

Das ganzheitliche Sanierungskonzept

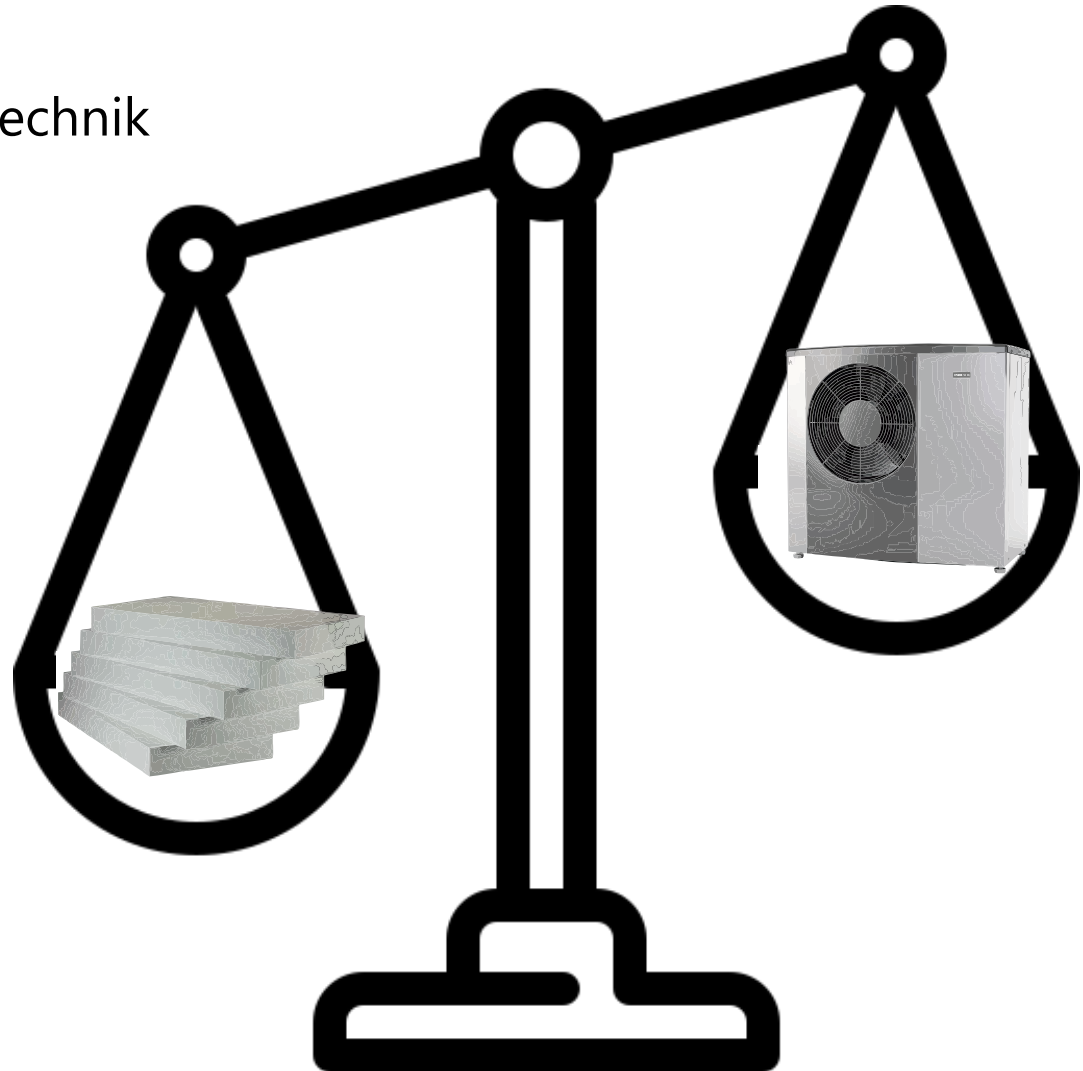
Die richtige Balance zwischen
Wärmedämmung und Anlagentechnik

Eric Simon

Prof. Dr.-Ing.



AE studio GbR



Einordnung

Energieverbrauch Haushalte
Reduktionsziele 2030 und 2045
Situation heute

Energieeffizienz und Bauteile

Effizienzhäuser
Sanierung Fassade, Dach, Kellerdecke, Fenster
Lüftungssysteme

Gesetz und Förderung

Gebäudeenergiegesetz – GEG
KfW – Kreditanstalt für Wiederaufbau
BAFA – Bundesamt Für Wirtschaft und
Ausfuhrkontrolle

Anlagentechnik

Wärmepumpe
Gas- und Ölheizung
Pelletheizung
Nah- und Fernwärme

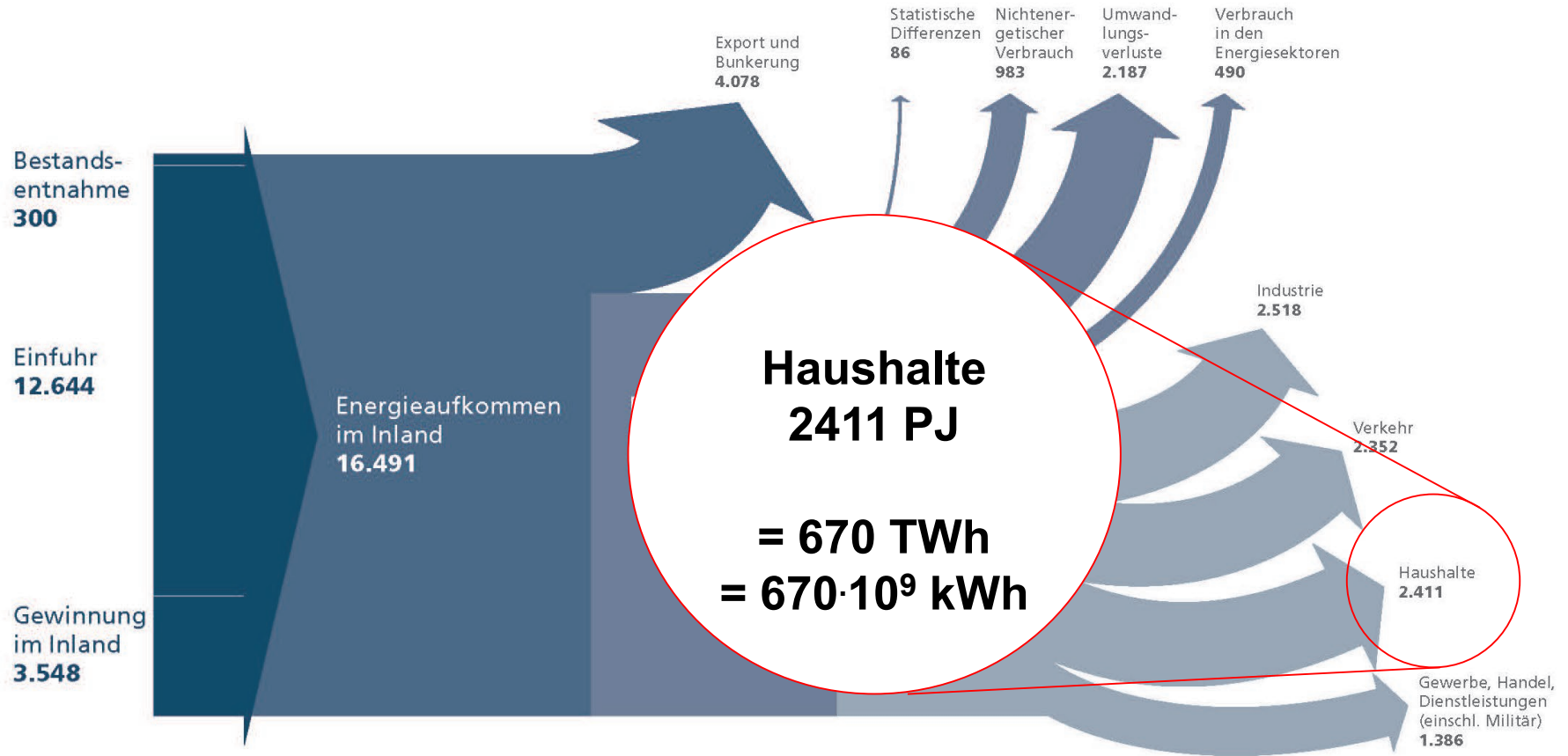
Einordnung

Energieverbrauch Haushalte

Reduktionsziele 2030 und 2045

Situation heute

Energieflussbild 2021 für die Bundesrepublik Deutschland in PJ



Der Anteil der erneuerbaren Energieträger am Primärenergieverbrauch liegt bei 15,7 %.
 Abweichungen in den Summen sind rundungsbedingt.
 29,3 Petajoule (PJ) $\hat{=}$ 1 Mio. t SKE
 Quelle: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen 09/2022

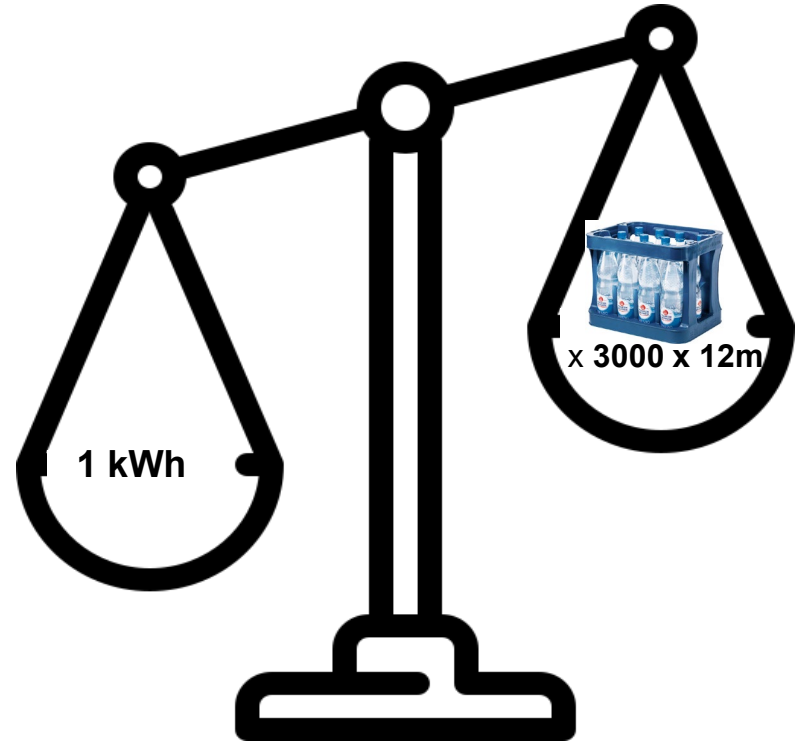
$$\frac{670 \cdot 10^9 \text{ kWh}}{40,7 \cdot 10^6 \text{ Haushalte}} = 16500 \text{ kWh/Haushalt}$$

„Wieviel“ ist 1 kWh Energie?

- 10h Betrieb einer alten 100W Glühbirne
- eine sehr kurze Dusche (30l warmes Wasser)
- 1,5 km Autofahrt (Kleinwagen Verbrennermotor)

Und wie viele Kästen Wasser muss man „dafür“ 4 Geschosse nach oben tragen?

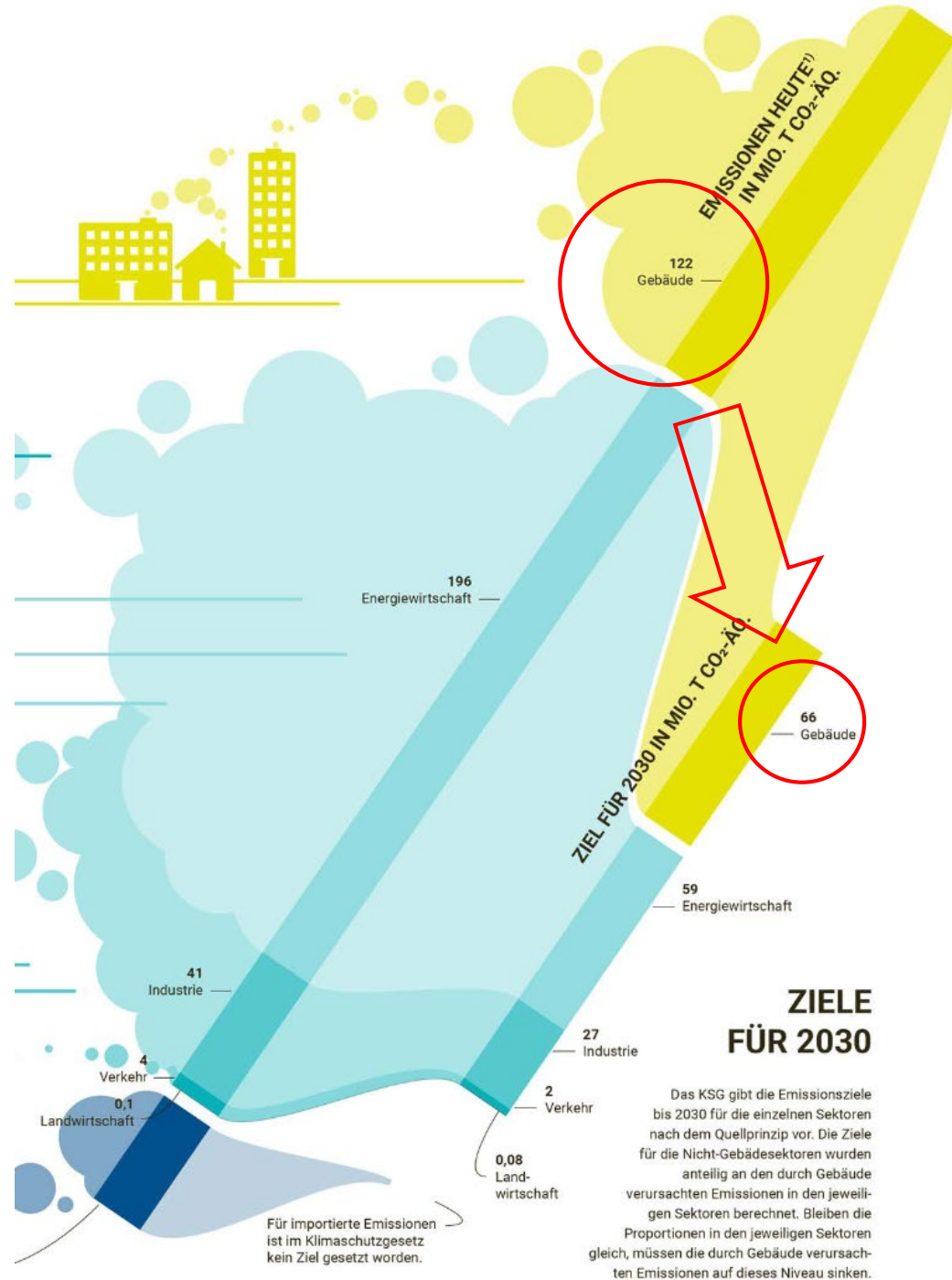
- 30?
- 300?
- 3000?



Reduktionsziele für 2030

Der Gebäudebestand muss nach dieser Zielsetzung die Emissionen von 122 Mio. T CO₂-Äquiv. auf 66 Mio. T CO₂-Äquiv. reduzieren.

Und bis zum Jahre 2045 soll die „Klimaneutralität“ erreicht sein; d.h. die Emissionen sollen de facto auf Null reduziert werden!

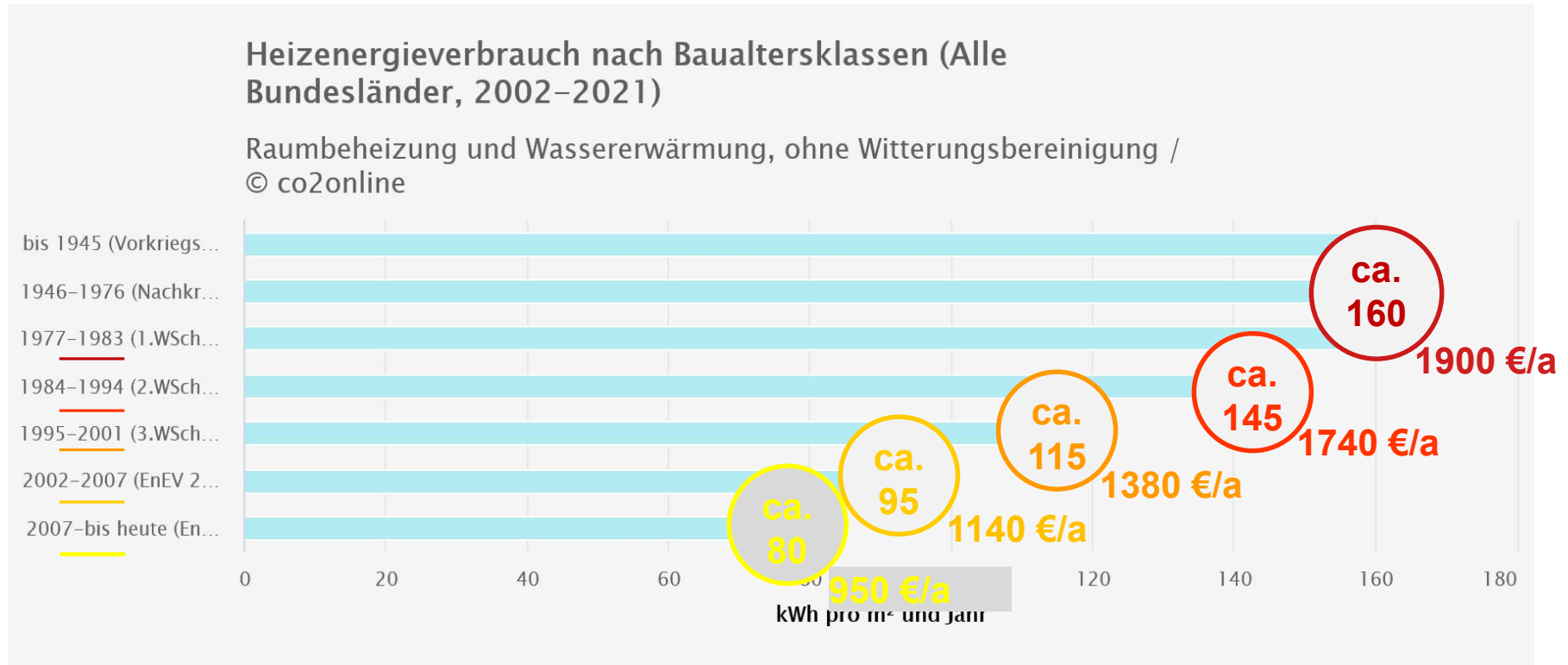


Wie viel CO₂ Emissionen hat ein typisches Quartier?



Quelle: Endbericht zur Vorstudie Referenz-Controlling-Gebäude der Stiftung Energieeffizienz gGmbH

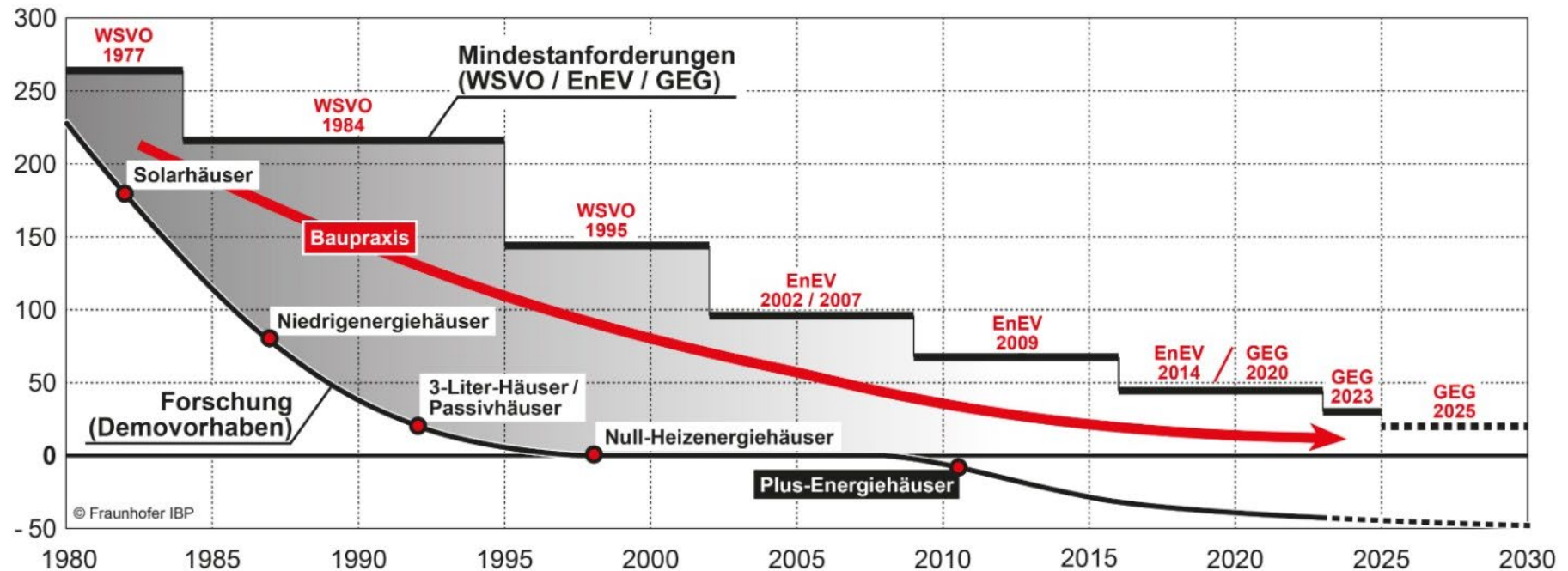
Heizenergieverbrauch nach Baualtersklasse



$$160 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2\text{a}} \cdot 0,12 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} = 19 \frac{\text{€}}{\text{m}^2\text{a}} \Rightarrow \text{Heizkosten: } 1900 \frac{\text{€}}{\text{a}} \text{ für } 100\text{m}^2 \text{ Wohnfläche}$$

Entwicklung des energiesparenden Bauens

Primärenergiebedarf Doppelhaushälfte – Heizung [kWh/m²a]



Quelle: Fraunhofer IBP

Energieeffizienz und Bauteile

Effizienzhäuser

Sanierung Fassade, Dach, Kellerdecke, Fenster

Lüftungssysteme

PASSIVHAUS

NIEDRIGSTENERGIEGEBÄUDE

EFFIZIENZHAUS PLUS

KFW 55 HAUS

NULL-HEIZENERGIEHAUS

EFFIZIENZHAUS 140

PLUSENERGIEGEBÄUDE

KFW 85 HAUS

EFFIZIENZHAUS 100

KFW 70 HAUS

3-LITER-HAUS

KFW 40 HAUS

NIEDRIGENERGIEGEBÄUDE



Bestandsgebäude Standard 150-250 (% im Vgl. zu Referenzgebäude)

EH 140

EH 100

EH 85 = KfW 85

EH 70 = KfW 70

EH 55 = KfW 55

EH 40 = KfW 40

Die energetische Sanierung eines Gebäudes zielt darauf ab einen Effizienzhausstandard (EH) zu erreichen. Gesetzlich muss bei einer Komplettsanierung mindestens EH 140 erreicht werden.

Je niedriger die Zahl dahinter ist, desto effizienter ist das Gebäude.

Die Zahl gibt den prozentualen Wert des Primärenergiebedarfs im Vergleich zu einem Neubau an → Aber Vorsicht: Mittlerweile wird von einem Neubau verlangt den sogenannten EH 55 Standard zu erreichen.

Ab der Stufe EH 85 ist die Sanierung eines Gebäudes über die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) förderfähig!

Passivhaus

Bestandsgebäude
Standard 250

Ein Passivhaus hat einen sehr geringen Heizwärmebedarf.

EH 140

Ein Passivhaus kann ohne Heizwärmeversorgung auskommen.

EH 100

Oftmals genügt eine kleine „Zusatzheizung“ für die besonders kalten Tage.

EH 85

Ein Passivhaus benötigt zwingend eine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung.

EH 70

Ein Passivhaus ist nicht zwangsläufig klimaneutral, auf jeden Fall jedoch klimafreundlich!

EH 55

EH 40

Passivhaus
möglich

Ein Passivhaus muss sehr gut gedämmt werden; bei der Sanierung von Bestandsgebäuden sind Dämmstärken von mindestens 20cm bis über 30cm Dicke erforderlich!

Effizienzhaus Plus (EH Plus)

Bestandsgebäude
Standard 250

Ein EH Plus erzeugt in einem Jahr mehr Energie als es verbraucht!

EH 140

Die Energieerzeugung findet i.A. mit Photovoltaik statt; mit Wind an geeigneten Standorten ist dies auch möglich.

EH 100

Je größer die Dachfläche im Verhältnis zum Baukörper ist, desto einfacher ist es ein EH Plus zu erreichen.

EH 85

Ein EH Plus ist im Betrieb klimaneutral!

EH 70

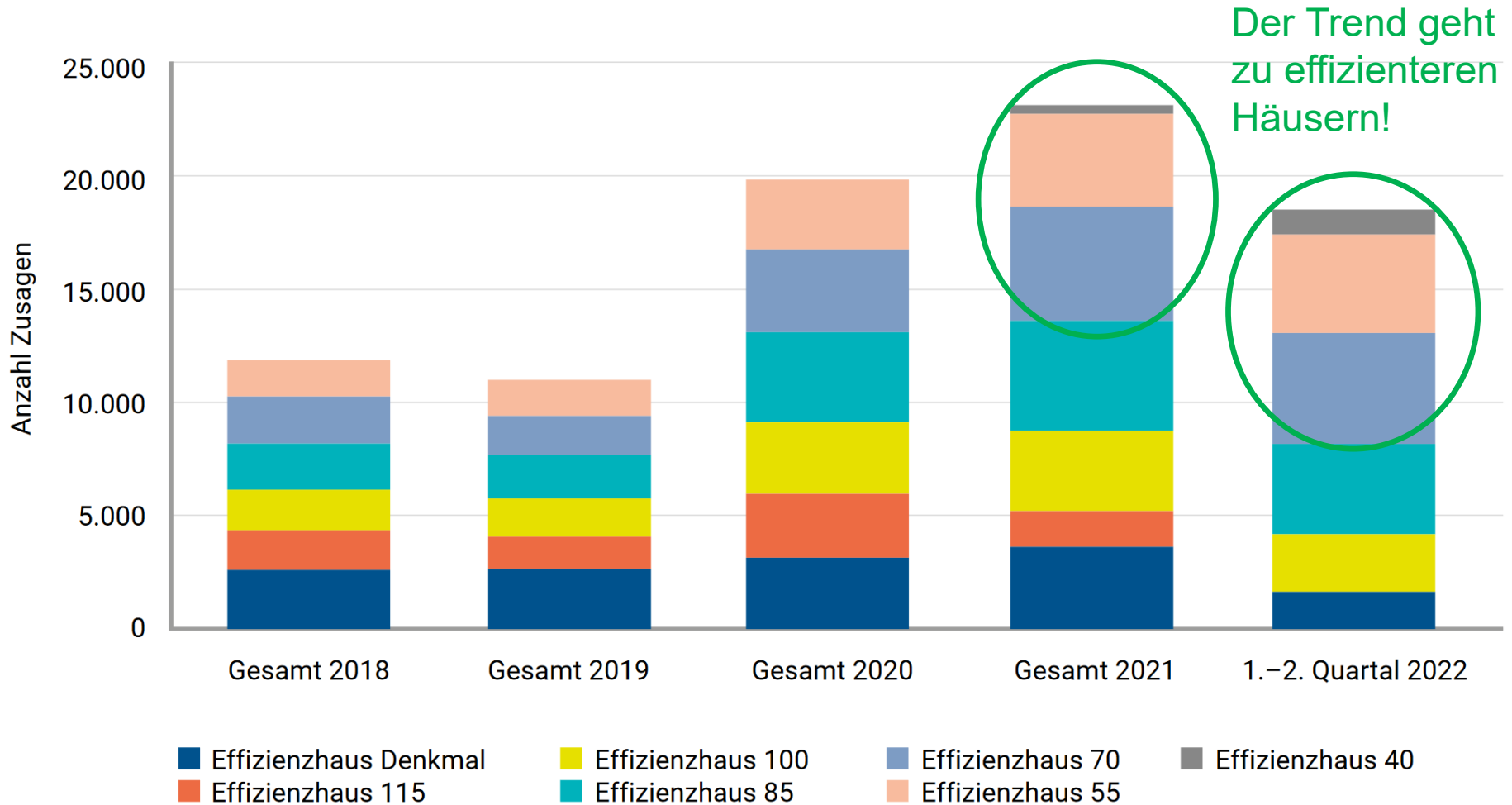
EH 55

EH 40

EH Plus möglich

Ein Effizienzhaus Plus muss gut gedämmt werden; oftmals genügen Dämmstärken in heutzutage üblichen Größenordnungen von in etwa 16 bis 20cm.

Anzahl der Zusagen für Sanierungen zu Effizienzhäusern



Quelle: dena Gebäudereport 2023; Abb. 52 mit Daten aus KfW 2018 bis KfW 2022

Muss man überhaupt dämmen?

Genügt es nicht erneuerbare Energie zu verwenden? Ist das nicht genauso gut?

Prinzipiell ist es zunächst einmal nicht falsch zu behaupten, dass ein unsaniertes Gebäude mit erneuerbaren Energien betrieben auch klimaneutral sein kann!

Aber:

Welche Heizanlage mit erneuerbarer Energie kommt dafür in Frage?

Wieviel Energie benötigt das Gebäude und ist das über längere Sicht noch bezahlbar?

So schwierig und teuer es ist, wir werden als Gesellschaft nicht vermeiden können, unsere Gebäude zu dämmen und damit den Energiebedarf, ob erneuerbar oder nicht erneuerbar zu senken.

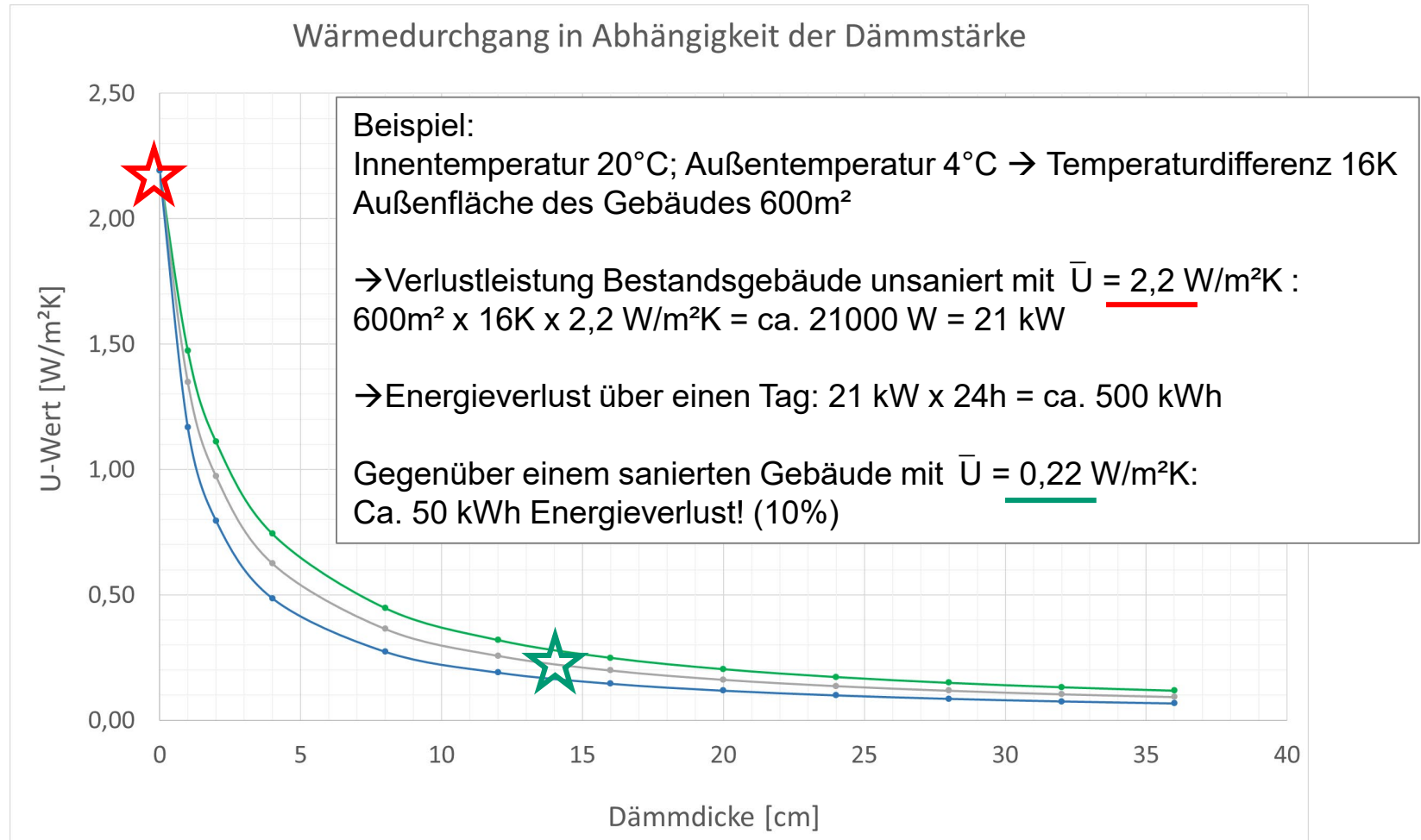
Muss man überhaupt dämmen?

Genügt es nicht erneuerbare Energie zu verwenden?

Energieeffizienz- klasse	Endenergiebedarf	Jährliche Energiekosten für eine 100m ² WE
H	> 250 kWh/m ² a	> 3000 €
G	200 bis 250 kWh/m ² a	2650 €
F	160 bis 200 kWh/m ² a	2150 €
E	130 bis 160 kWh/m ² a	1700 €
D	100 bis 130 kWh/m ² a	1350 €
C	75 bis 100 kWh/m ² a	1050 €
B	50 bis 75 kWh/m ² a	750 €
A	30 bis 50 kWh/m ² a	500 €
A+	< 30 kWh/m ² a	< 360 €

Grundlage: Gaspreisbremse mit 0,12 €/kWh Erdgas;

Für Wärmepumpen ist der Endenergiebedarf geringer; ein geringerer Energiebedarf und höhere Strompreise führen zu ähnlich hohen Energiekosten für eine WE



Fassadendämmung

Verschiedene Materialien für Wärmedämm-Verbundsysteme (WDVS)

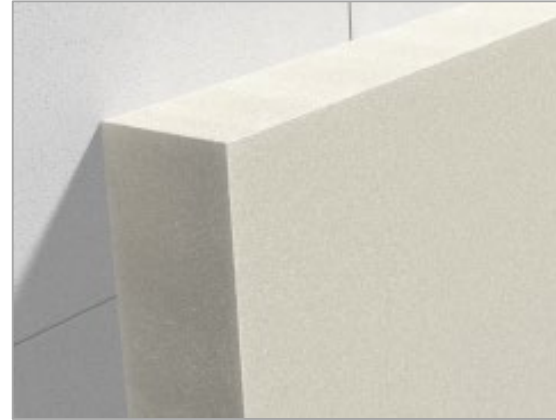
Expandiertes Polystyrol (EPS)



Quelle: BASF

WLG 032-040

Polyurethan-Hartschaum (PUR)



Quelle: HASIT

WLG 024-028

Holzfaserdämmplatte



Quelle: Steico

WLG 037-045

Steinwolledämmplatte

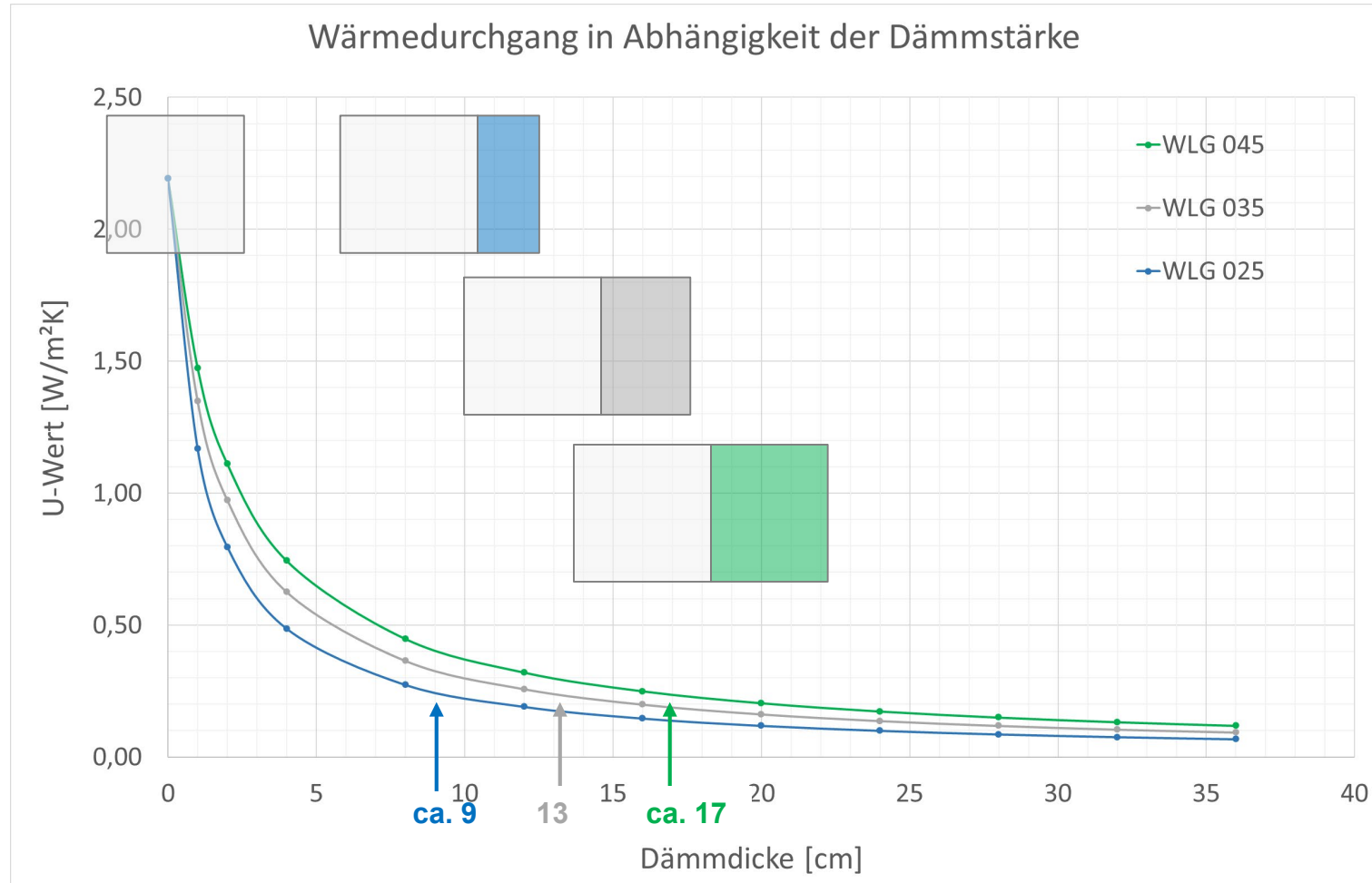


Quelle: Rockwool

WLG 035-045

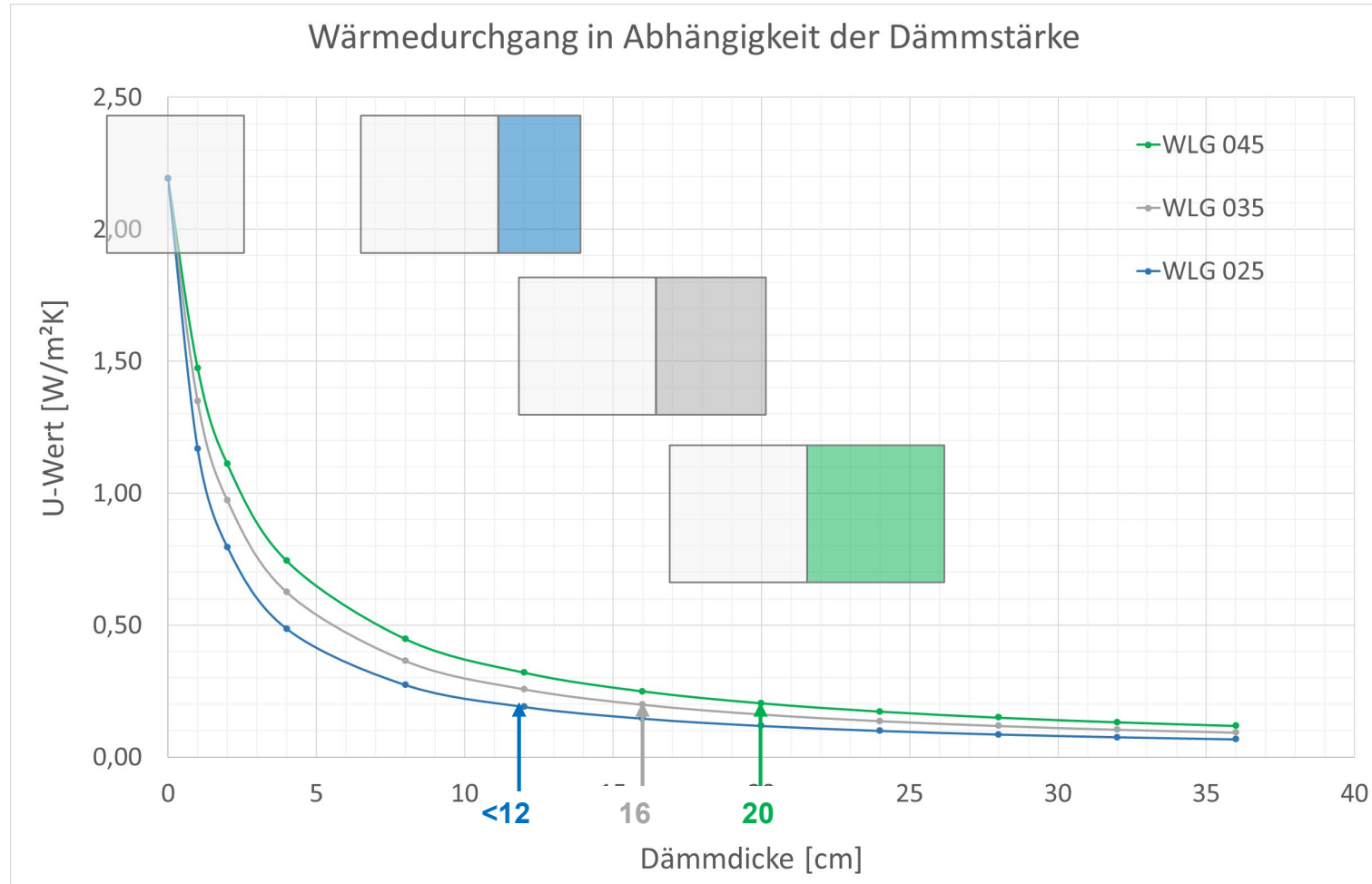
Bedeutung der Dämmstärke

U-Wert $0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$ = Gesetzliche
Mindestanforderung für Einzelmaßnahmen



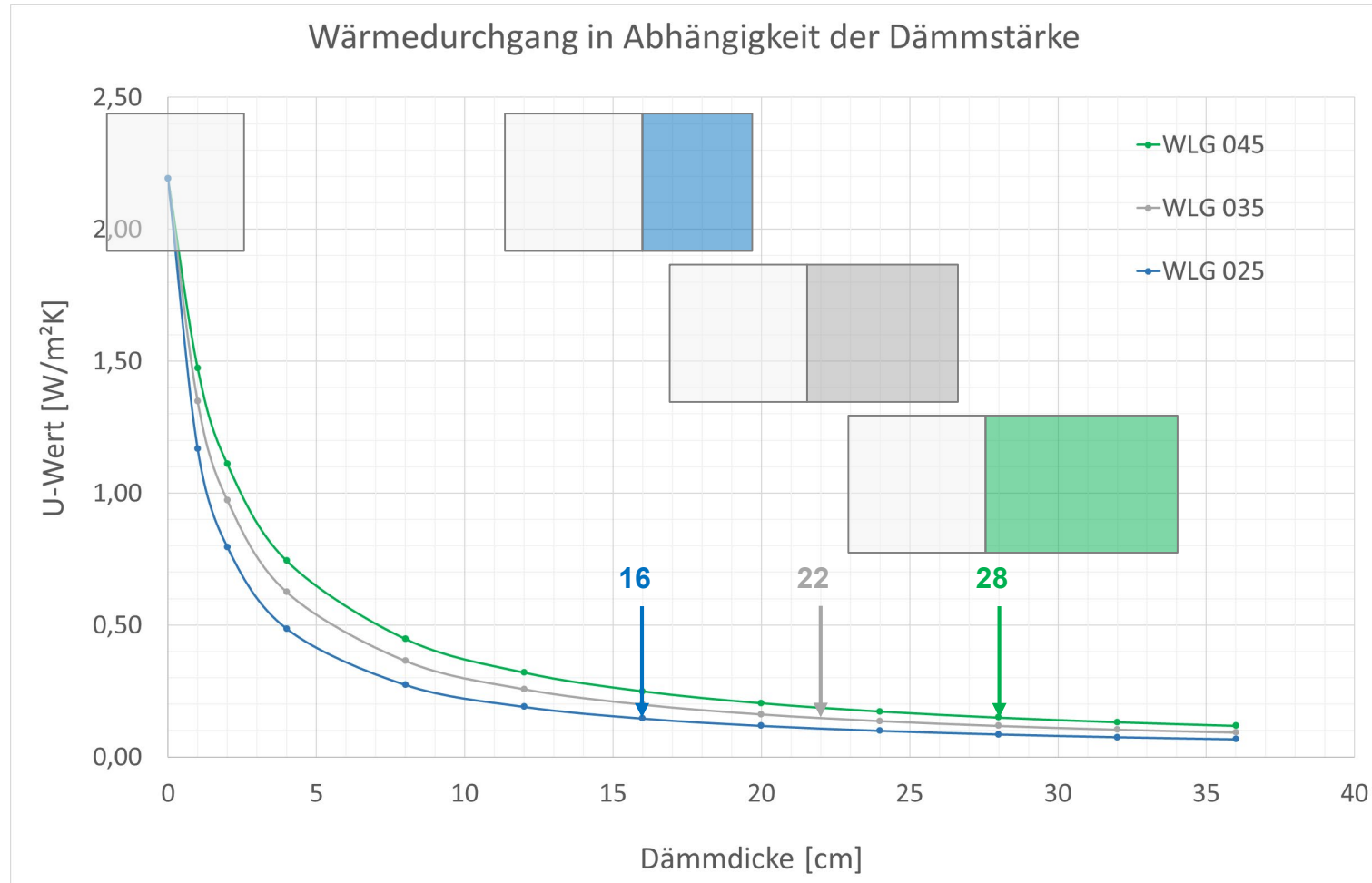
Bedeutung der Dämmstärke

U-Wert $0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$ = Anforderung für Förderung von Einzelmaßnahmen



Bedeutung der Dämmstärke

U-Wert $0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$ = Anforderung für Passivhäuser



Bedeutung der Dämmstärke

U-Werte	GEG- Anforderung (aus Anlage 7)	BAFA- förderungsfähig	Passivhaus- Anforderung
	[W/m²K]	[W/m²K]	[W/m²K]
Außenwände	0,24	0,20	0,15
Kellerwände ...	0,30	0,25	0,15
Steildach / oberste Geschossdecke	0,24	0,14	0,15
Flachdach	0,20	0,14	0,15
Kellerdecke	0,24	0,20	0,15
Fenster	1,3	0,95	0,8
Haustür	1,8	1,3	0,8

Bedeutung der Dämmstärke

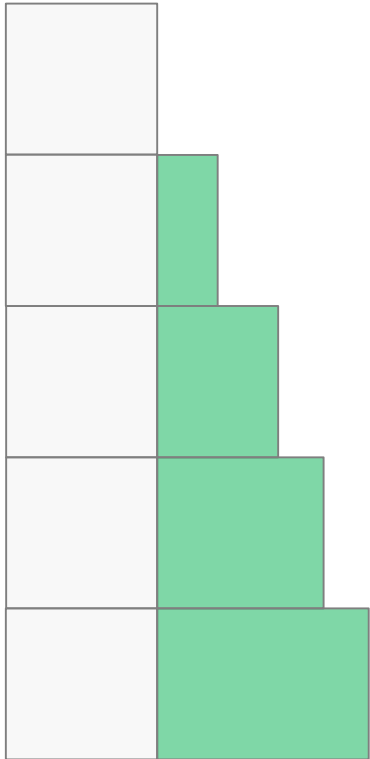
Welche Dicke ist denn „nun“ die Richtige?

Die wesentliche Entscheidung treffen Sie ganz am Anfang.

Mit der Entscheidung zu sanieren, haben Sie sich am Bsp. einer Fassadensanierung dazu entschlossen, die folgenden Kosten zu tragen:

- Gerüst
- Baustelleneinrichtung
- Vorbereiten des Untergrundes
- Aufbringen der Wärmedämmung
- Putzarbeiten
- Nacharbeiten wie Baustelle räumen etc.

Die Dicke der Wärmedämmung spielt hier meist eine untergeordnete Rolle!



Weitere Bauteildämmung

Welche Bauteile sollten gedämmt werden?

Prinzipiell alle Bauteile der thermischen Hüllfläche:

- Außenwand
- Dach oder oberste Geschossdecke
- Kellerdecke und/oder unterster Abschluss

aber auch:

- Überbaute Hofeinfahrt
- Dachterrasse
- Kellerwand



Quelle: hamburg.de

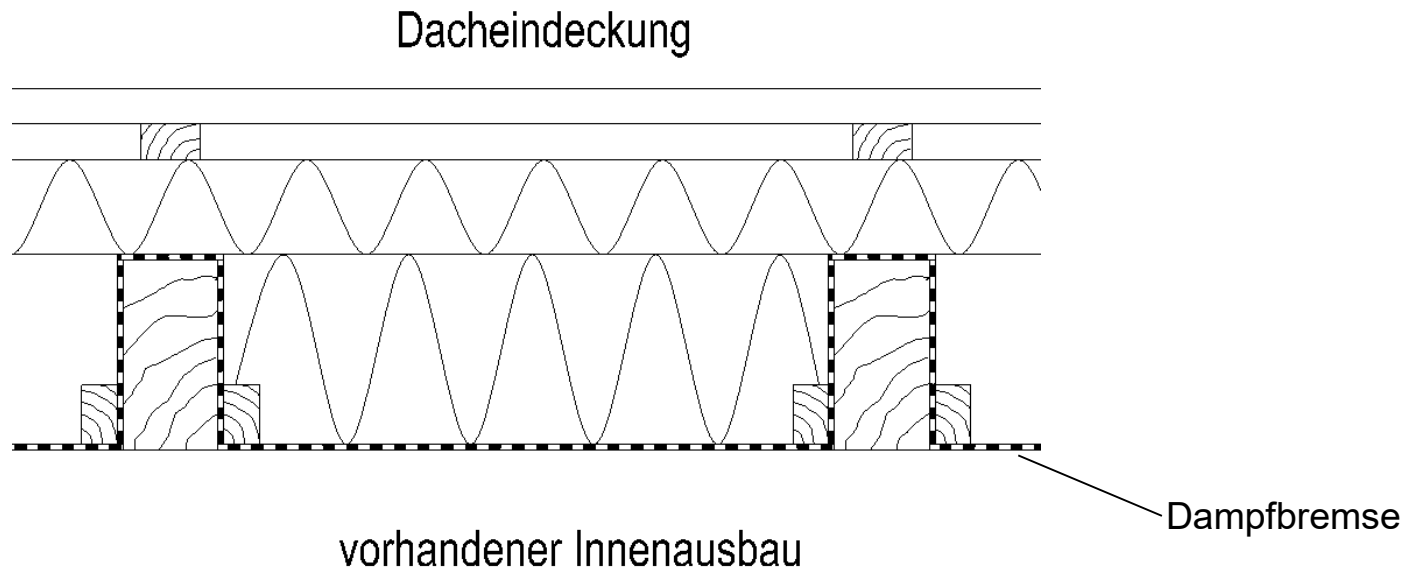
Besonderheiten bei der Sanierung von Bauteilen

Steildach

Viele Dächer werden heutzutage von außen saniert.

Vorteil: die oftmals ausgebauten Dachräume werden nicht beeinträchtigt.

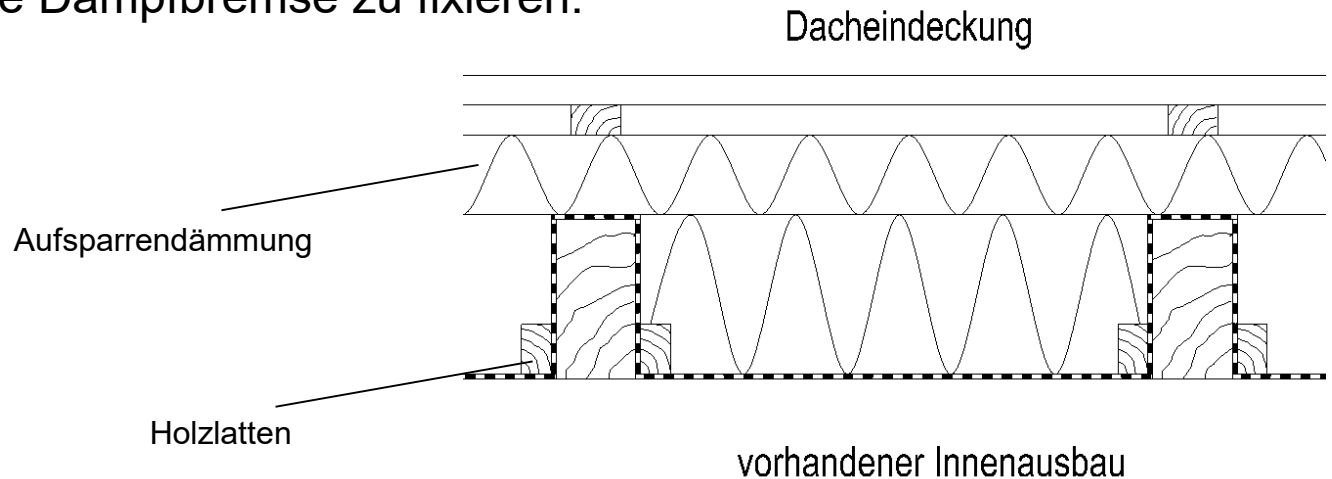
Nachteil: beim Einbau der innenliegenden Dampfbremse ist besondere Sorgfalt geboten!



Besonderheiten bei der Sanierung von Bauteilen

Steildach – von außen saniert

- Meist reicht eine Zwischensparrendämmung nicht aus! und
- ... eine zusätzliche Aufsparrendämmung verhindert eine Kondensatbildung an der Außenseite der Sparren! und
- ... der sommerliche Wärmeschutz (= Hitzeschutz) wird auch deutlich verbessert!
- Spezielle Dampfbremsfolien müssen sorgfältig in den Sparrenzwischenraum eingebaut werden. Sämtliche Stöße müssen sorgfältig verklebt werden.
- Holzlatten helfen die Dampfbremse zu fixieren.

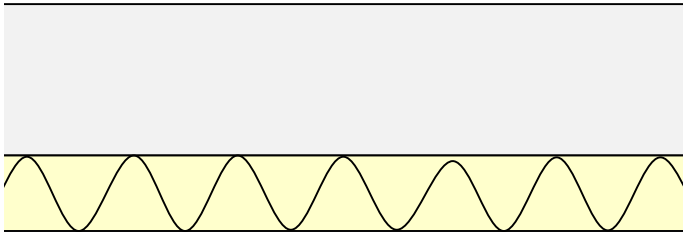


Besonderheiten bei der Sanierung von Bauteilen

Dämmung der Kellerdecke

Vorteil: Eine Dämmung ist meist recht einfach möglich!

Nachteil: Die lichte Höhe wird reduziert und Rohrleitungen behindern die Arbeiten!



- Mit „üblichen“ Dämmstoffen sind ca. 12cm Dämmdicke erforderlich!
- Mit „hochleistungsfähigen“ Dämmstoffen können 8cm ausreichen.
- Ab Gebäudeklasse 4 (meist ab 4 Geschossen) muss der Dämmstoff „nicht brennbar“ sein.

Weitere Bauteildämmung



Quelle: pixabay - ronile

Generell gilt bei allen Bauteilen:

- Die ersten Zentimeter Dämmung „bringen“ am meisten!
- Die Entscheidung zur Sanierung „kostet Geld“, nicht so sehr die Dicke der Dämmung.
- Für Fördermittel werden Anforderungen an die „U-Werte“ gestellt.

Welche Dämmstärke ist sinnvoll?

- Oftmals wiegt die Förderung einer Einzelmaßnahme die größeren Kosten einer solchen Maßnahme auf → Zielsetzung sollte sein, die BAFA-Anforderungen zu erfüllen!
- Wenn einzelne Bauteile nicht derart „dick“ gedämmt werden können, sollten andere Bauteile entsprechend mehr gedämmt werden! Das betreffende Bauteil muss die gesetzlichen Anforderungen erfüllen.
- Wird ein besonders hoher Effizienzstandard gewünscht, sollten sich die Bauteileffizienzen (U-Werte) an den Passivhauskriterien orientieren.

Dennoch: Pauschale Aussagen sind nur schwer möglich. Fast jedes Gebäude hat individuelle Vorgaben und Randbedingungen!

Dämmung ~~=~~ Schimmel?

In einzelnen Fällen passiert es, dass nach einer Sanierung Schimmel auftritt!

Schimmel entsteht an „kühlen“ Oberflächen und bei hoher Luftfeuchtigkeit.

Was sind mögliche Ursachen?

- Am häufigsten werden bei Teilsanierungen z.B. nur neue Fenster eingebaut und die Außenwände nicht gedämmt.
- Sehr häufig werden keine Lüftungskonzepte erstellt oder die Nutzer handeln nicht gemäß der Empfehlungen.

Eine umfassende Sanierung vermeidet „kühle“ Oberflächen und ein Lüftungskonzept sorgt für eine ausgeglichene Luftfeuchtigkeit in den Räumen.



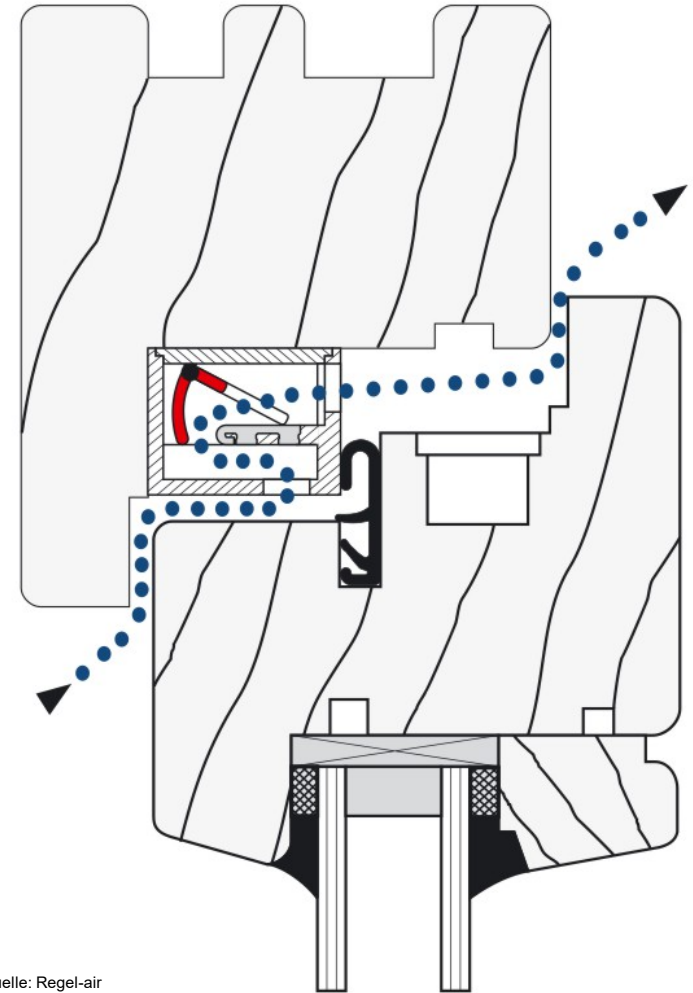
© rosinka79 / stock.adobe.com



© John Vlahidis / stock.adobe.com

Lüftungssysteme

- Lüftungssysteme benötigen Öffnungen in Fassade oder Fenster
- Einfache Systeme arbeiten mit Fensterfalzlüftern (sichtbar/ unsichtbar)
- Ein Lüftungssystem ist nicht zwangsläufig immer eine Lüftungsanlage
- Lüftungssysteme regeln den Luftaustausch
- Sie sorgen für angenehm frische Luft
- Sie reduzieren die Luftfeuchtigkeit im Raum
- Die Notwendigkeit eines Lüftungssystems ist fast immer gegeben, auch wenn nur Fenster getauscht werden!



Gesetz und Förderung

Gebäudeenergiegesetz – GEG

KfW – Kreditanstalt für Wiederaufbau

BAFA – Bundesamt Für Wirtschaft und
Ausfuhrkontrolle

GEG – Gebäude-Energie-Gesetz

(Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden)

§ 47 Nachrüstung eines bestehenden Gebäudes

(1) Eigentümer eines Wohngebäudes ... müssen dafür sorgen, dass oberste Geschossdecken, ..., so gedämmt sind, dass der [U-Wert] der obersten Geschossdecke $0,24 \text{ [W/m}^2\text{K]}$ nicht überschreitet.*

§ 48 Anforderungen an ein bestehendes Gebäude bei Änderung

Soweit ... Außenbauteile ... erneuert, ersetzt oder erstmalig eingebaut werden, sind diese Maßnahmen so auszuführen, dass die betroffenen Flächen des Außenbauteils die [U-Werte] der Anlage 7 nicht überschreiten.*

U-Werte	GEG-Anforderung (aus Anlage 7)
	$[\text{W/m}^2\text{K}]$
Außenwände	0,24
Kellerwände ...	0,30
Steildach / oberste Geschossdecke	0,24
Flachdach	0,20
Kellerdecke	0,24
Fenster	1,3
Haustür	1,8

**Anmerkung: es gibt eine Reihe von Ausnahmen!*

BEG – Förderung (KfW)

A - Förderung zur Sanierung zu Effizienzhaus (BEG EH)



Gefördert werden Effizienzhäuser EH85 bis EH40. Einsatz erneuerbarer Energie (EE-Klasse) wird zusätzlich gefördert.

Sanierung eines Worst Performing Building (WPB) wird extra „belohnt“.

KfW-Förderung über Kredite mit sehr günstigem Sollzins und Tilgungszuschuss

- Zinssatz derzeit zwischen 0,01% und 0,88% abhängig von Zinsbindung (10a) und Laufzeit (10a bis 30a)
- Tilgungszuschuss von 5% für EH85 bis 25% für EH40-EE
- Kredithöhe $\leq 120.000\text{€}$ bzw. $\leq 150.000\text{€}$ für EE-Klasse

Vorsicht: Förderungen unterliegen einer häufigen Veränderung!

Skala zur Energieeffizienz:



Nutzung regenerativer Energie für:
Warmwasserbereitung: Die Wärmepumpe generiert einen großen Teil der Wärme aus der Umwelt. Durch die PV wird ein Anteil der Antriebsenergie auch erneuerbar zur Verfügung gestellt.
Heizung: Die Wärmepumpe generiert einen großen Teil der Wärme aus der Umwelt. Durch die PV wird ein Anteil der Antriebsenergie auch erneuerbar zur Verfügung gestellt.



Photovoltaik (PV) zur
solaren Stromerzeugung

BEG – Förderung (BAFA)

B – Förderung einer Einzelmaßnahme an der Gebäudehülle (BEG EM)

Bei Einzelmaßnahmen müssen die sanierten Bauteile Anforderungen an den Wärmeschutz (U-Werte) erfüllen.

Außenwand Wohngebäude	0,20 W/(m ² K)
Kellerwand Wohngebäude	0,25 W/(m ² K)
Kellerdecke Wohngebäude	0,20 W/(m ² K)
Dach Wohngebäude	0,14 W/(m ² K)
Fenster Wohngebäude	0,95 W/(m ² K)
Haustür Wohngebäude	1,30 W/(m ² K)

Der Fördersatz beträgt 15 % + 5% iSFP-Zuschuss der förderfähigen Ausgaben.

Gefördert werden max. 60.000 Euro pro WE und Jahr und maximal 600.000 Euro pro Gebäude.

Anlagentechnik

Wärmepumpe

Gas- und Ölheizung

Pelletheizung

Nah- und Fernwärme

Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung

Anlagentechnik



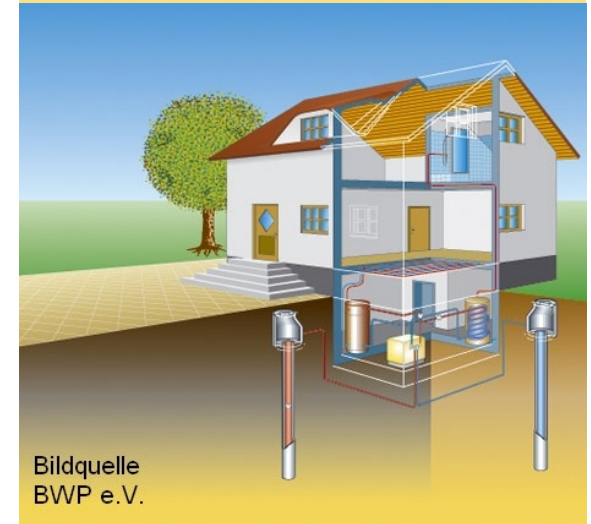
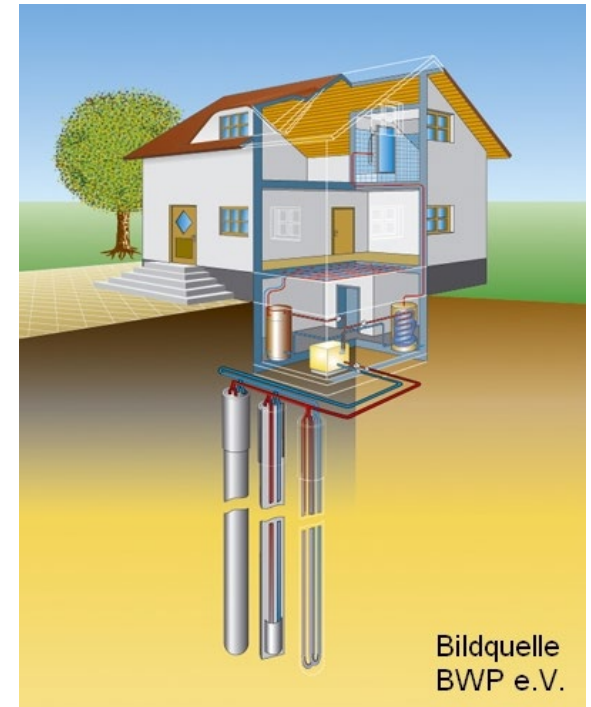
Foto: privat

- Muss es immer eine Wärmepumpe sein?
- Sind Gas- und Ölheizungen noch möglich?
- Sind Pelletheizungen klimafreundlich?
- Was können weitere Alternativen sein?

Wärmepumpe – aber welche?

Erdwärme- und Grundwassernutzung

- ist effizienter als die Nutzung der Außenluft als Wärmequelle!
- ist immer individuell zu prüfen.
- ist in eng bebauten Bereichen oftmals nur schwer umsetzbar.



Wärmepumpe – aber welche?



Außenluft als Wärmequelle

- Luft-Wärmepumpen gelten als „Lärmquelle“, weshalb deren Standort geklärt werden muss → TA Lärm

Wärmepumpe – aber welche?

- TA Lärm: „Diese Technische Anleitung dient dem Schutz der Allgemeinheit und der Nachbarschaft vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Geräusche“
- Erlaubter „Lärmpegel“ nachts 35 bis 45 dB(A) und tagsüber 50 bis 63 dB(A)
- 35 dB(A) können oftmals in einem Abstand von 3m erreicht werden!
- Für eng bebaute Gebiete nicht immer möglich.
- Innenaufstellung kann eine Lösung darstellen.



Wärmepumpe – Technische Anforderungen

Nur bei energetisch sanierten Gebäuden sinnvoll einsetzbar!

Mit Flächenheizung nahezu immer möglich.

Ohne Flächenheizung nur nach Überprüfung/
Anpassung des Heizsystems möglich!



- Wärmepumpen arbeiten effizienter, je kleiner der „Temperaturhub“ ist.
- Flächenheizungen benötigen häufig nur eine Vorlauftemperatur von 30-35°C.
- Heizkörper benötigen bei sanierten Gebäuden Vorlauftemperaturen von 45-55°C.
- Bei unsanierten Gebäuden ist der Temperaturhub zu groß und damit die Effizienz zu gering.

Öl- und Gasheizung – kann und darf man darauf noch setzen?



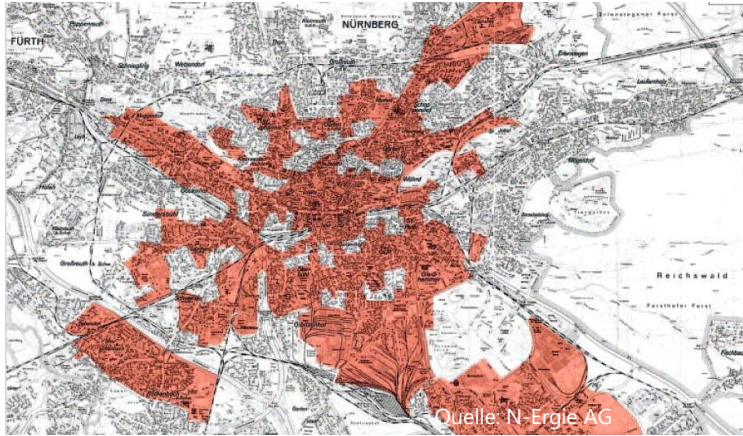
- Politisch nicht mehr gewollt und klimaschädlich.
- Jedoch gut geeignet bei hohem Wärmebedarf und Wärmeübertragung mit Radiatoren (Heizkörpern).
- Sogenannte Renewable-Ready Gasheizungen sind für den hybriden Einsatz vorbereitet.
- Hybride Systeme stellen eine gute Alternative dar, wenn der Wärmebedarf hoch ist und Flächenheizungen nicht in Frage kommen.
- Hybride Systeme dürfen auch nach 2023 eingesetzt werden, wenn der Anteil der „Erneuerbaren“ größer 65% ist.

Pelletheizungen – klimafreundlich?

- Klimafreundlich ja, aber nicht klimaneutral
- Gut geeignet bei hohem Wärmebedarf und Wärmeübertragung mit Radiatoren (Heizkörpern)
- Mit Feinstaubfiltern ausgestattet weniger problematisch
- Mit Abgaswärmetauscher nahezu so effizient wie moderne Gasheizungen
- Benötigen Lagerraum für Pellets
- In vielen Fällen eine gute und klimafreundliche Alternative zu Öl- und Gasheizungen!



Nah- und Fernwärme



- Gut geeignet bei hohem Wärmebedarf und Wärmeübertragung mit Radiatoren (Heizkörpern)
- Fernwärme gilt als klimafreundlichere Wahl, wird häufig zu großen Teilen mit Erdgas hergestellt.
- Fernwärme wird klimafreundlicher werden, klimaneutral ist schwierig.
- Fernwärme kann nicht in allen Fällen angeschlossen werden – Einzelfallprüfung.
- Wenn nutzbar eine gute und klimafreundlichere Alternative zu Öl- und Gasheizungen!

Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung

- Lüftungsanlagen mit WRG reduzieren den Wärmebedarf.
- Bei Passivhäusern sind sie technisch erforderlich.
- Bei sehr effizienten Gebäuden nimmt ihre Bedeutung zu.
- Für die Förderung der EE-Klasse sind sie vorgeschrieben.
- Ein nachträglicher Einbau kann mit großem Aufwand verbunden sein.
- Abhilfe können dezentrale Systeme liefern.

Ein Lüftungskonzept ist nahezu immer zu erstellen und es ist zumindest ein einfaches Lüftungssystem umzusetzen!



Fazit

- Wenn Sie sanieren, dann mit sinnvoll großer Dämmstoffdicke
Zielgröße: $U\text{-Wert} < U_{\text{BAFA-förderfähig}}$
- Prüfen Sie die Möglichkeit des Einsatzes einer Wärmepumpe:
 - Flächenheizungen sind die beste Wahl.
 - Heizkörper sind im sanierten Gebäude gut möglich, müssen jedoch meist erneuert (=vergrößert) werden.
- Alternativen zur Wärmepumpe sind:
 - Pelletheizungen / Hybridheizungen / Nah- und Fernwärme / ...
- Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung:
 - tragen zu einer besseren Energieeffizienz bei.
 - verbessern den Komfort und die Raumlufthqualität.
 - sind nur bei Förderung der EE-Klasse vorgeschrieben.

Fazit

Lassen Sie sich umfassend von Energieeffizienzexperten beraten.

Es ist häufig „mehr“ möglich, als man zunächst glaubt.

Die Förderungen erlauben oft kostenneutral eine bessere Maßnahme!

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit



Eric Simon

Prof. Dr.-Ing.



AE studio GbR