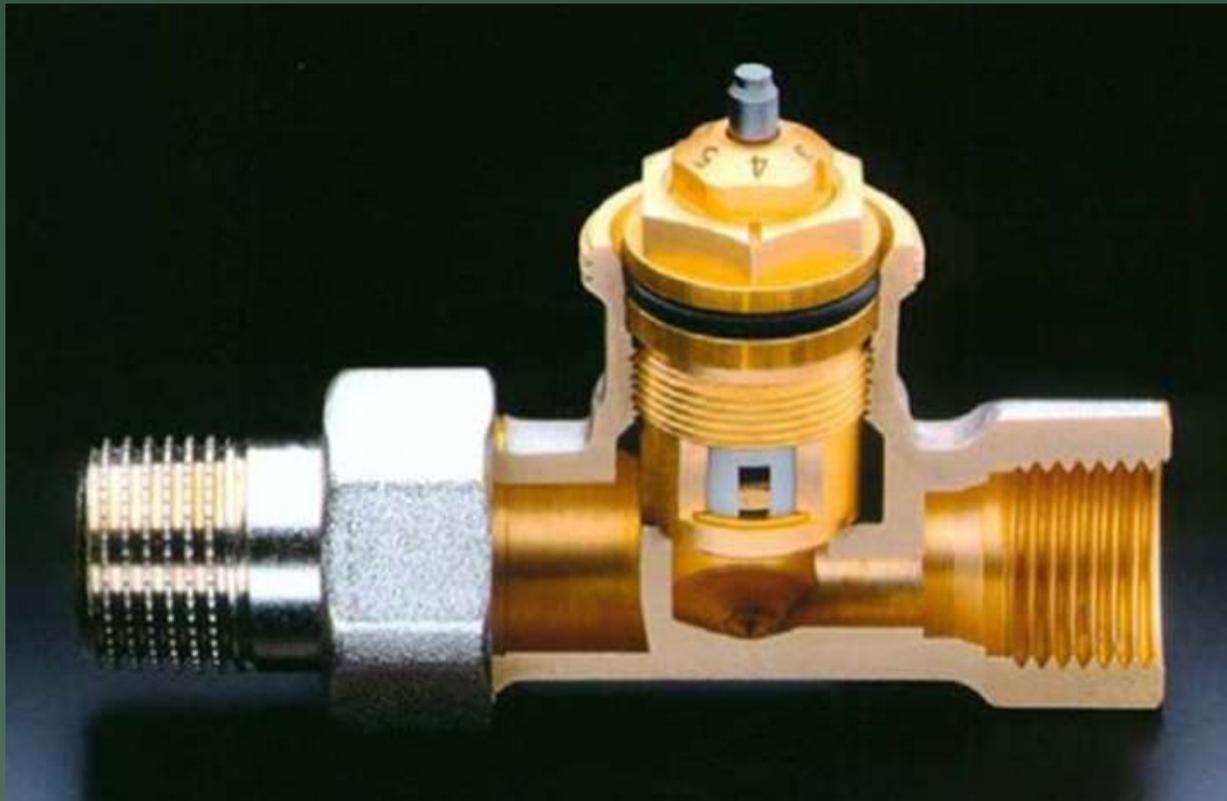
Temperaturdiagramm:  
Vorlauf- und Rücklauf-  
temperatur eines gut  
Abgeglichenen Systems

# Wärmepumpe und Gaskessel



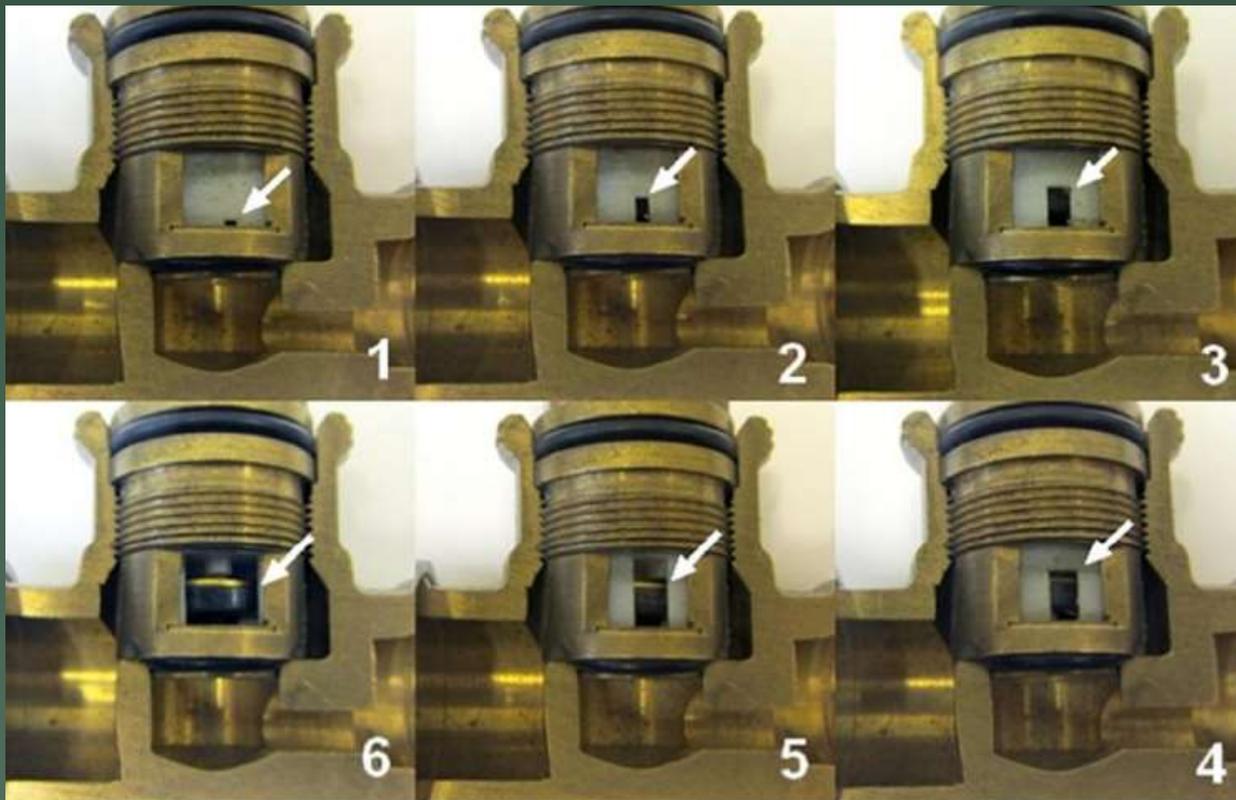
Kesselwirkungsgrad ist abhängig von der des entstandenen Kondensatmenge

# Wärmepumpe und Gaskessel



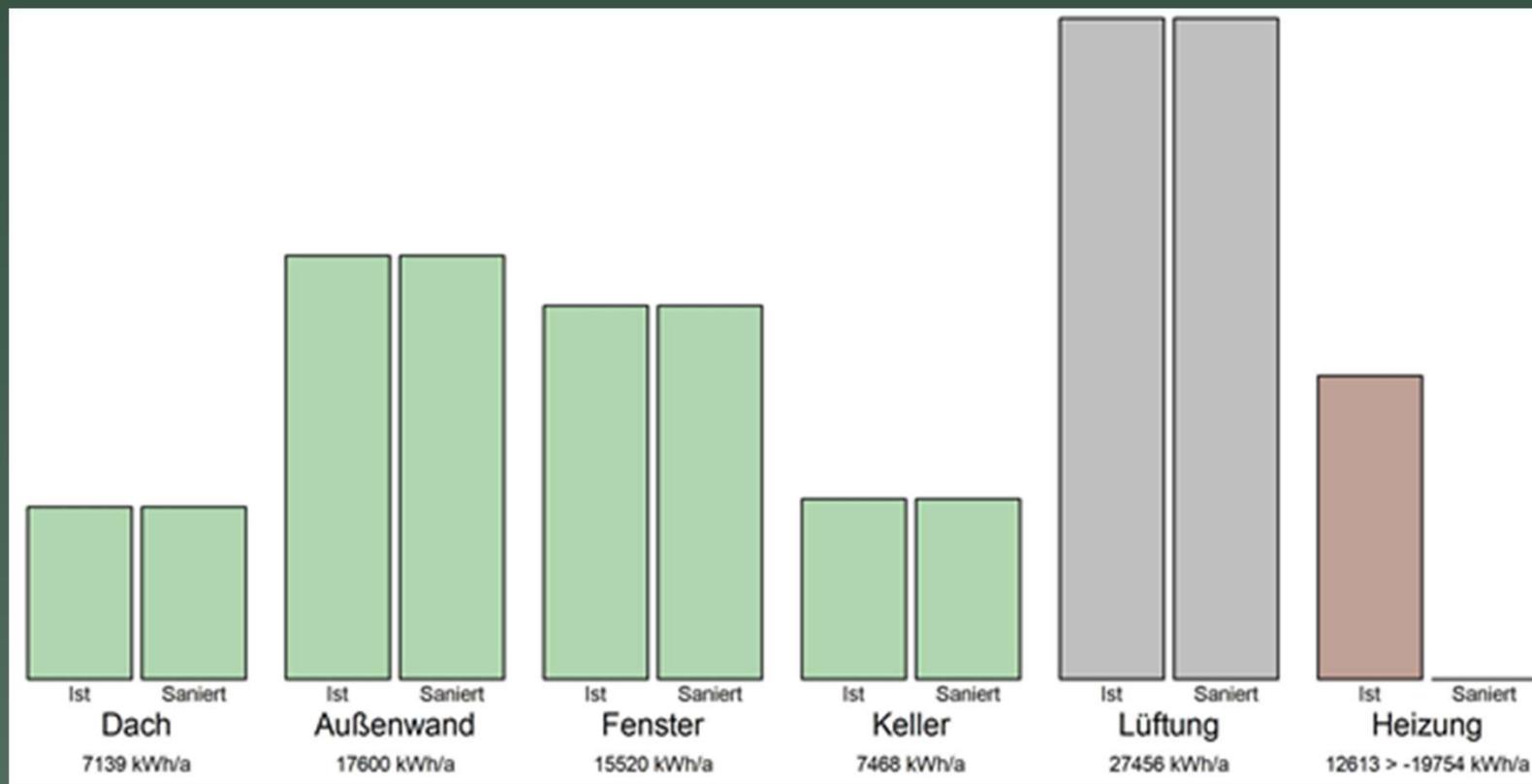
Voreinstellbares  
Heizkörperventil

# Wärmepumpe und Gaskessel



Voreinstellbares  
Heizkörperventil

# Wärmepumpe und Gaskessel



Energiebedarf sinkt um 53%

# Wärmepumpe und Gaskessel

Sanierung							
BAFA -Einzelmaßnahmen: Zuschuss inkl. 5% für iSFP							
Kosten	Menge	Kosten in € / Einheit	Kosten gesamt in €	zuw. Fähige Kosten in €	Zuschuss in %	Zuschuss in €	Eigenanteil in €
Hydraulischer Abgleich	40	50	2.000	1.400	-30,0%	- 420	1.580
Neue Heizkörper	15	500	7.500	5.250	-30,0%	- 1.575	5.925
Luft-Wasser-Pumpe	1	120.000	120.000	84.000	-30,0%	- 25.200	94.800
Gas-Brennwertkessel	1	15.000	15.000	-	0,0%	-	15.000
Pelletheizung	1	150.000		-	-30,0%	-	-
Dachdämmung	310	440		-	-20,0%	-	-
Oberste Geschossdecke					-20,0%		
Dachfenster	11	1.500		-	-20,0%	-	-
Außenwanddämmung	465	250		-	-20,0%	-	-
Fenster	120	700		-	-20,0%	-	-
Kellerdecke	200	120		-	-20,0%	-	-
Eingangstür	1	4.000		-	-20,0%	-	-
				-	-20,0%	-	-
Kellerwände	25	100		-	-20,0%	-	-
						-	-
PV-Anlage	10	2.000					
Baubegleitung	0	2.000	-	-	0%	-	-
Berechnung Hydr. Abgleich	1	2.600	2.600	1.820	-30%	- 546	2.054
BAfA-Förderung			147.100	92.470		- 27.741	119.359

Investitionskosten:  
Keine volle  
Förderung  
für den  
Hydraulischen  
Abgleich weil ein  
Gaskessel  
weiterhin  
vorhanden ist  
Bsp.: 8 FH

# Wärmepumpe und Gaskessel

			Saniert		
Verbr. Heizung	60.675	kWh	Heizung Saniert	12.712	kWh
<b>Kosten ohne CO2-St.</b>	<b>0,0780</b>	€ / kWh	<b>Kosten ohne CO2-St.</b>	<b>0,0780</b>	€/kWh
Grundpreis		Euro / Jahr	Grundpreis Heizung		Euro / Jahr
Kosten ges.	4.733	Euro / Jahr	Kosten Heizen ges.	992	Euro / Jahr
Verbrauch Strom ist	954	kWh	Verbrauch Strom ist	16.550	kWh
Kosten Strom	0,300	€/kWh	Kosten Strom	0,300	€/kWh
Kosten Strom. Ges.	286	Euro /Jahr	Kosten Strom. Ges.	4.965	Euro /Jahr
Preissteigerung	4%	%	Preissteigerung	4%	%

Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Steuer und der Heizkosten sowie der Einsparung durch die Sanierungsmaßnahme  
Bsp.: 8 FH

Kostenentwicklung / Amortisation nach der Sanierung							
	Wärmekosten	CO2-Emiss.	CO2-Steuer	Kosten	Gesamtkosten	Einsparung	Investition
Jahr	Saniert	in kg/a	Euro/a	Strom	für Wärme	Euro	119.359
2024	992	3.051	137	4.965	6.094	<b>-420</b>	119.779
2025	1.031	3.051	168	5.164	6.363	-342	120.121
2026	1.072	3.051	198	5.370	6.641	-266	120.387
2027	1.115	3.051	610	5.585	7.310	1.247	119.139
2028	1.160	3.051	641	5.808	7.609	1.320	117.819
2029	1.206	3.051	671	6.041	7.918	1.392	116.427
2030	1.255	3.051	702	6.282	8.239	1.461	114.966
2031	1.305	3.051	732	6.534	8.571	1.529	113.437
2032	1.357	3.051	763	6.795	8.915	1.594	111.843
2033	1.411	3.051	793	7.067	9.271	1.658	110.185
2034	1.468	3.051	824	7.349	9.641	1.720	108.465

# Wärmepumpe und Gaskessel

Kostenentwicklung / Amortisation nach der Sanierung							
Jahr	Wärmekosten Saniert	CO2-Emiss. in kg/a	CO2-Steuer Euro/a	Kosten Strom	Gesamtkosten für Wärme	Einsparung Euro	Investition 119.359
2024	992	3.051	137	4.965	6.094	<b>-420</b>	119.779
2025	1.031	3.051	168	5.164	6.363	-342	120.121
2026	1.072	3.051	198	5.370	6.641	-266	120.387
2027	1.115	3.051	610	5.585	7.310	1.247	119.139
2028	1.160	3.051	641	5.808	7.609	1.320	117.819
2029	1.206	3.051	671	6.041	7.918	1.392	116.427
2030	1.255	3.051	702	6.282	8.239	1.461	114.966
2031	1.305	3.051	732	6.534	8.571	1.529	113.437
2032	1.357	3.051	763	6.795	8.915	1.594	111.843
2033	1.411	3.051	793	7.067	9.271	1.658	110.185
2034	1.468	3.051	824	7.349	9.641	1.720	108.465
2035	1.526	3.051	854	7.643	10.024	1.780	106.685
2036	1.587	3.051	885	7.949	10.421	1.837	104.848
2037	1.651	3.051	915	8.267	10.833	1.892	102.956
2038	1.717	3.051	946	8.598	11.261	1.945	101.011
2039	1.786	3.051	976	8.942	11.704	1.995	99.017
2040	1.857	3.051	1.007	9.299	12.163	2.042	96.974
2041	1.931	3.051	1.037	9.671	12.640	2.087	94.887
2042	2.009	3.051	1.068	10.058	13.135	2.129	92.758
2043	2.089	3.051	1.098	10.461	13.648	2.168	90.589
2044	2.173	3.051	1.129	10.879	14.180	2.205	88.385

Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Steuer und der Heizkosten sowie der Einsparung durch die Sanierungsmaßnahme  
Bsp.: 8 FH

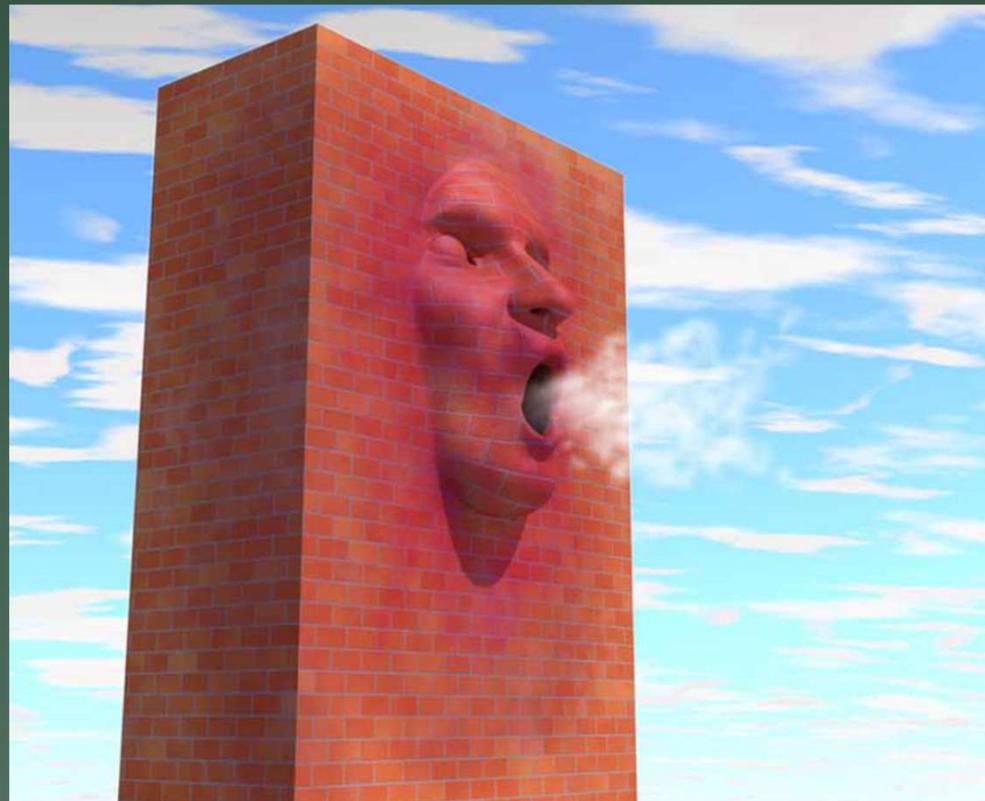
# Inhalt der Vortrags

---

1. Ausblick bis 2050
  - Das Gebäudeenergiegesetz (GEG) und andere und die EU Gebäuderichtlinie
2. Fördermittel
  - Bundesförderung für Effiziente Gebäude (BEG)
  - Effizient Sanieren (KfW)
3. Haustechnik
  - Wärmepumpe
  - Hydraulischer Abgleich
4. Feuchte und Schimmel (evtl.)
5. Strom aus PV-Anlagen (evtl.)

# Irrtümer und Aufklärung: Die atmende Wand

---



# Irrtümer und Aufklärung: Die atmende Wand

## Können Wände atmen?

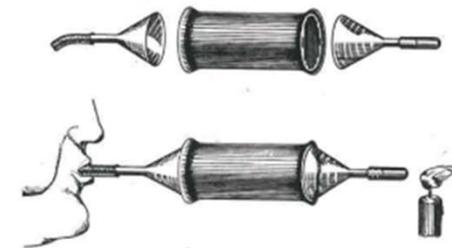
Dieser Irrtum geht auf Max von Pettenkofer (1818 – 1901) zurück.

Auszug aus *Die Luft in Wohnungen und die Ventilation*

... Schliesslich wendet sich der Herr Verf. zur Betrachtung der Wichtigkeit der Porosität der Wandungen der Wohnungen für die Diffusion der Kohlensäure. Man hatte bisher, abgesehen von Oeffnungen, welche geradezu zur Ventilation angebracht werden, lediglich den Thüren, Fenstern und anderen gröberen Undichtheiten, die natürliche Ventilation der Zimmer überlassen. Der Herr Verf. glaubt, dass ein bedeutender Austausch der Luft in und ausserhalb der Wohnungen durch Mörtel und Mauersteine der Wände hindurch stattfindet. ...



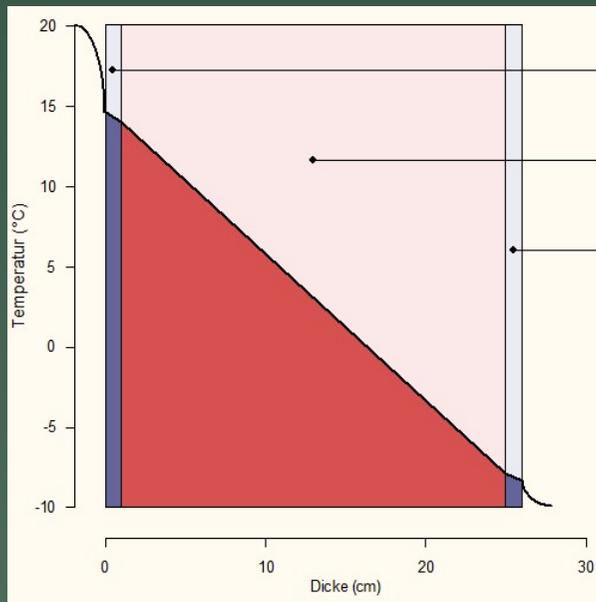
Max von Pettenkofer  
ca. 1860



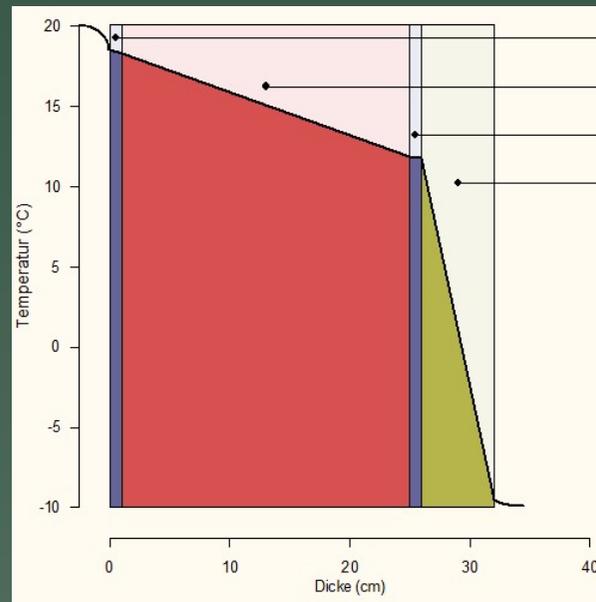
Kerzenversuch nach von Pettenkofer

# Bauphysik – Feuchte und Schimmel

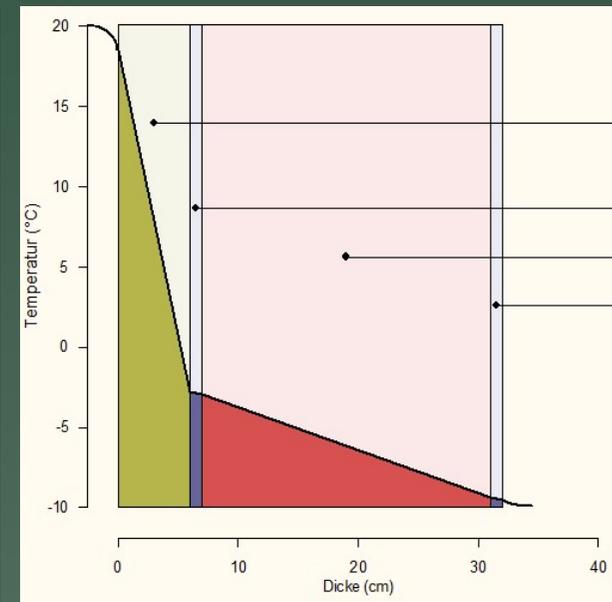
Temperaturverteilung: Hohlblockstein, U-Wert 1,4 W/(m<sup>2</sup>K), (Dämmung 6 cm)



Ungedämmt, U 1,4



Außendämmung U 0,41



Innendämmung U 0,41

# Außenwanddämmung

Außenwanddämmung aus Mineralwolle: Hier 8 cm



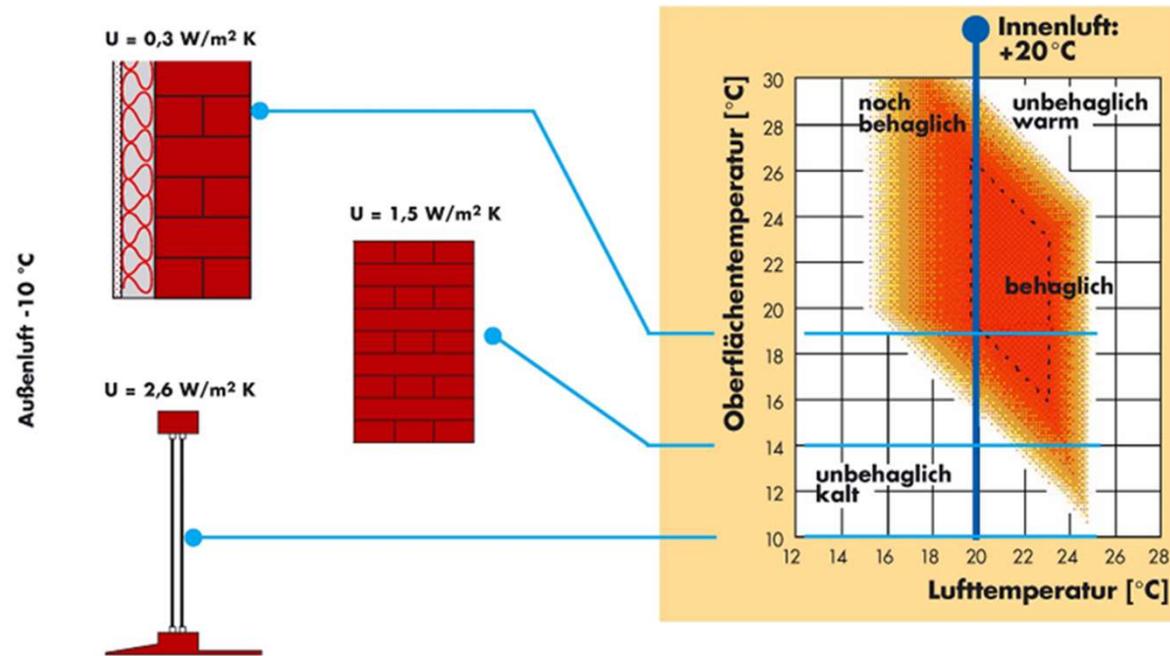
Oberflächentemperaturen:

6,5°C

10,5°C

# Außenwanddämmung

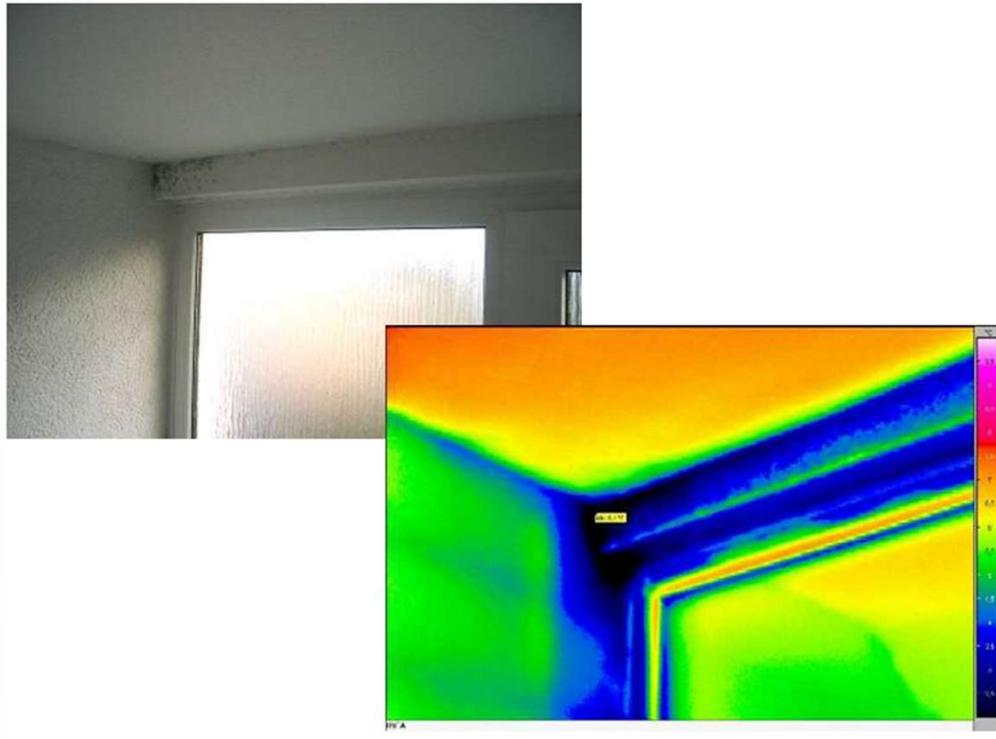
## Behaglichkeit und Wärmeschutz



Die empfundene Behaglichkeit ist nicht nur von der Lufttemperatur abhängig, sondern auch von den Oberflächentemperaturen der Bauteile

# Außenwanddämmung

Wärmebrücken



Wärmebrücken in  
einem alten nicht  
gedämmte Gebäude

# Bauphysik – Feuchte und Schimmel

---

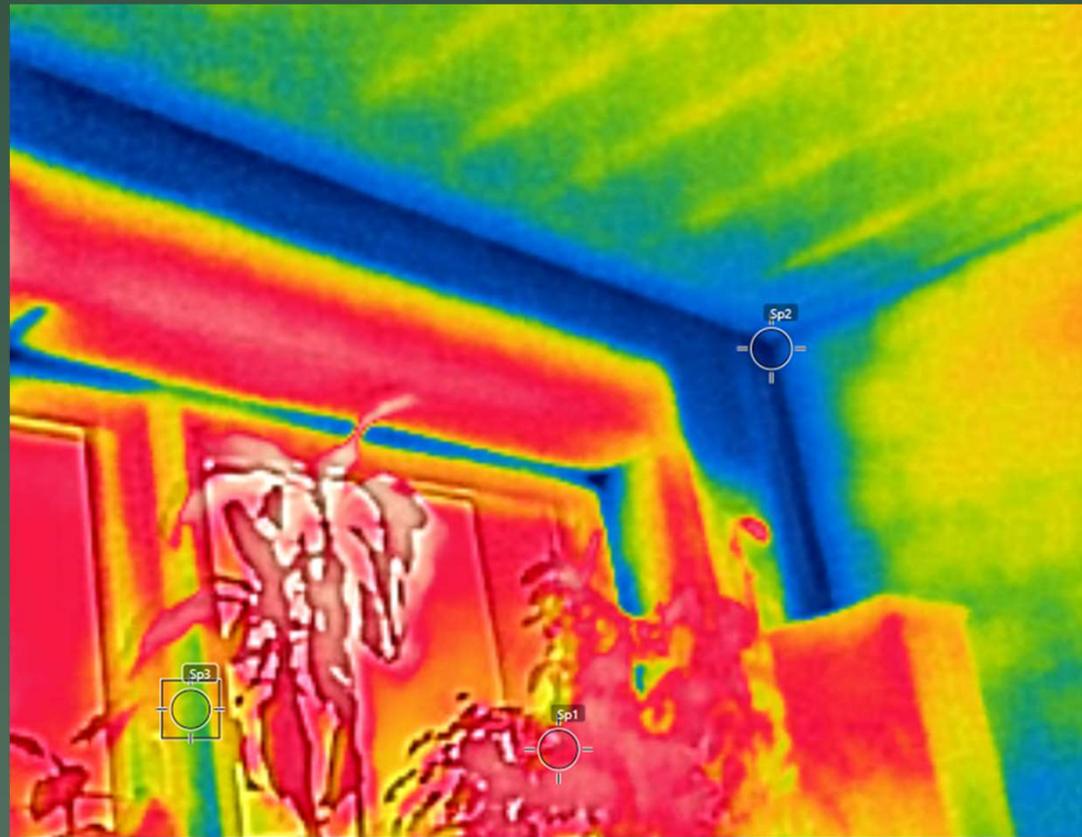
Voraussetzungen für die Entstehung von Schimmel:

- Nährstoffe (Putze, Tapeten usw.)
- Temperatur (meisten benötigen 10°C bis 25°C)
- PH-Wert (sauer)
- Sauerstoff
- Feuchtigkeit (muss nicht tropfbar / flüssig sein. Es genügt eine Luftfeuchtigkeit von 70% bis 80% an der Wandoberfläche)

Fehlt eines der Bausteine dann ist Schimmelwachstum nicht möglich.

# Bauphysik – Feuchte und Schimmel

Unterschiedliche Temperaturen bei gleicher absoluter Luftfeuchtigkeit bedeutet, dass die relative Luftfeuchtigkeit an verschiedenen Stellen unterschiedlich ist.

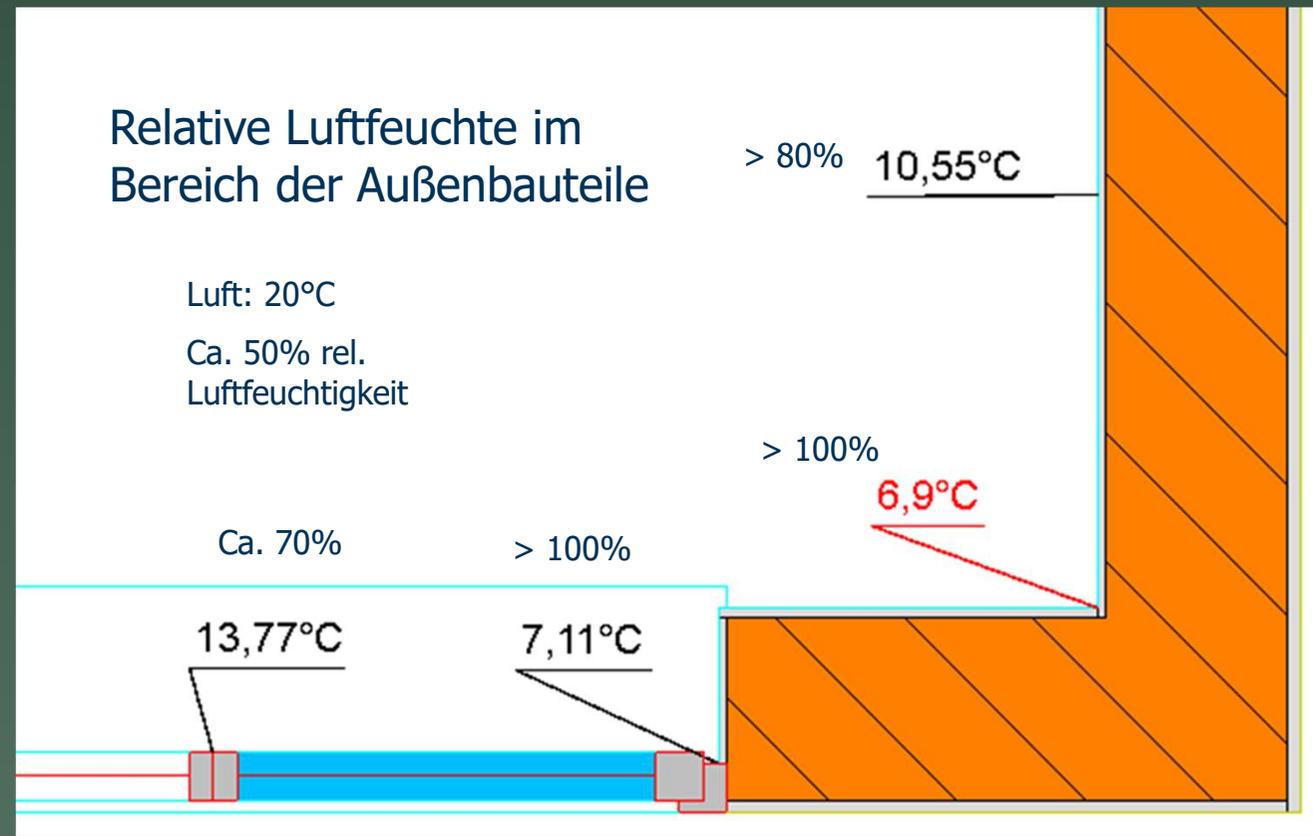


# Bauphysik – Feuchte und Schimmel

Lufttemperatur:  
innen 20°C  
außen -5°C

Rel. Luftfeuchte:  
innen 50%

Wassergehalt in der  
Luft: ca. 8,65 g/m<sup>3</sup>

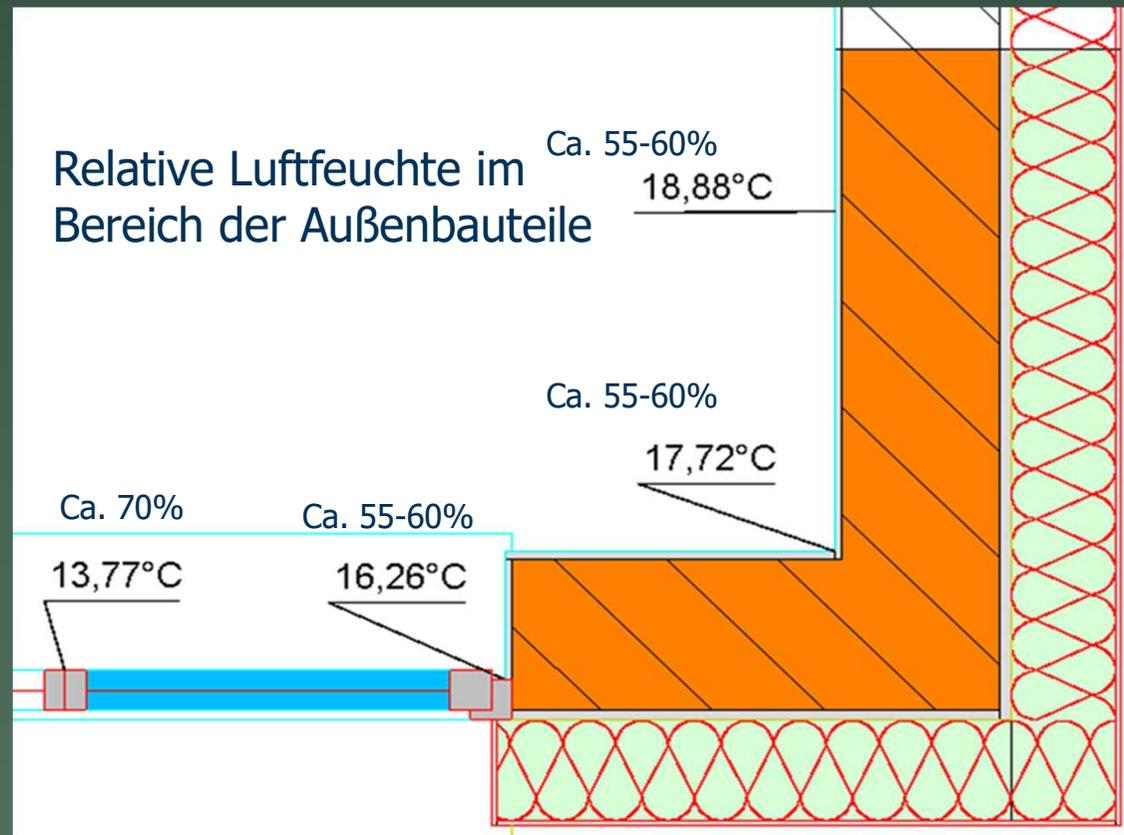


# Bauphysik – Feuchte und Schimmel

Lufttemperatur:  
innen 20°C  
außen -5°C

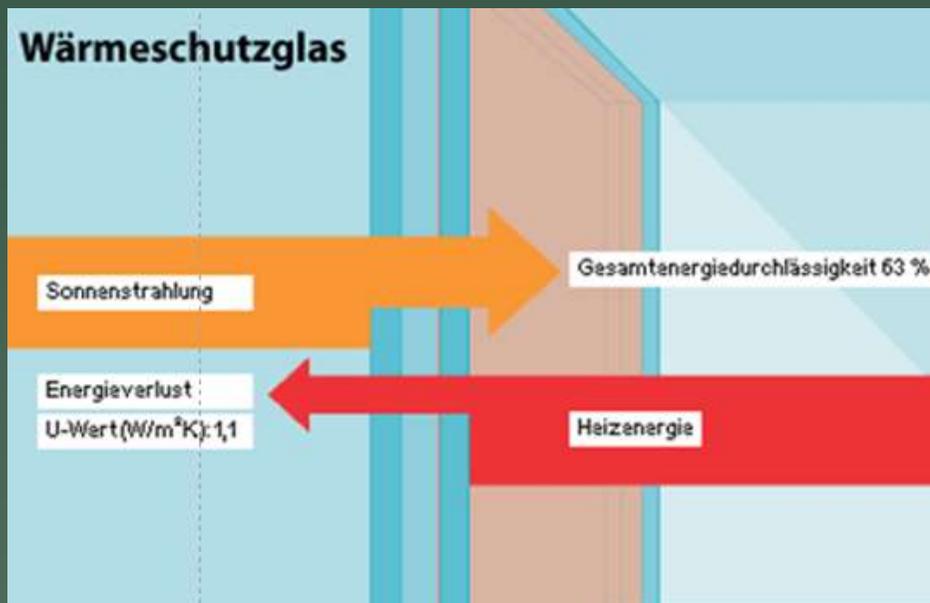
Rel. Luftfeuchte:  
innen 50%

Wassergehalt in der  
Luft: ca. 8,65 g/m<sup>3</sup>

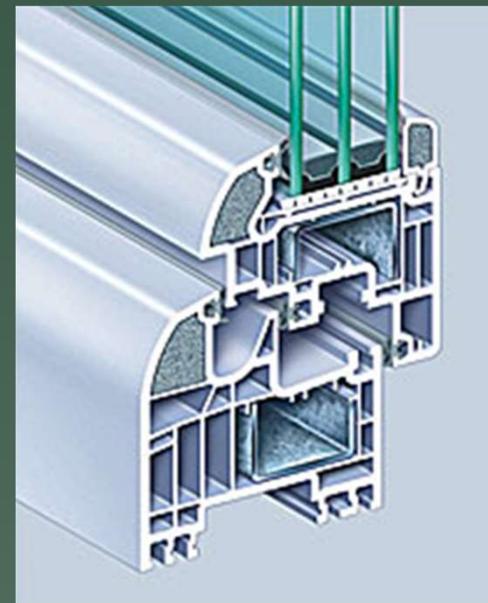


# Fenstertausch

Neue Kunststoffenster dreifachverglast. Uw-Wert 0,75 (Bestand: Uw-Wert 3,0)



Prinzip der Wärmeschutzverglasung

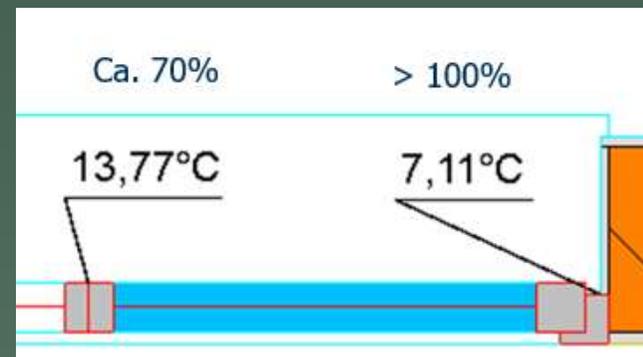
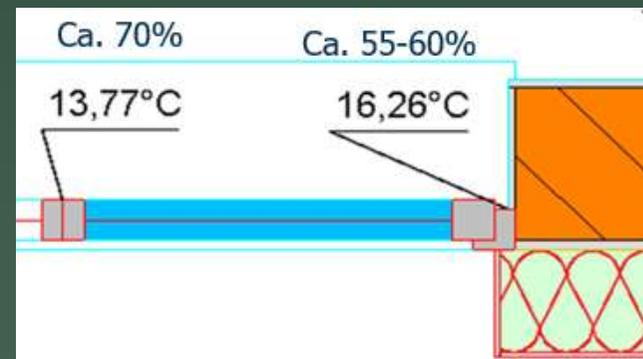


Montage der Scheiben

# Bauphysik – Feuchte und Schimmel

Die Anzahl der Fensterscheiben spielt für die Kondensatbildung in den Raumecken keine Rolle.

Einzig entscheidend ist die Luftfeuchtigkeit und die Temperatur an den Oberflächen.

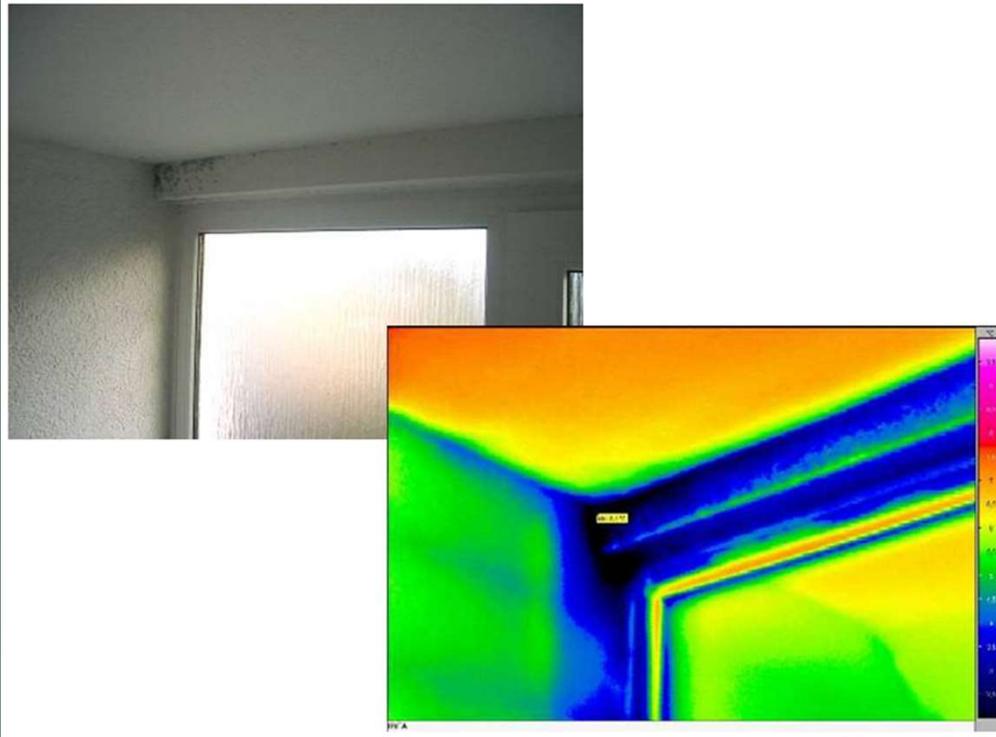


# Bauphysik – Feuchte und Schimmel

Luftfeuchte und  
Wärmebrücke.

Kondensatbildung  
auf kalten Bereichen  
der Außenbauteile

Wärmebrücken



# Bauphysik – Feuchte und Schimmel

---

Einfache Maßnahmen gegen die Kondensatbildung:

- Richtig Heizen
- Richtig Lüften

Mittlere Maßnahmen gegen Kondensatbildung:

- Einbau von Fensterfalzlüftern
- Einbau eines Abluftventilators

Größere Maßnahmen gegen Kondensatbildung

- Dämmen der Außenbauteile

# Bauphysik – Feuchte und Schimmel

---

Richtig Heizen und richtig Lüften

- Raumtemperatur nicht zu tief halten (Besonders in Ecke und hinter Schränken)
- Luftfeuchtigkeit bei ca. 50% halten (Hygrometer aufstellen)

Auch Kippen des Fensters ist besser als nicht Lüften.

Wichtig: Bewohner über das richtige Heiz- und Lüftungsverhalten informieren

# Bauphysik – Feuchte und Schimmel

---

Einbau von Fensterfalzlüftern und eines Abluftventilators



Abluft erfolgt über den Ventilator im Bad, Zuluft über die Fensterfalzlüfter

# Bauphysik – Feuchte und Schimmel

Dämmen der Außenbauteile



# Inhalt der Vortrags

---

1. Ausblick bis 2050
  - Das Gebäudeenergiegesetz (GEG) und andere und die EU Gebäuderichtlinie
2. Fördermittel
  - Bundesförderung für Effiziente Gebäude (BEG)
  - Effizient Sanieren (KfW)
3. Haustechnik
  - Wärmepumpe
  - Hydraulischer Abgleich
4. Feuchte und Schimmel (evtl.)
5. Strom aus PV-Anlagen (evtl.)

# Strom und PV-Anlagen

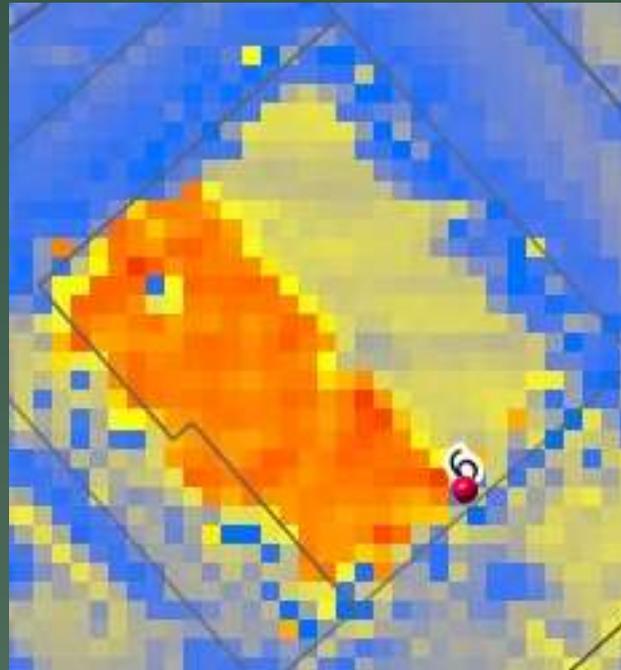
PV-Anlage:  
Module und  
Wechselrichter



# Strom und PV-Anlagen

---

Abschätzung der  
möglichen PV-Anlage  
Solarkataster Hessen



# Strom und PV-Anlagen

---

Abschätzung der  
möglichen PV-Anlage

Modulfläche: 60 m<sup>2</sup>

PV-Leistung: 10 kWp

Kosten: 20.000 Euro

Gebäude

4-Familienhaus

Energiebedarf: 81.000 kWh

Beheizung: Nur Luft-Wasser -Wärmepumpe

Warmwasser: Nur über L-W-Wärmepumpe

Jahresarbeitszahl: 2

# Strom und PV-Anlagen

## 1. Jahresstromverbrauch

40.500 kWh/a

<b>Gesamtstromverbrauch</b>			40.500 kWh/a
Haushaltsstrom			kWh/a
El. Warmwasser / WP	(JAZ/eta)	0	kWh/a
Heizstrom / WP	2,00 (JAZ/eta)	40.500	kWh/a
Fahrstrom pro 100 km	kWh	0	kWh/a
<i>(JAZ = Jahresarbeitszahl / eta = Jahresnutzungsgrad)</i>			
PV-Strom / Eigenverbrauchsoptimierung:		wenig	

### Strompreise (brutto)

Haushaltsstrom	30,00	ct/kWh
Elektr. Warmwasser	30,00	ct/kWh
Heizstrom	30,00	ct/kWh
Fahrstrom	30,00	ct/kWh
Grundpreis	0,00	€/a
Jahreskosten	12.150	€/a

# Strom und PV-Anlagen

## 4. Solarstromerzeugung

9.234 kWh/a

<b>PV-Stromerzeugung pro Jahr</b>		9.234 kWh/a
PV-Stromspeicher	Batterieladung	0 kWh/a
	Batterieverluste	0 kWh/a
PV-Wärmespeicher	Strom / Lastverschiebung	0 kWh/a
	Strom / Wärmeverluste	0 kWh/a
<b>Stromnutzung</b>		
	PV-Direktverbrauch	3.844 kWh/a
	PV-Batterieentladung	0 kWh/a
	PV-Wärmenutzung	0 kWh/a
	Netzstrombezug	36.656 kWh/a
	Summe	40.500 kWh/a
<b>PV-Stromverkauf</b>	Netzeinspeisung	5.390 kWh/a

### Stromeinsparung

PV-Direktverbrauch	3.844 kWh/a
PV-Batterieentladung	0 kWh/a
PV-Wärmenutzung	0 kWh/a
Summe	3.844 kWh/a
Arbeitspreis	30,00 ct/kWh
Einsparung	1.153 €/a

### Stromverkauf

Netzeinspeisung	5.390 kWh/a
Einspeisevergütung	7,30 ct/kWh
Erlös	393 €/a

# Strom und PV-Anlagen

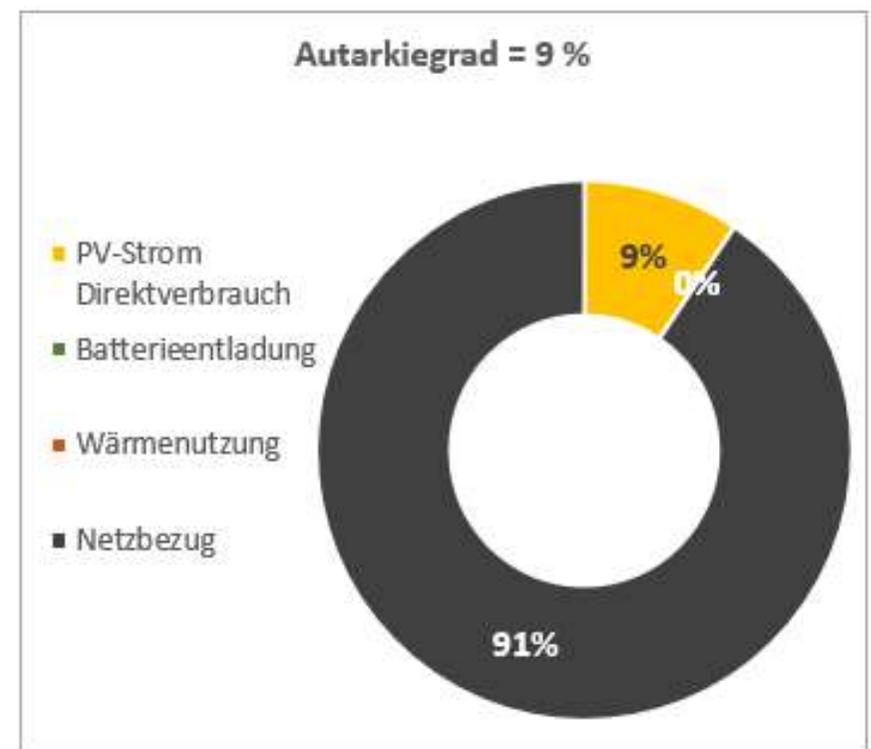
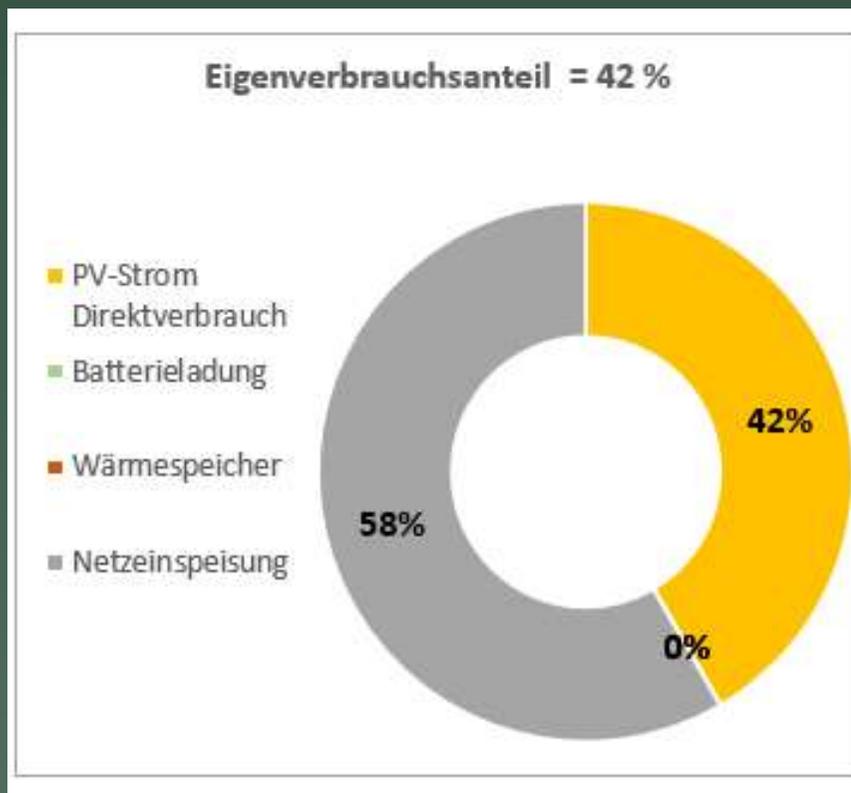
## 5. Kenngrößen zur PV-Anlage

<b>Jahresstromverbrauch / Haushalt</b>	40.500 kWh/a
Installierte PV-Leistung (STC)	10,00 kWp
Batterie / Nutzbare Speicherkapazität	0,00 kWh
Eigenverbrauchsanteil (vom PV-Strom)	42%
Netzunabhängigkeit / Autarkiegrad	9%
Emissionen* des Gesamtstromverbrauchs	16.320 kg/a
Emissionsminderung durch PV (heute)	3.470 kg/a

\*CO<sub>2</sub>-Äquivalente Treibhausgas-Emissionen

<b>Anschaffungskosten</b>	20.000 €
Diagrammtitel <b>Einsparung/Erlös</b>	1.547 €/a
Jährliche Kosten	0 €/a
Jährlicher Überschuss	1.547 €/a
<hr/>	
Statische Amortisation	12,9 Jahre
<i>(Ergebnis vor Steuern)</i>	

# Strom und PV-Anlagen

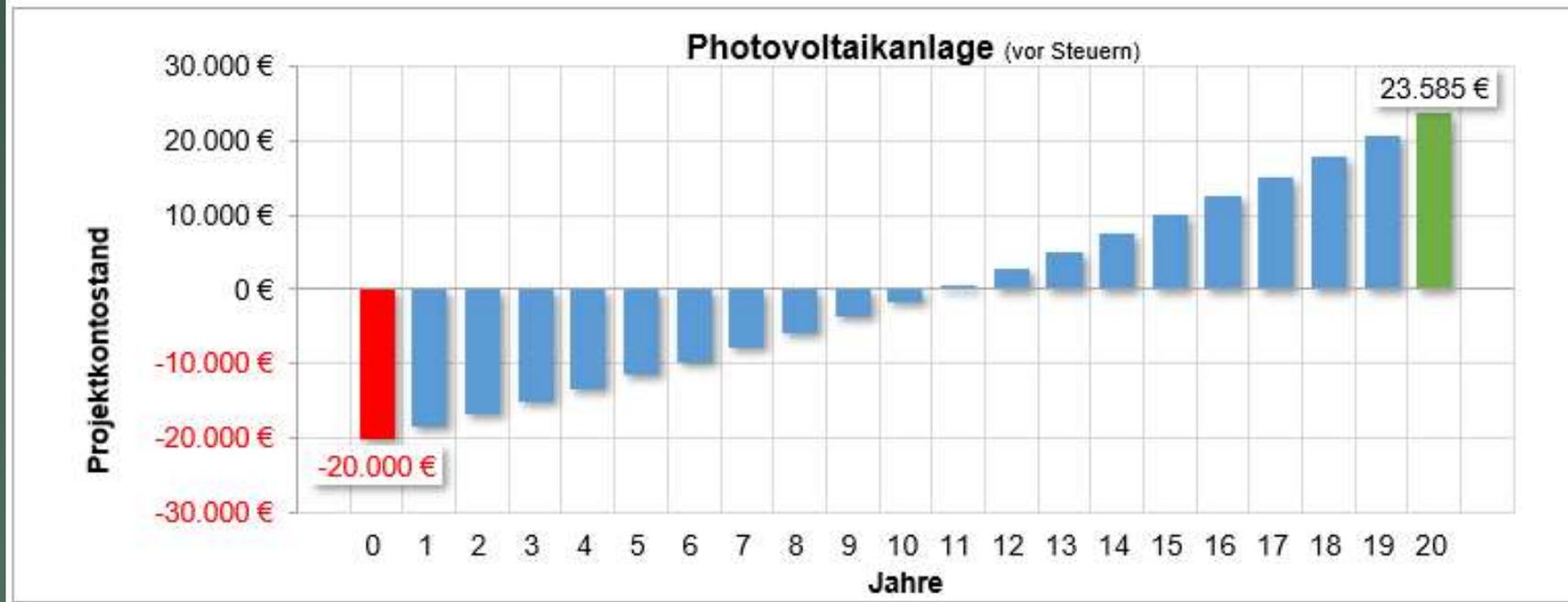


# Strom und PV-Anlagen

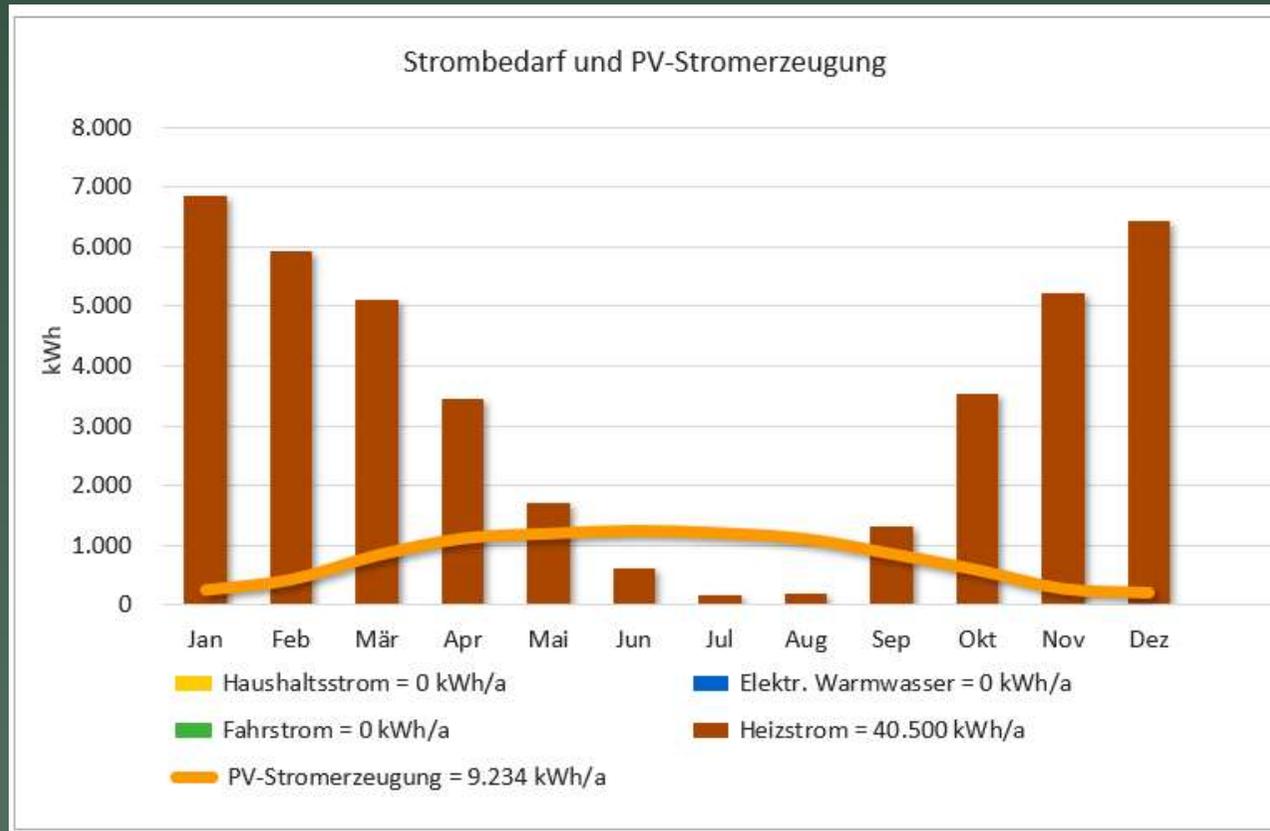
## 6. Wirtschaftlichkeit

Gesamtinvestition 20.000 €  
(brutto)

Jährliche Strompreissteigerung 4,0%



# Strom und PV-Anlagen



# PV-Anlage als Balkonkraftwerk

---



Annahme:

Stromverbrauch: 2.500 kWh

Leistung der PV-Anlage: 800 W

Kosten: 1.000 Euro

Erzeugung: Ca. 600 bis 800 kWh

Amortisation: Ca. 6 bis 12 Jahre

KATRENIOK INGENIEURGESELLSCHAFT MBH  
DIPL.-BAUINGENIEUR ANDREAS KATRENIOK

---

SCHÖNE AUSSICHT 4  
61273 WEHRHEIM  
0 60 81 – 9 28 54 96  
KATRENIOK@WEB.DE