

# Bürgerinformationsveranstaltung

zum Thema  
Energieeffizienz bei Bestandsgebäuden



M. Eng. Florian Wachler  
Institut für Energietechnik IfE GmbH  
an der Ostbayerischen Technischen Hochschule Amberg-Weiden  
Kaiser-Wilhelm-Ring 23  
92224 Amberg

[1]

# Energieeffizienz von Bestandsgebäuden

## Gliederung

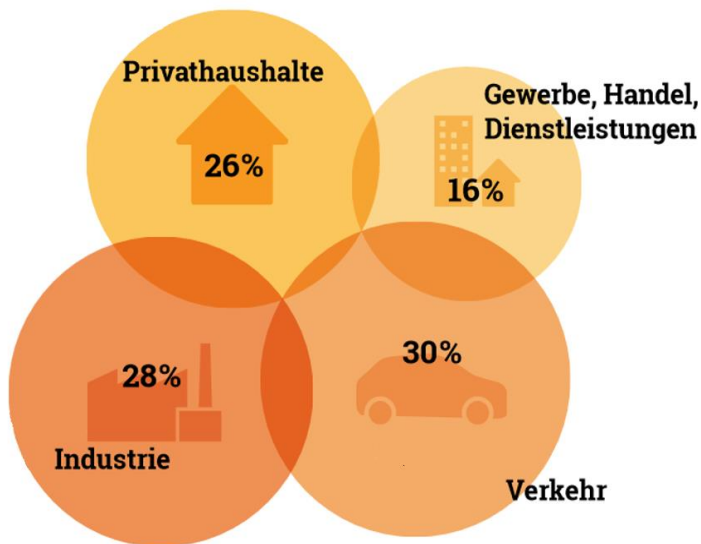
1. Motivation und Zielstellung
  - Gesellschaftliche und politische Situation
  - Gebäudeeigentümer
2. Grundlagen – Kenngrößen und Fachbegriffe
3. Randbedingungen (Gesetze, Normen, Richtlinien)
4. Energetische Gebäudesanierung
5. Praxisbeispiel

# Motivation und Zielstellung

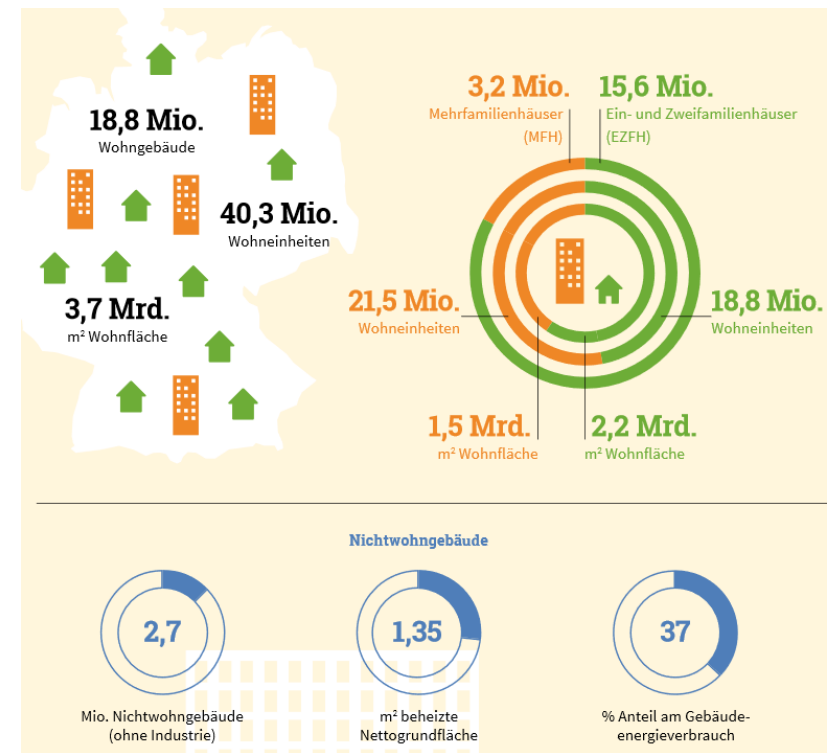
## Gesellschaftliche und politische Situation

Ziel: *Reduzierung des nicht erneuerbaren Primärenergieverbrauchs von Gebäuden um 80 % bis 2050*

### Endenergieverbrauch nach Sektoren



### Gebäudebestand in Deutschland



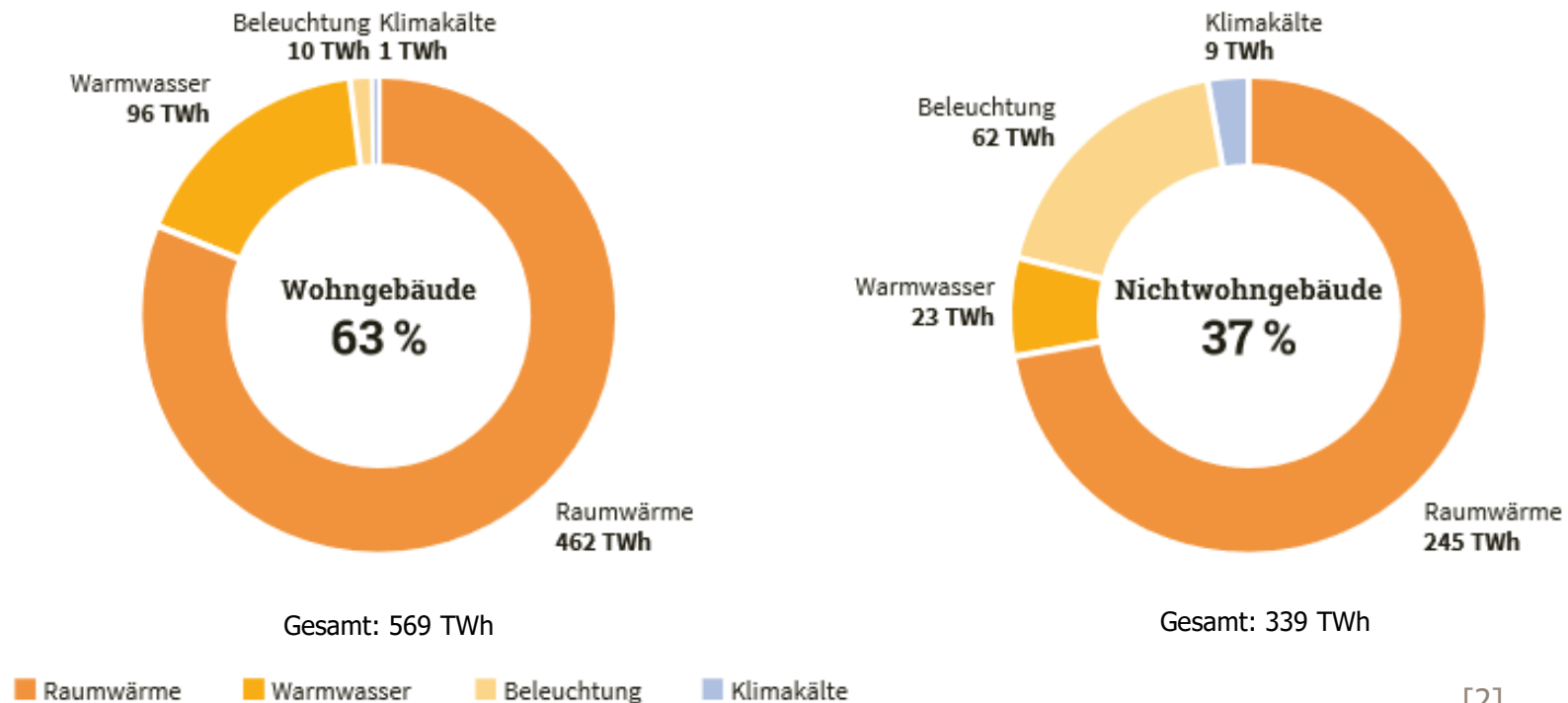
[2]

[2]

# Motivation und Zielstellung

## Gesellschaftliche und politische Situation

### Gebäudeenergieverbrauch über den Verbrauchsbereichen

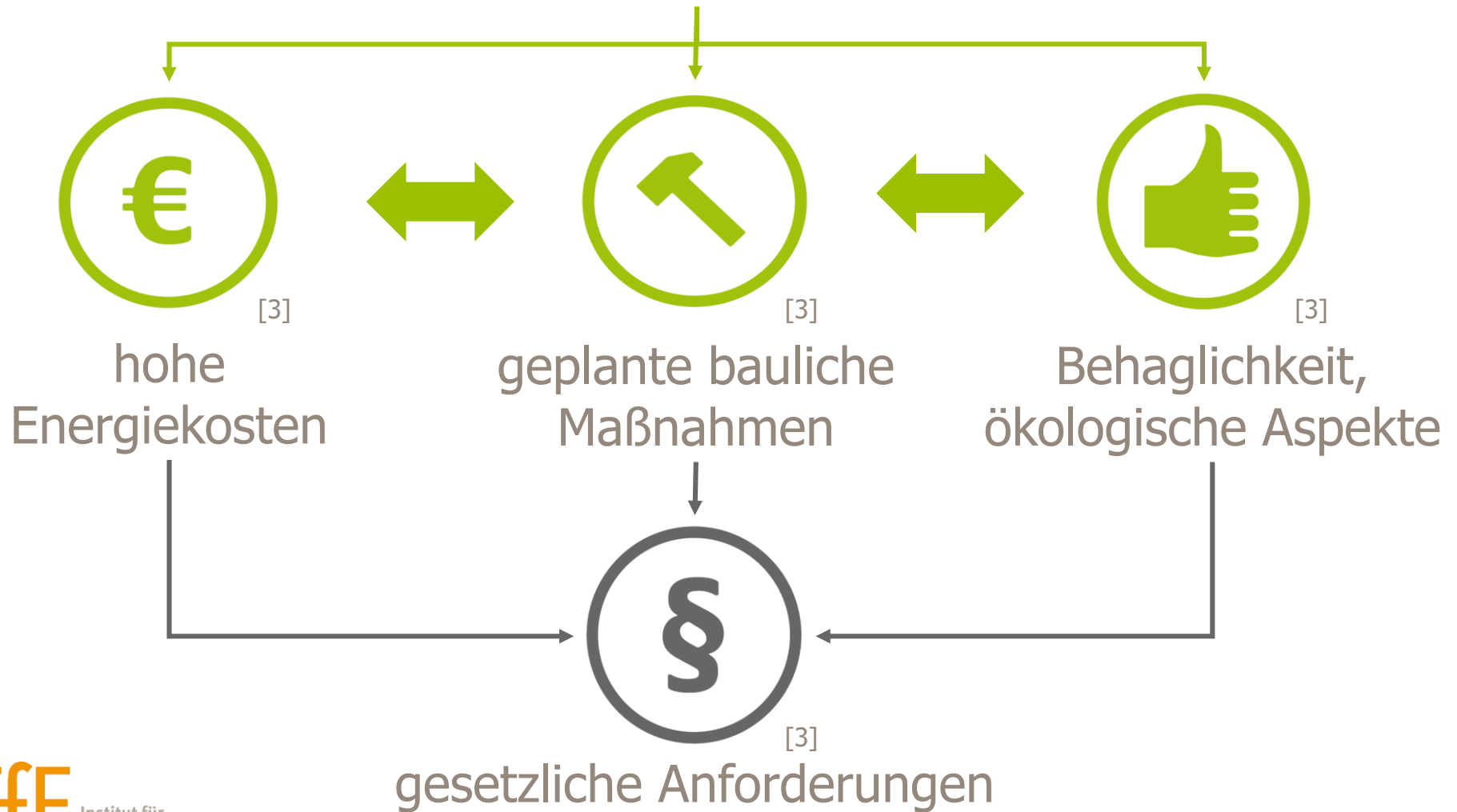


[2]

# Motivation und Zielstellung

## Gebäudeeigentümer

Hauptmotivationen für energetische Maßnahmen



# Energieeffizienz von Bestandsgebäuden

## Gliederung

1. Motivation und Zielstellung
2. Grundlagen – Kenngrößen und Fachbegriffe
  - Wärmedurchgangskoeffizient (U-Wert)
  - Primär-, End-, und Nutzenergie
  - Energieströme eines Gebäudes
  - Thermische Gebäudehülle
  - Luftdichtheit und Wärmebrücken
3. Randbedingungen (Gesetze, Normen, Richtlinien)
4. Energetische Gebäudesanierung
5. Praxisbeispiel

# Grundlagen – Kenngrößen und Fachbegriffe

## Wärmedurchgangskoeffizient (U-Wert)



**U**

[W/m<sup>2</sup>K]

Der U-Wert (alt: k-Wert) eines Bauteils bezeichnet den Wärmestrom ("Wärmeverlust") bei einer Temperaturdifferenz von 1 Kelvin pro Quadratmeter des Bauteils.

Dies ist die wärmeschutztechnisch ausschlaggebende Eigenschaft von Außenbauteilen

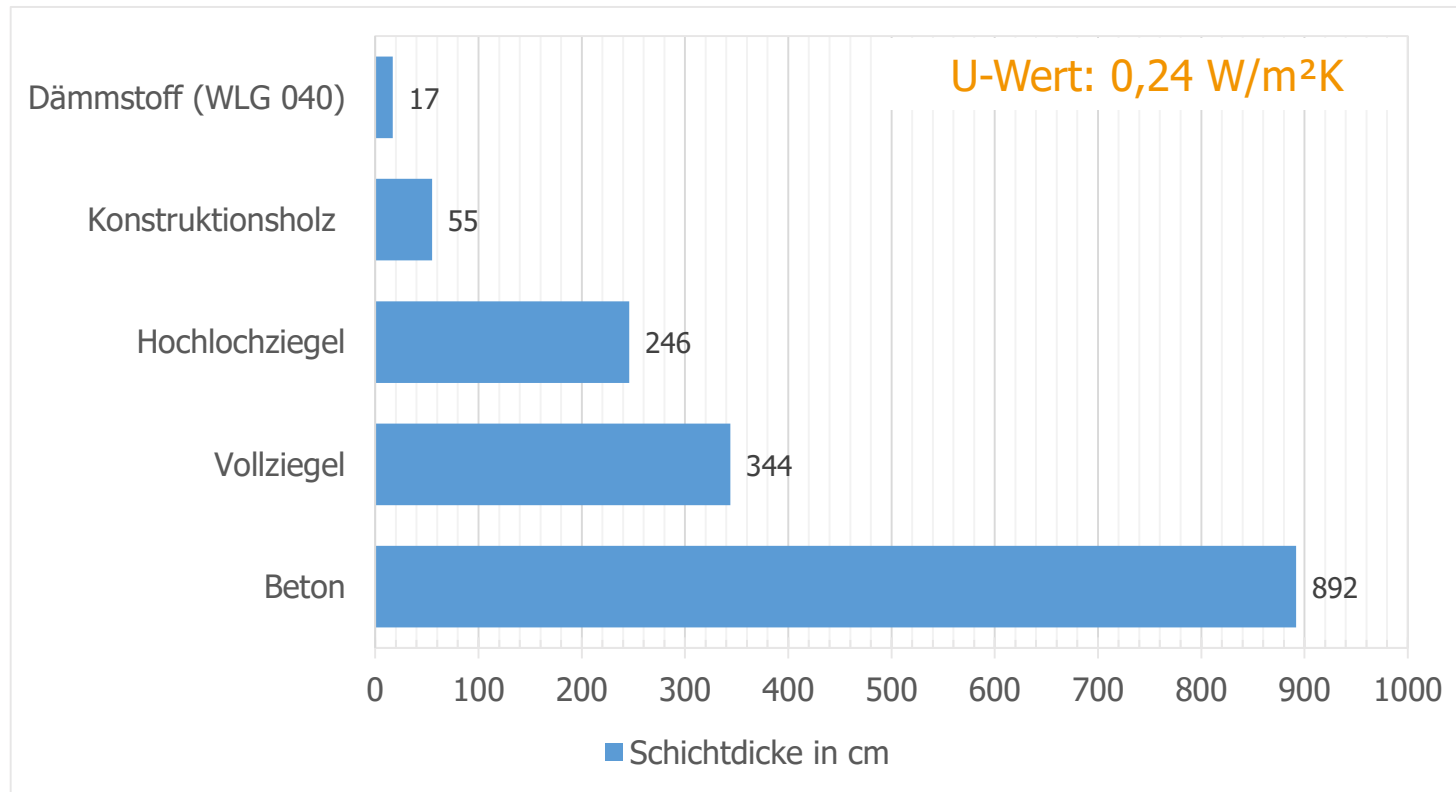
Je kleiner der U-Wert, desto besser die Dämmwirkung

Der Wärmedurchgang durch ein Bauteil wird durch die Dicke und die Wärmeleitfähigkeit (Lambda  $\lambda$ ) seiner einzelnen Schichten bestimmt.

# Grundlagen – Kenngrößen und Fachbegriffe

## Wärmedurchgangskoeffizient (U-Wert)

Schichtdicke verschiedener Baustoffe bei gleicher Dämmwirkung

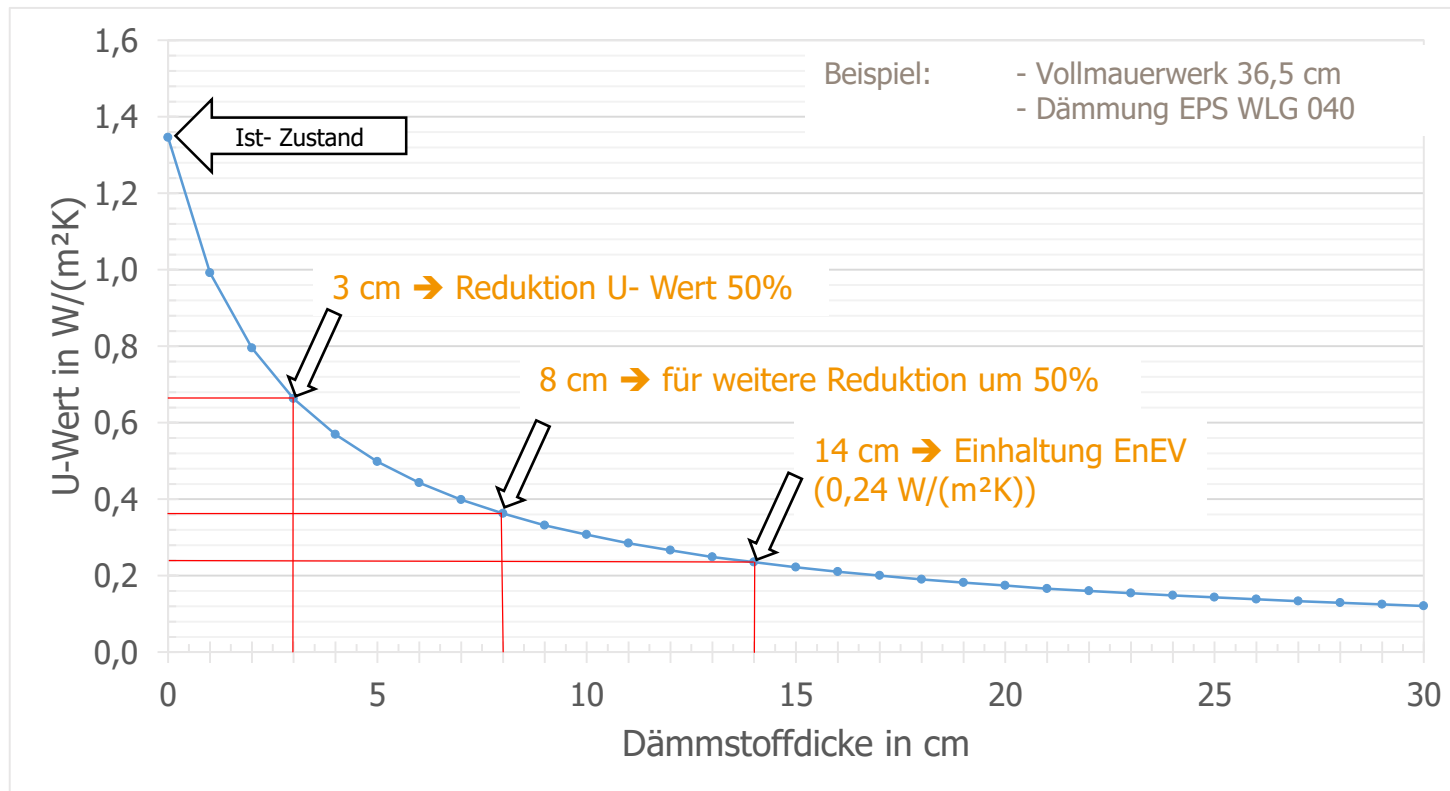




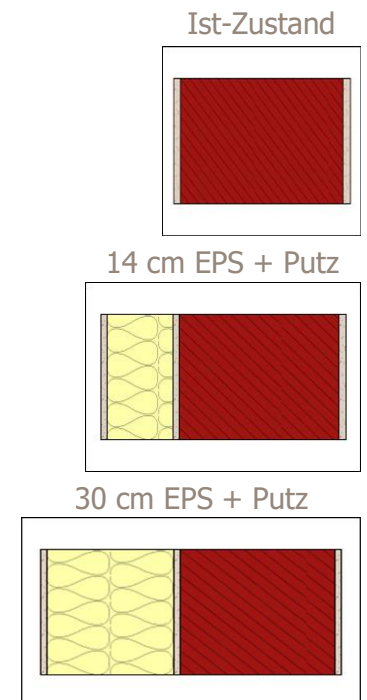
# Grundlagen – Kenngrößen und Fachbegriffe

## Wärmedurchgangskoeffizient (U-Wert)

### Reduktion des U-Wertes über der Dämmstoffdicke

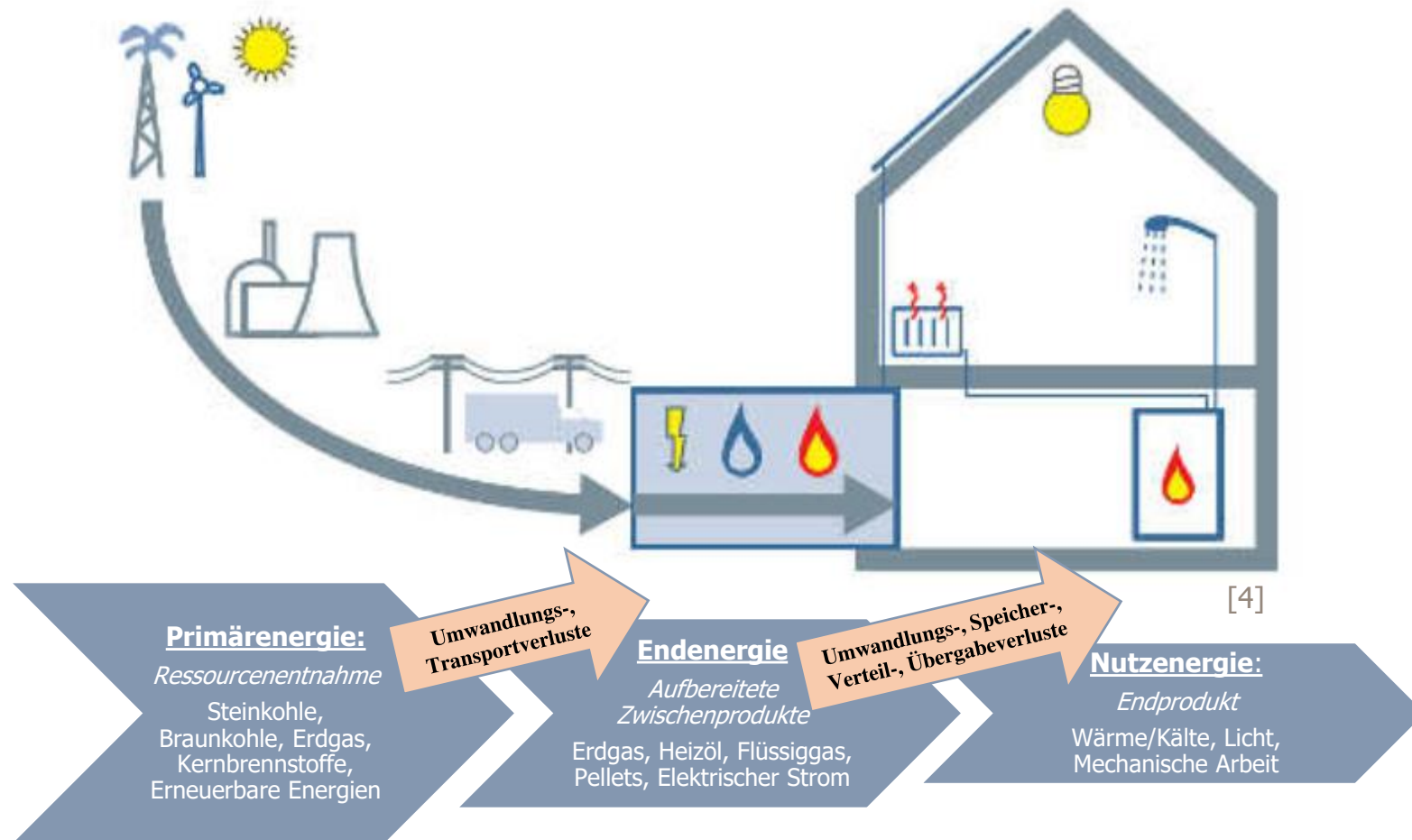


### Wandaufbau



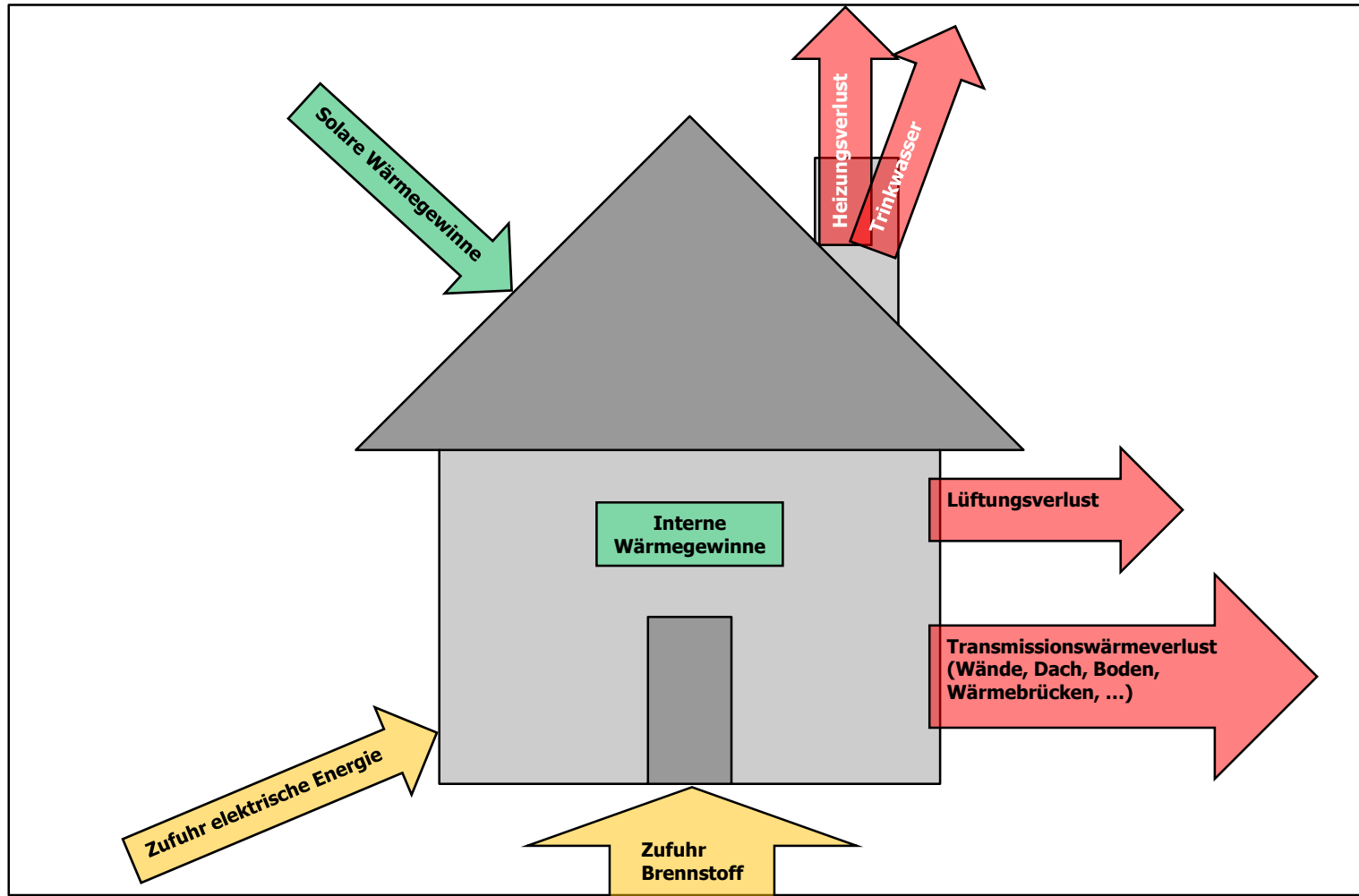
# Grundlagen – Kenngrößen und Fachbegriffe

Primär-, End-, und Nutzenergie



# Grundlagen – Kenngrößen und Fachbegriffe

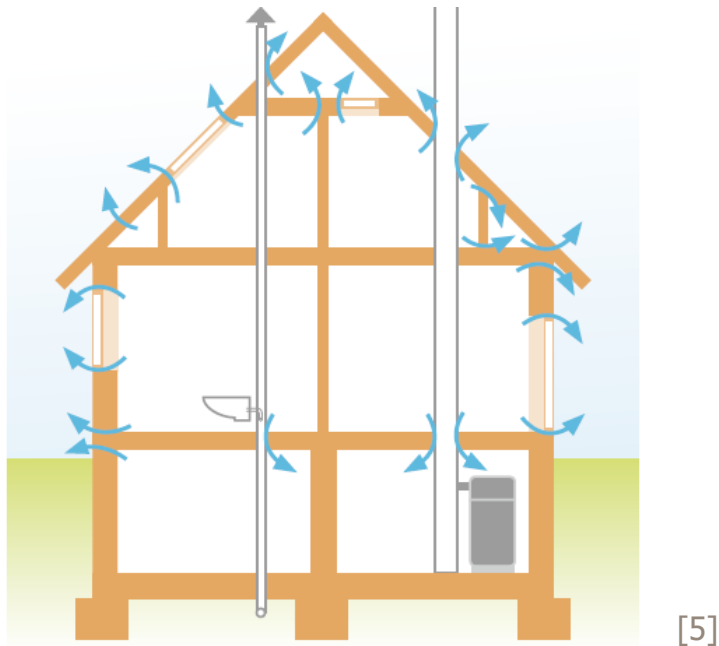
## Energieströme eines Gebäudes



# Grundlagen – Kenngrößen und Fachbegriffe

## Luftdichtheit und Wärmebrücken

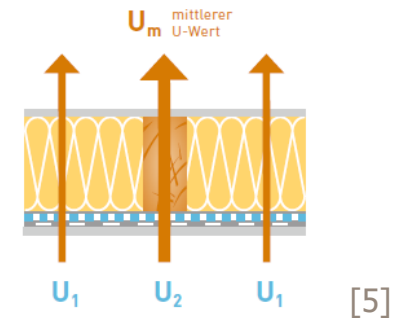
### Wärmeverluste durch Undichtigkeiten



### Luftdichtheitsschicht:

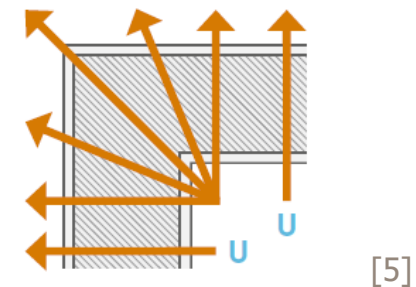
- Bauteilschicht, die auf warmer Seite eines Bauteils angebracht wird, um die Strömung der warmen Innenraumluft nach außen zu verhindern
- Herstellung der Luftdichtheitsebene z.B. durch Putz, Dichtbänder, luftdichte Folien

### Stoffbedingte Wärmebrücken



→ unterschiedliche Baustoffe = unterschiedliche U-Werte

### Geometrische Wärmebrücken



→ Fläche Innendecke kleiner als Fläche Außendecke

# Energieeffizienz von Bestandsgebäuden

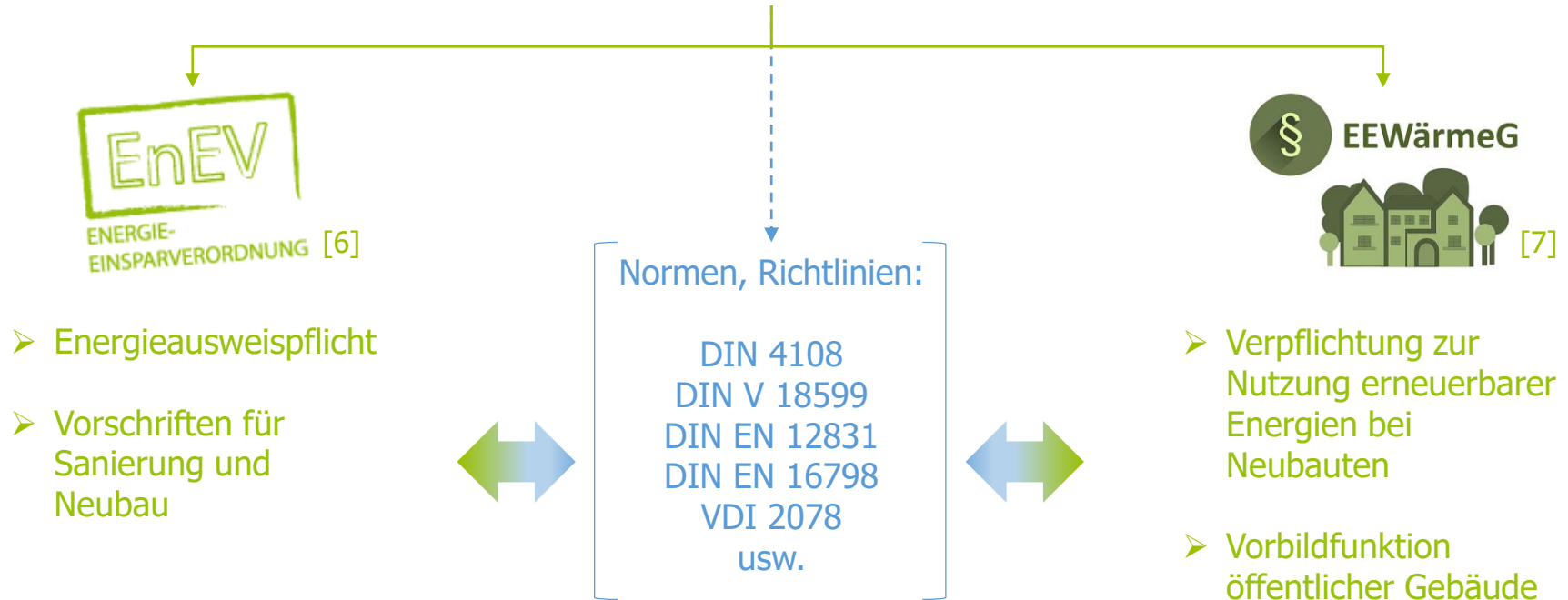
## Gliederung

1. Motivation und Zielstellung
2. Grundlagen – Kenngrößen und Fachbegriffe
3. Randbedingungen (Gesetze, Normen, Richtlinien)
  - Übersicht
  - Energieeinsparverordnung (EnEV)
4. Energetische Gebäudesanierung
5. Praxisbeispiel

# Randbedingungen (Gesetze, Normen, Richtlinien)

## Übersicht

### Gesetzliche Anforderungen



# Randbedingungen (Gesetze, Normen, Richtlinien)

## Energieeinsparverordnung (EnEV)

### Bewertungsinstrumente der EnEV für Gebäude

- U-Werte der Bauteile
- Primärenergiebedarf des Gebäudes
- spezifischer Transmissionswärmeverlust

### Wesentliche Anforderung bei der Sanierung von Gebäuden

#### Bauteilverfahren

Üblich bei kleineren Sanierungsmaßnahmen, wenn die Fläche der geänderten Bauteile mehr als 10% der gesamten jeweiligen Bauteilfläche betrifft

- Anforderungen an die U-Werte der zu sanierenden Einzelbauteile

#### 140%-Regel

Üblich bei größeren Sanierungsmaßnahmen

- Anforderungen an den Primärenergiebedarf
  - Wesentlich durch die Anlagentechnik beeinflusst
- Anforderungen an die Gebäudehülle
  - Durch die Wärmedurchgangskoeffizienten der Bauteile beeinflusst

# Randbedingungen (Gesetze, Normen, Richtlinien)

## Energieeinsparverordnung (EnEV)

### Begriffsklärung Referenzgebäude





# Energieeffizienz von Bestandsgebäuden

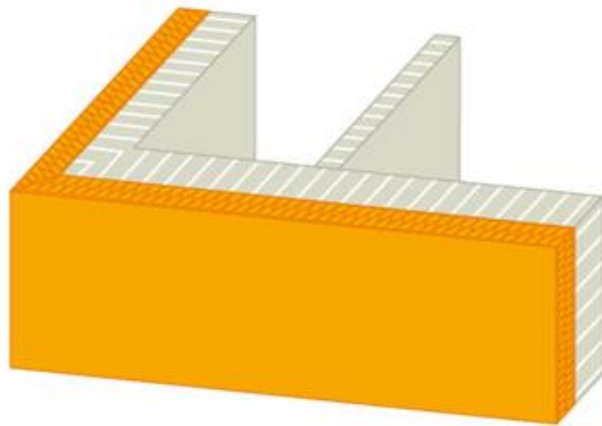
## Gliederung

1. Motivation und Zielstellung
2. Grundlagen – Kenngrößen und Fachbegriffe
3. Randbedingungen (Gesetze, Normen, Richtlinien)
4. Energetische Gebäudesanierung
  - Außenwandsanierung
  - Dachsanierung
  - Sanierung der obersten Geschossdecke und der Kellerdecke
  - Fenstertausch
  - Verbesserung der Luftdichtheit
  - Technische Gebäudeausrüstung (TGA)
5. Praxisbeispiel

# Energetische Gebäudesanierung

## Außenwandsanierung

### Außendämmung



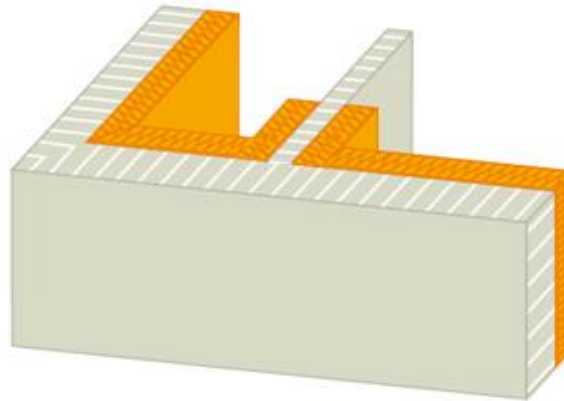
Anbringung der Dämmschicht auf den Außenflächen der Wand

- Witterungsschutz
- Schutz vor Wärmeverlusten

Empfehlung für einen einschaligen Wandaufbau z.B.

- massives Mauerwerk
- Holzständerkonstruktion
- bei ausreichendem Dachüberstand

### Innendämmung

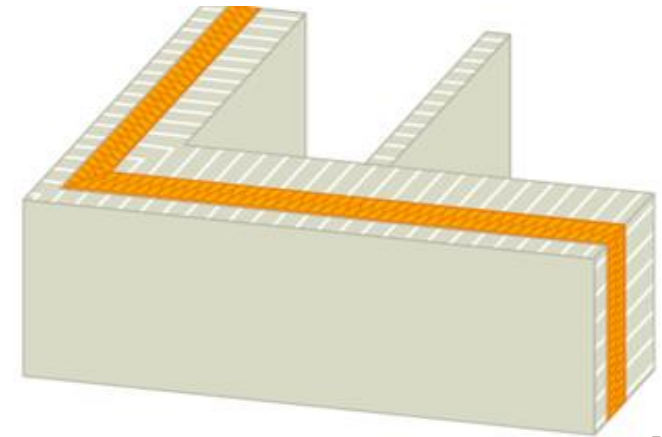


Anbringung der Dämmschicht auf den Innenflächen der Wand

- Dämmkeile an Innenwänden vorsehen um Wärmebrücken zu reduzieren
- Sorgfältige Ausführung (vollflächig an Wand, keine Hinterströmung)
- Ausreichender Schlagregenschutz der Fassade

Anwendung, wenn andere Maßnahmen nicht möglich sind (z. B. wegen Denkmalschutzauflagen)

### Kerndämmung



Anbringung (einblasen/schütten) der Dämmschicht zwischen zweischaligem Mauerwerk

- Häufig Wärmebrücken an Übergängen zwischen den Schalen und an Fensterlaibungen
- Bauphysikalische Beurteilung sollte durchgeführt werden

Anwendung bei zweischaligem Mauerwerk

[3]

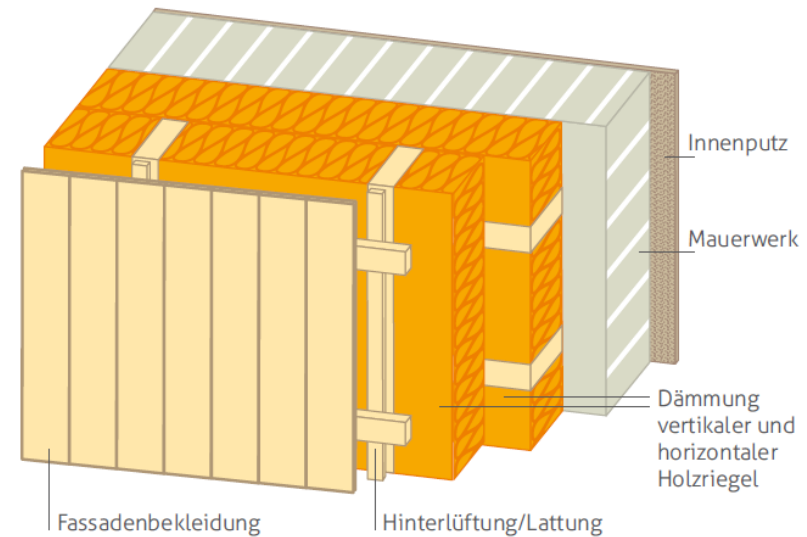
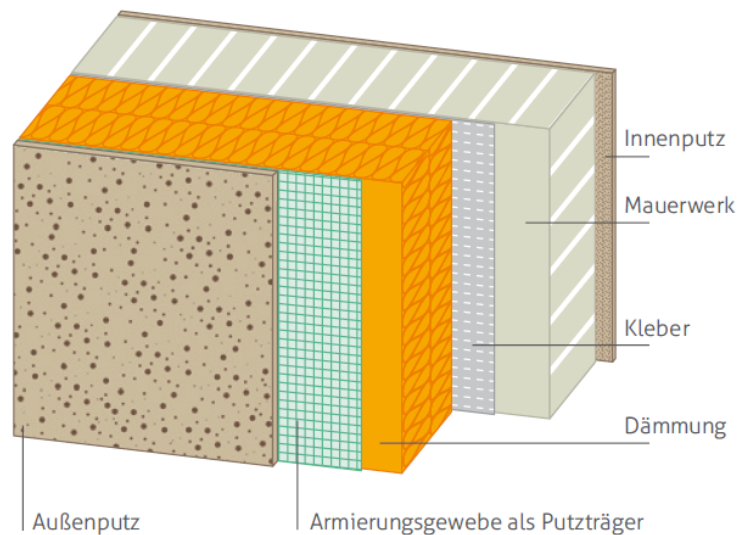
# Energetische Gebäudesanierung

## Außenwandsanierung

zwei erprobte Konstruktionen der Außenwanddämmung

Wärmedämmverbundsystem (WDVS)

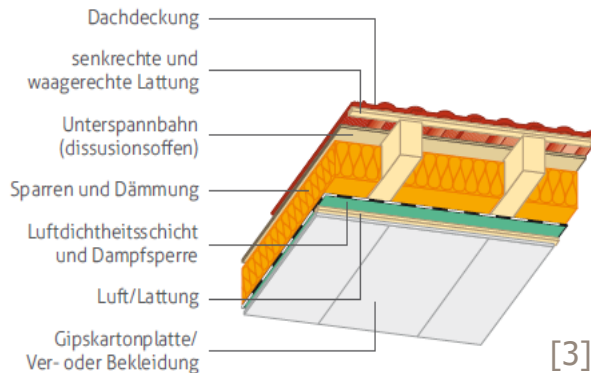
Vorhangfassade



# Energetische Gebäudesanierung

## Dachsanierung

### Zwischensparrendämmung



Dämmung zwischen den Dachsparren, meist durch Einblasdämmung oder Rollenware

- Reicht die Höhe der Sparren nicht aus, kann eine Sparrenaufdopplung durch Bretter, Kanthölzer oder Sparrenexpander durchgeführt werden

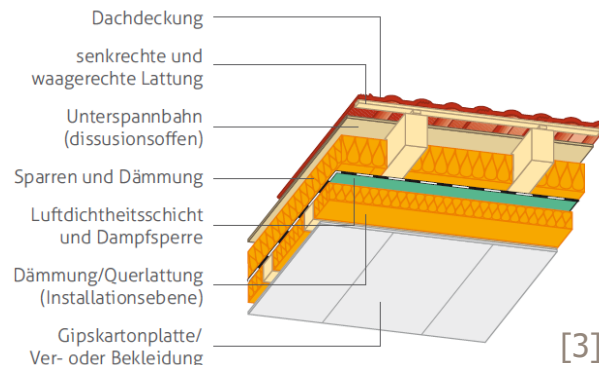
**Vorteile:**

- keine neue Dachdeckung
- einfach und kostengünstig

**Nachteile:**

- Begleitdämmung einbindender Massivwände
- größere Wärmebrücken bei unsachgemäßem Einbau

### Untersparrendämmung mit Zwischensparrendämmung kombiniert



Innendämmung auf der Unterseite der Dachsparren, mit Zwischensparrendämmung kombinierbar

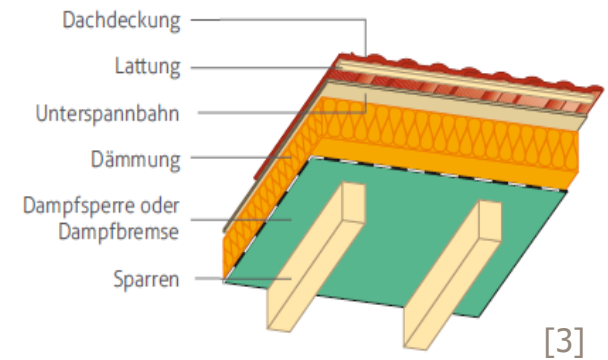
**Vorteile:**

- einfach und kostengünstig
- Wärmebrückeneffekt der Holzsparren verringert sich
- Dämmebene als Installationsebene nutzbar

**Nachteile:**

- Raumhöhenverringering
- Zusätzlicher Aufwand bei Anschlusspunkten (z.B. Fensterlaibung)

### Aufsparrendämmung



Dämmung oberhalb der Dachsparren, meist bei geplanter Dachsanierung

**Vorteile:**

- Wärmebrücken im Bereich der Sparren entfallen
- Gebälk und Holzschalungen bleiben raumseitig sichtbar
- Raumhöhe bleibt gleich

**Nachteile:**

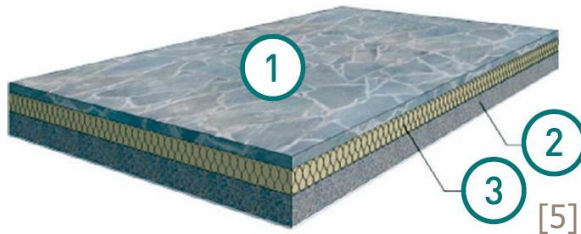
- Kostenaufwand
- Bei denkmalgeschützten Gebäuden oft nicht möglich

[3]

# Energetische Gebäudesanierung

## Sanierung der obersten Geschossdecke und der Kellerdecke

Aufdeckendämmung



- 1) Fußbodenaufbau
- 2) Rohbaudecke
- 3) Wärmedämmung

Angestrebte Nutzung bedingt die Konstruktion

- begehrbar (trittfeste Dämmung oder Unterkonstruktion für Fußbodenaufbau)
- nicht begehrbar (auf genaue Ausführung achten)

Vorteile:

- gute Zugänglichkeit,
- Kostengünstig
- Wärmebrückenarm

Nachteile:

- ggf. Türhöhenanpassung
- Raumhöhenverringern

Zwischendeckendämmung



- 1) Fußbodenaufbau
- 2) Wärmedämmung
- 3) Deckenverkleidung
- 4) Deckenbalken

Nur bei Hohldecken einsetzbar, meist mittels Schütt- oder Einblasdämmung

- Die meist vorhandene Füllung (schwere Schüttung) wird durch effizientere Dämmstoffe ersetzt

Vorteile:

- keine Einschränkung in der nutzbaren Raumhöhe

Nachteile:

- Wärmebrückengefahr
- viel Bauschuttanfall
- Verlust von wirksamer Speichermasse und teils schlechterer Schallschutz

Unterdeckendämmung



- 1) Fußbodenaufbau
- 2) Rohbaudecke
- 3) Wärmedämmung

Dämmebene an der Unterseite der Decke angebracht

Vorteile:

- gute Zugänglichkeit,
- i.d.R. keine Anpassung der Türhöhen notwendig

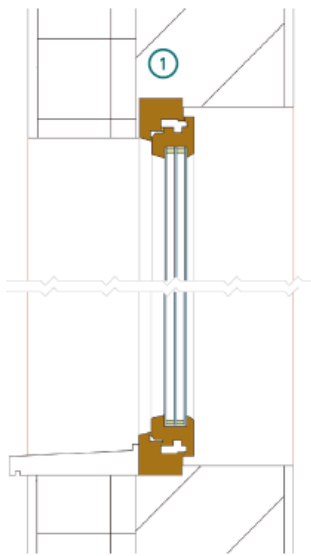
Nachteile:

- Raumhöhenverringern
- Wärmebrücken

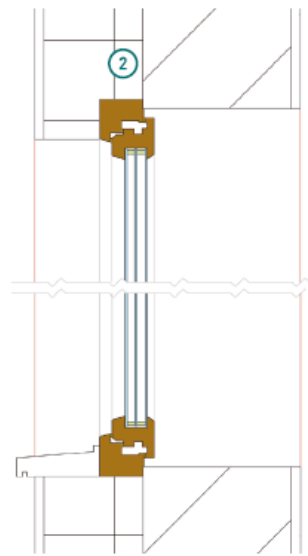
# Energetische Gebäudesanierung

## Fenstertausch

Einbauorte mit den geringsten Wärmeverlusten



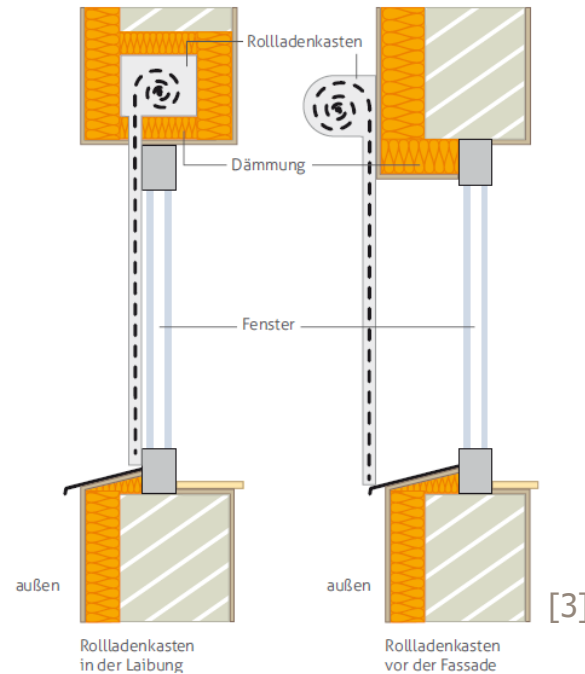
Wandaußenkante der inneren Tragschale



in der Dämmebene

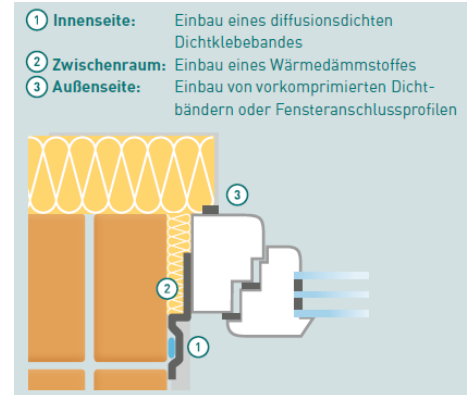
[5]

Rollladenkästen



[3]

Luftdichter Fensteranschluss



[5]

→ Das Bild zeigt die Einbausituation, wenn die Luftdichtheitsebene des Gebäudes auf der Innenseite liegt (Neubau)

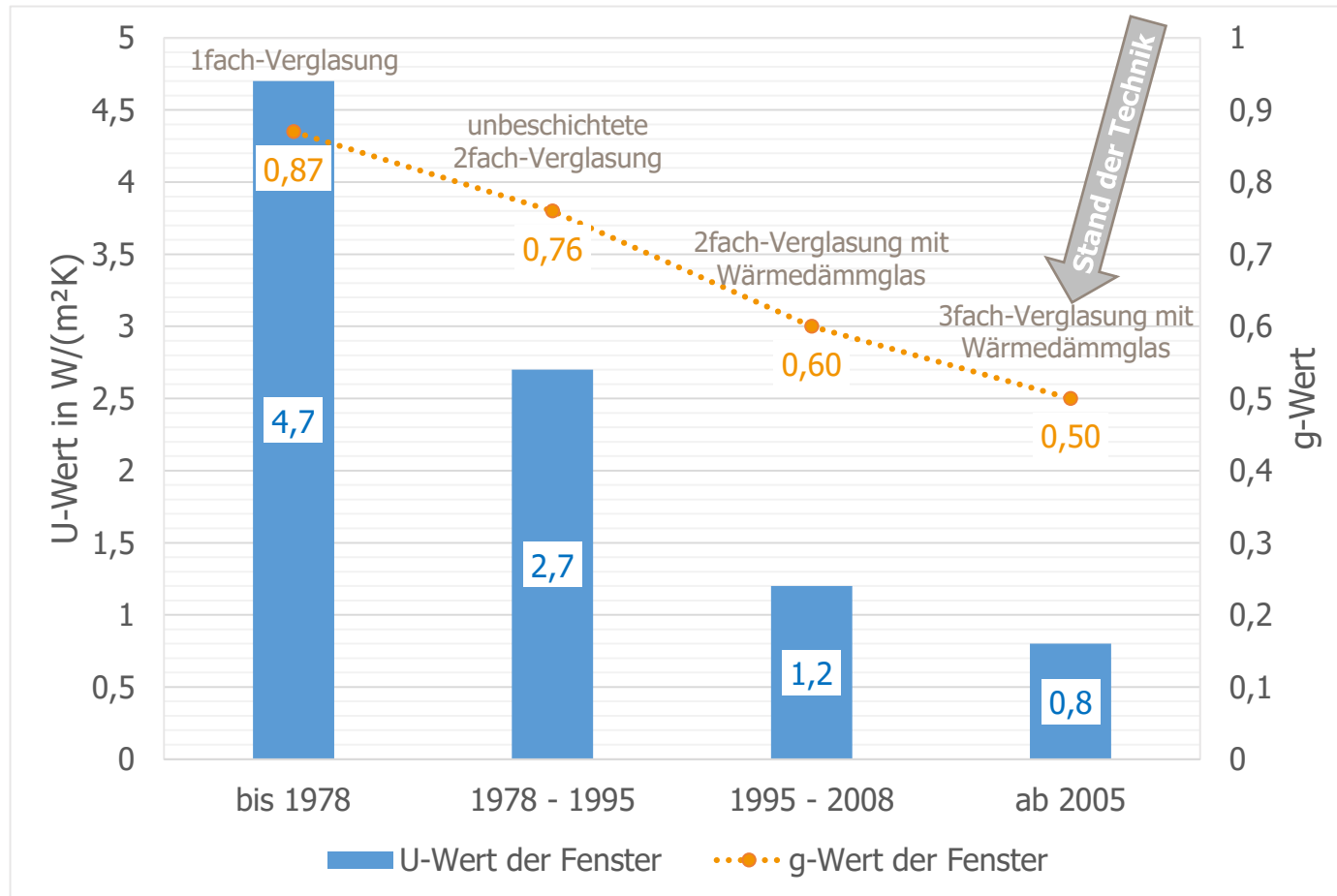
- Bei Sanierungen stellt häufig der Außenputz die Luftdichte Schicht dar
- Dichtband auf Außenseite
  - Alternative: Dampfsperre auf Außenseite

Sonstige Anforderungen:

- Sonnenschutzverglasung
- Wärmeschutzverglasung
- Schallschutzverglasung

# Energetische Gebäudesanierung

## Fenstertausch

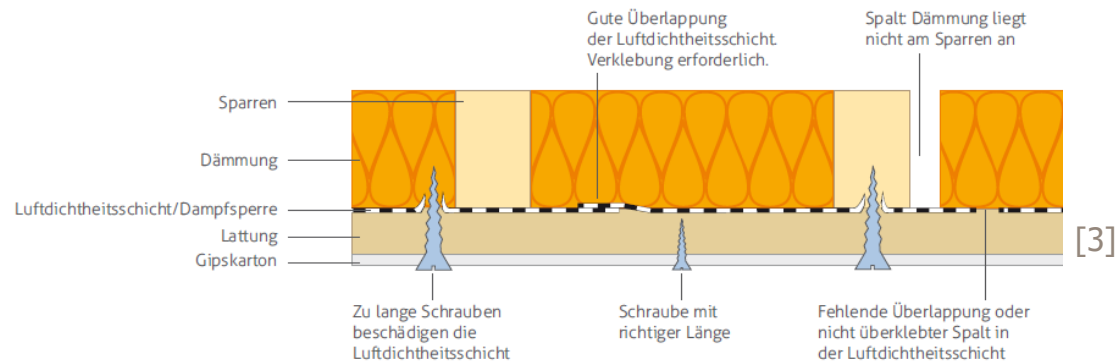


# Energetische Gebäudesanierung

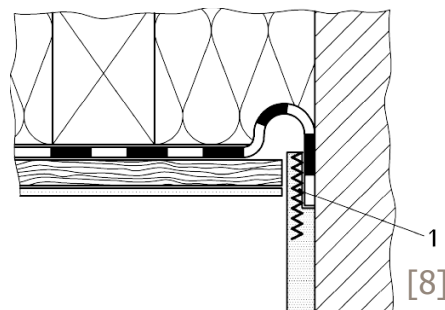
## Verbesserung der Luftdichtheit

Herstellung einer Luftdichtheitsschicht zum Beispiel durch:

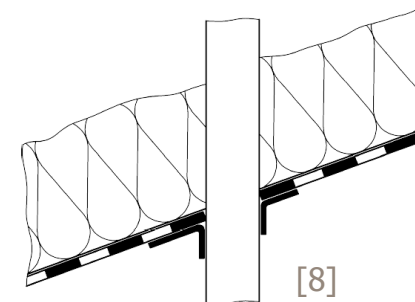
Ggf. richtige Einführung einer Luftdichtheitsschicht bei der Sanierung von Bauteilen



Beachtung von baulichen Details



Anschluss der Luftdichtheitsbahn an eine Wand aus verputztem Mauerwerk oder Beton durch Einputzen



Anschluss einer Luftdichtheitsbahn an eine Durchdringung mit einseitigem Klebeband



# Energetische Gebäudesanierung

## Technische Gebäudeausrüstung (TGA)

Heizungsanlage – grundsätzliche Fragen bei Erneuerung:

### Niedrige Oberflächentemperaturen

- Flächenheizungen
  - Fußbodenheizung
  - Wandheizung
  - Deckenheizung

### Hohe Oberflächentemperaturen

- Kompaktheizungen
  - Heizkörper, Radiatoren
  - Einzelöfen

### Reduktion der Systemtemperaturen möglich

- Gleichzeitige Sanierung? Ja/Nein

# Energetische Gebäudesanierung

## Technische Gebäudeausrüstung (TGA)

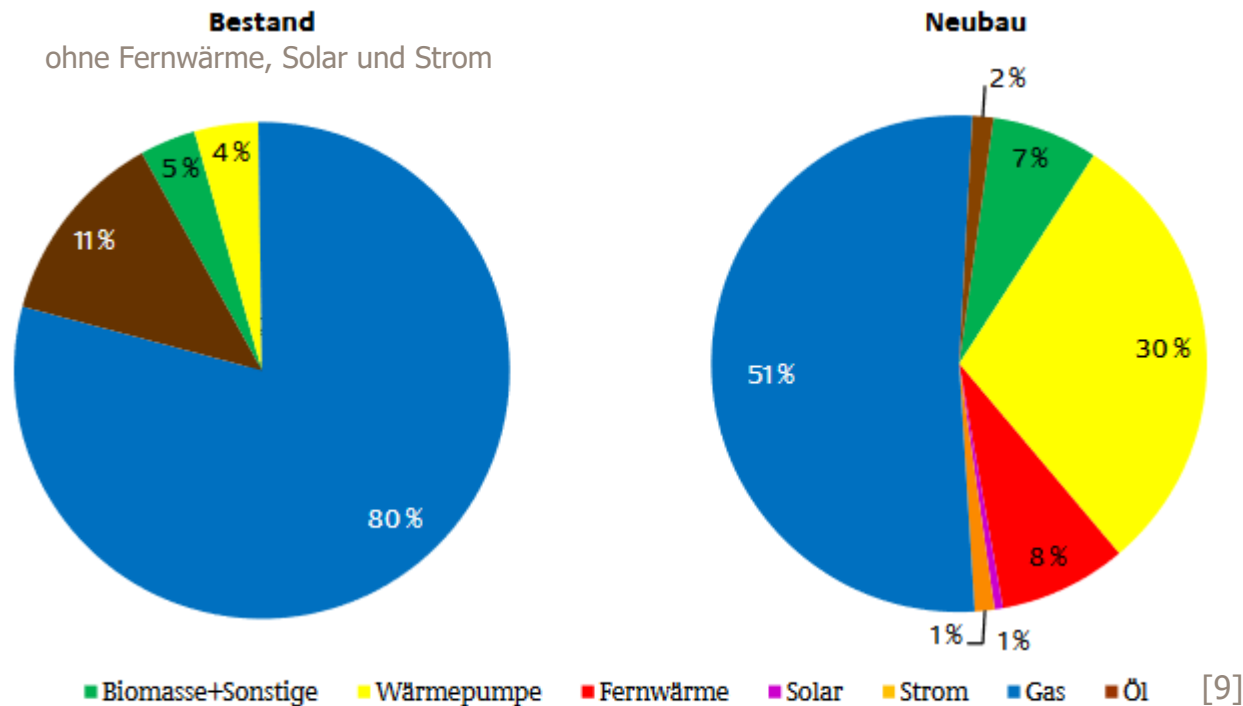
### Heizungsanlage – gängige Wärmeerzeuger

- Erdgas-/Flüssiggasfeuerungen
- Heizölfeuerungen
- Fernwärme
- Biomasse (Pellet/Hackgut)
- Blockheizkraftwerke (BHKW)
- Wärmepumpe
- Solarthermie (als Ergänzung)
- Strom-Direktheizung

# Energetische Gebäudesanierung

## Technische Gebäudeausrüstung (TGA)

Anzahl verbauter Wärmeerzeuger im Jahr 2015 in Wohn- und Nichtwohngebäuden

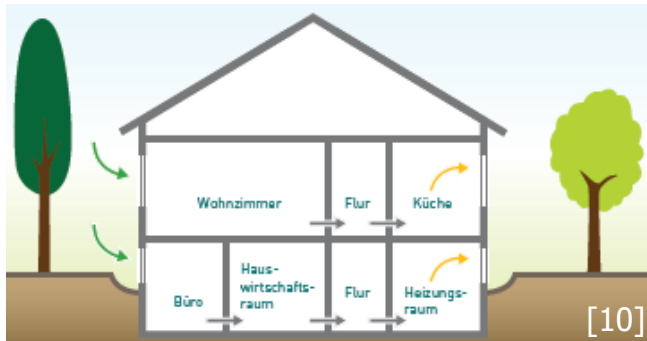


→ Abbildung gibt einen groben Marktüberblick

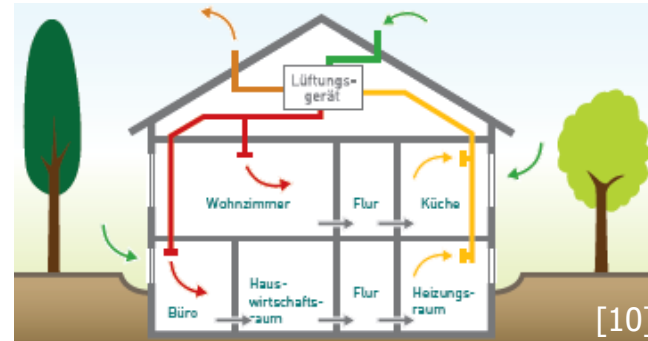
# Energetische Gebäudesanierung

## Technische Gebäudeausrüstung (TGA)

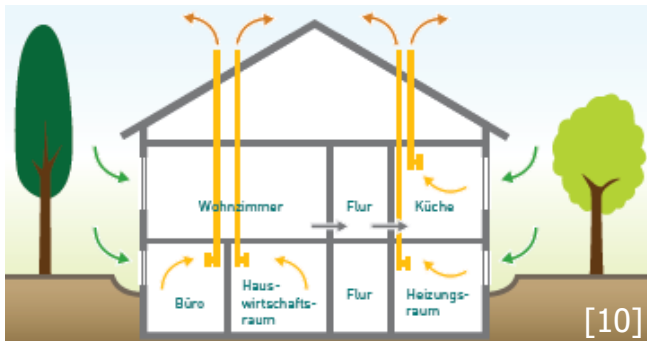
### Lüftung – grundsätzliche Fragen bei Erneuerung:



Fensterlüftung (hier: Querlüftung) [10]



zentrales Lüftungsgerät mit WRG /  
alternativ dezentrales Lüftungssystem [10]

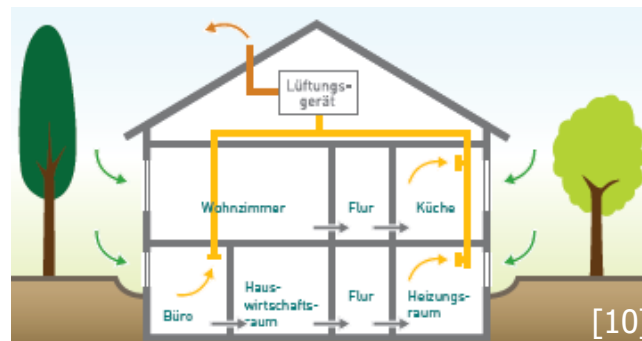


Schachtlüftung [10]

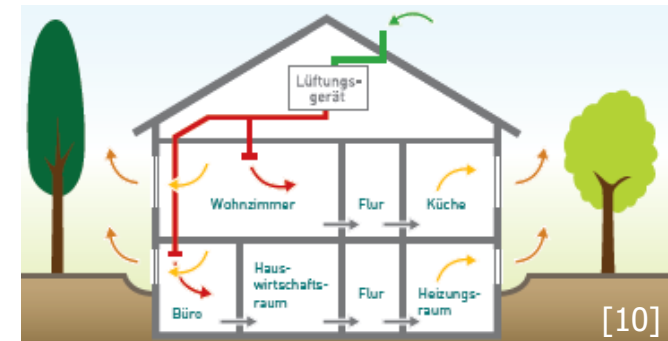
Legende für die schematischen Darstellungen

AUL	— Außenluft	ABL	— Abluft	IDA	— Raumluft
ZUL	— Zuluft	FOL	— Fortluft		

[10]



Abluftsystem (Unterdruck) [10]



Zuluftsystem (Überdruck) [10]

# Energieeffizienz von Bestandsgebäuden

## Gliederung

1. Motivation und Zielstellung
2. Grundlagen – Kenngrößen und Fachbegriffe
3. Randbedingungen (Gesetze, Normen, Richtlinien)
4. Energetische Gebäudesanierung
5. Praxisbeispiel
  - Gebäudevorstellung
  - Sanierungsmaßnahmen
  - Energieeinsparung
  - Förderungsmöglichkeiten
  - Wirtschaftlichkeit der Sanierungsmaßnahmen
  - CO<sub>2</sub>-Einsparung

# Praxisbeispiel

## Gebäudevorstellung

### Einfamilienhaus (Ist-Zustand)



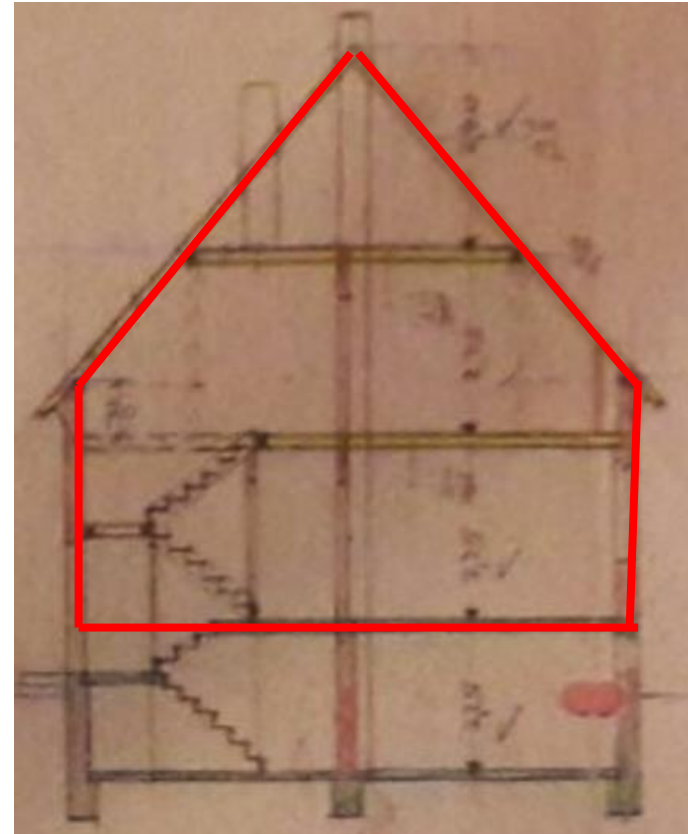
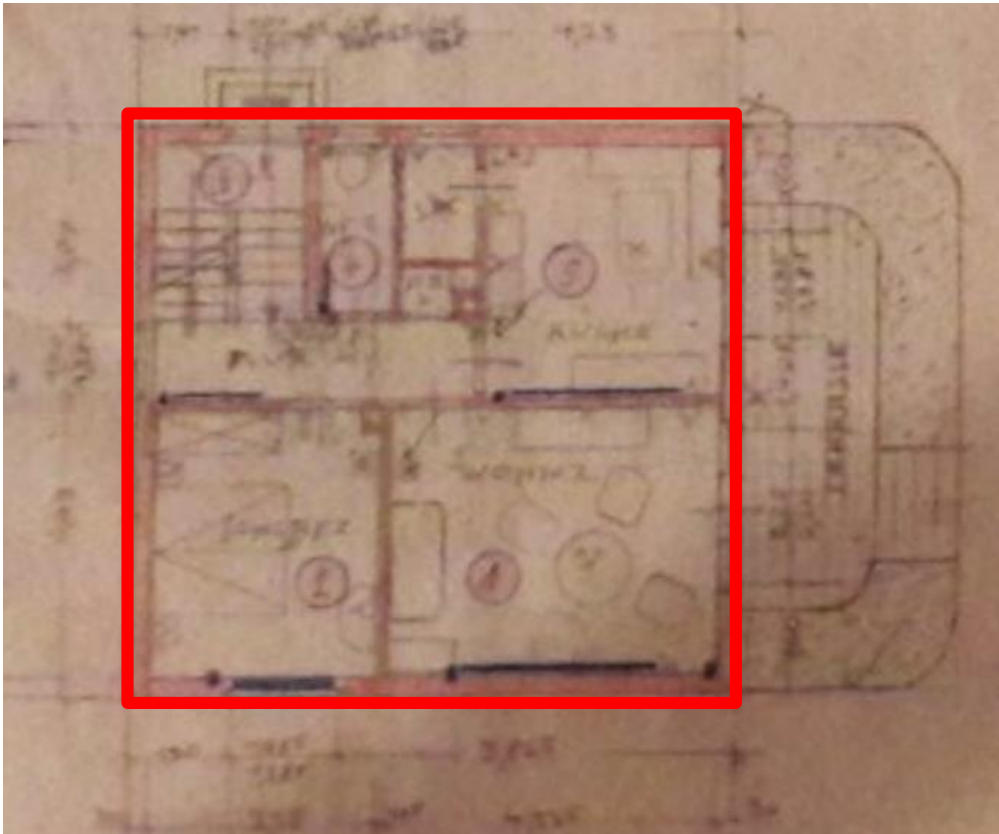
### Gebäudedaten:

- Baujahr: 1959
- Wohneinheiten: 1
- Lage: freistehend
- Nutzfläche: 147 m<sup>2</sup>
- Beheiztes Volumen: 459 m<sup>3</sup>
- Lüftung: Fensterlüftung
- Heizung: Erdgaskessel (Brennwert)

# Praxisbeispiel

## Gebäudevorstellung

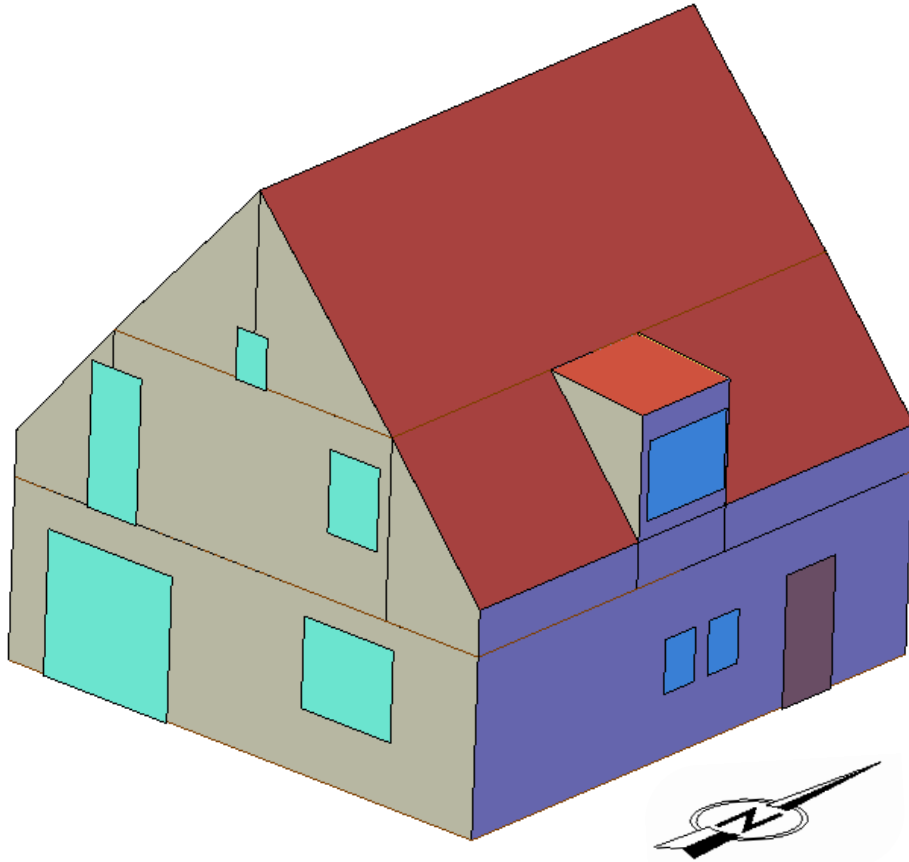
Wärmeübertragende Umfassungsfläche



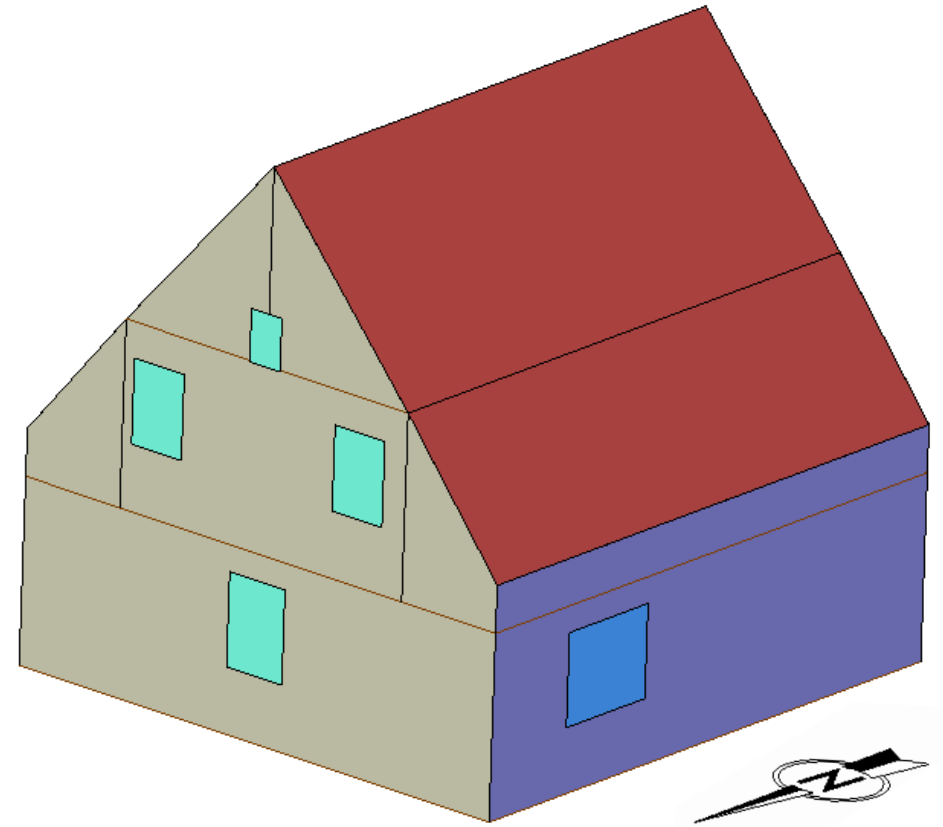
# Praxisbeispiel

## Gebäudevorstellung

Gebäudeaufnahme in der Energieberatungssoftware



Ansicht: Süd-Ost



Ansicht: Nord-West

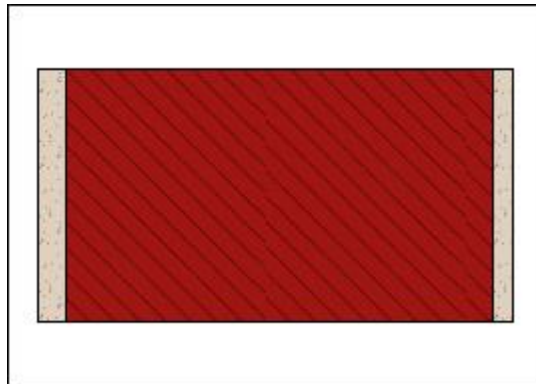


# Praxisbeispiel

## Gebäudevorstellung

### Außenwandsanierung

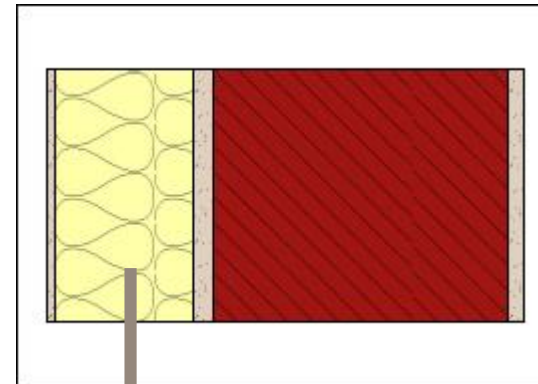
Ist-Zustand



Putz 2 cm    HLZ 30 cm    Putz 1,5 cm

U-Wert: 1,08 W/(m<sup>2</sup>K)

Sanierung



Putz 1 cm    Putz 2 cm    HLZ 30 cm    Putz 1,5 cm

Wärmedämmung  
14 cm

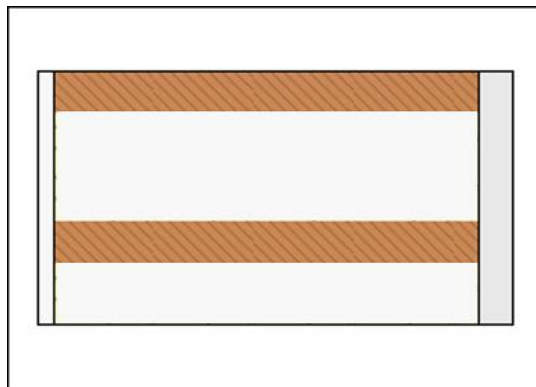
U-Wert: 0,188 W/(m<sup>2</sup>K)

# Praxisbeispiel

## Gebäudevorstellung

### Sanierung der Gaubenaußenwand

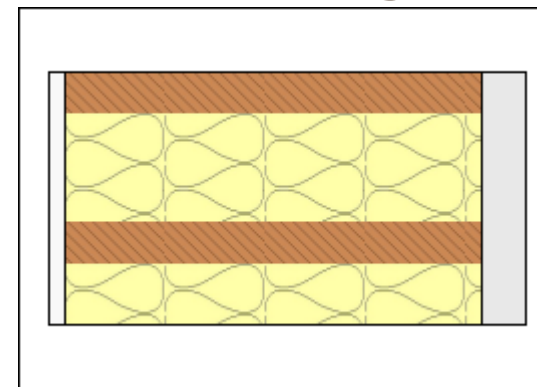
Ist-Zustand



Alu 0,5 cm Holz + Schüttung 12 cm Gipskarton 1 cm

U-Wert: 1,919 W/(m<sup>2</sup>K)

Sanierung



Alu 0,5 cm Holz + Dämmung 12 cm Gipskarton 1,25 cm

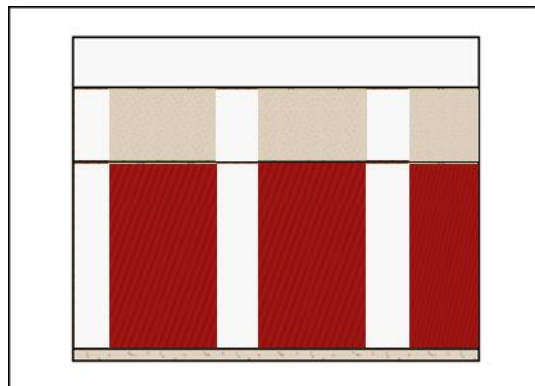
U-Wert: 0,373 W/(m<sup>2</sup>K)

# Praxisbeispiel

## Sanierungsmaßnahmen

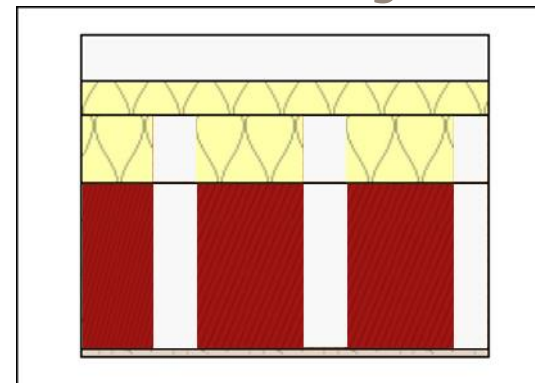
### Sanierung der Kellerdecke

Ist-Zustand



Estrich 5 cm  
Stahlbeton +  
Schüttung  
7 cm  
Mauerwerk  
+ Schüttung  
18 cm  
Putz 1 cm

Sanierung



Estrich 5 cm  
Dämmung 3,5 cm  
Stahlbeton +  
Dämmung  
7 cm  
Mauerwerk  
+ Schüttung  
18 cm  
Putz 1 cm

U-Wert: 1,646 W/(m<sup>2</sup>K)

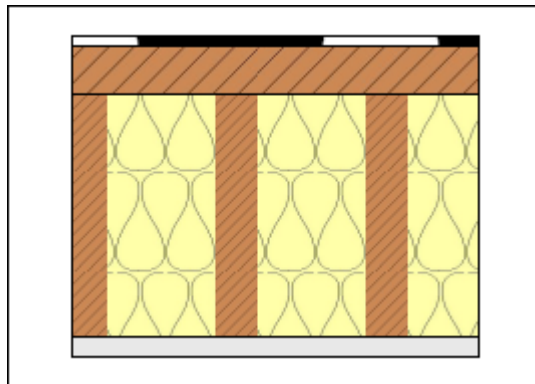
U-Wert: 0,371 W/(m<sup>2</sup>K)

# Praxisbeispiel

## Sanierungsmaßnahmen

### Sanierung des Schrägdachs

Ist-Zustand



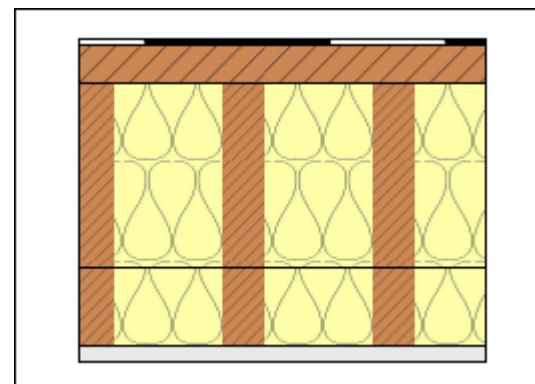
Bitumen 0,5 cm  
Holz 2,4 cm

Holz +  
Dämmung  
12 cm

Putz 1 cm

U-Wert: 0,38 W/(m<sup>2</sup>K)

Sanierung



Bitumen 0,5 cm  
Holz 2,4 cm

Holz +  
Dämmung  
12 cm

Holz +  
Dämmung  
5 cm

Putz 1 cm

U-Wert: 0,276 W/(m<sup>2</sup>K)

# Praxisbeispiel

## Sanierungsmaßnahmen

### Außenwanddämmung





# Praxisbeispiel

## Sanierungsmaßnahmen

Dämmung der Kellerdecke und Umrüstung auf Fußbodenheizung

### Schritt 1



### Schritt 2



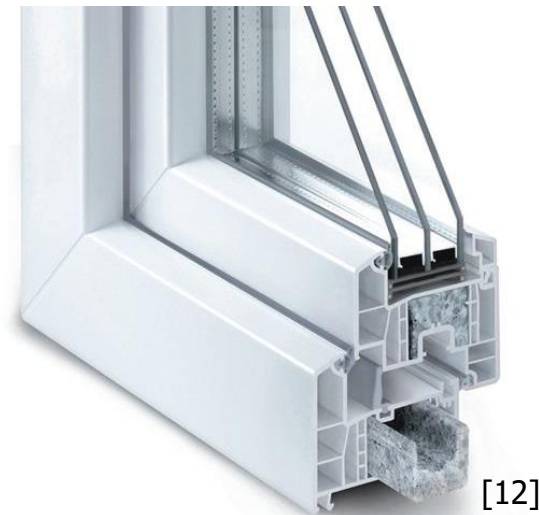
### Schritt 3



# Praxisbeispiel

## Sanierungsmaßnahmen

### Fenstertausch



[12]

# Praxisbeispiel

## Sanierungsmaßnahmen

Einbau eines Kaminofens und  
Erneuerung der Heizungsregelung



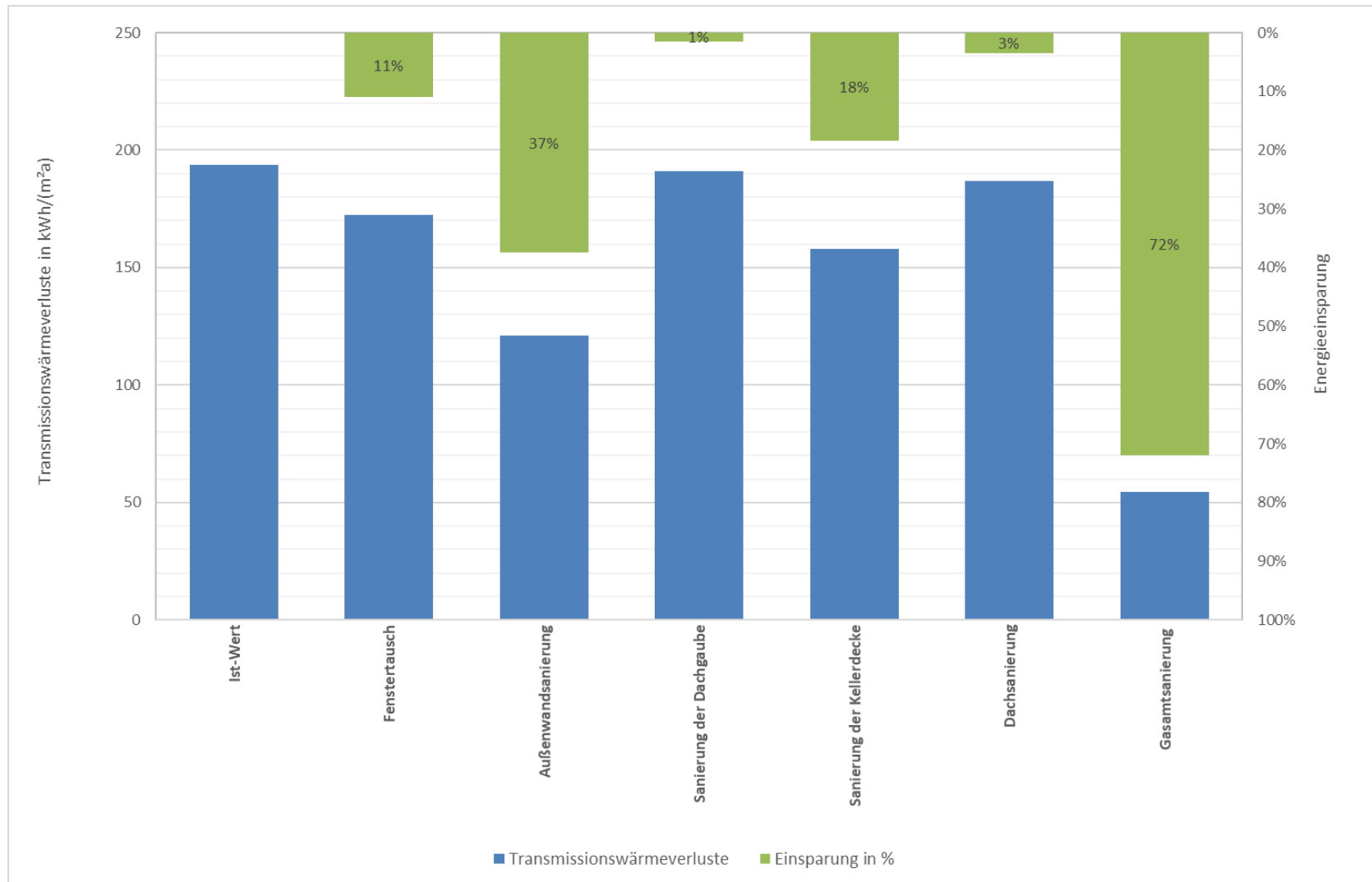
Einbau einer Lüftungsanlage mit WRG





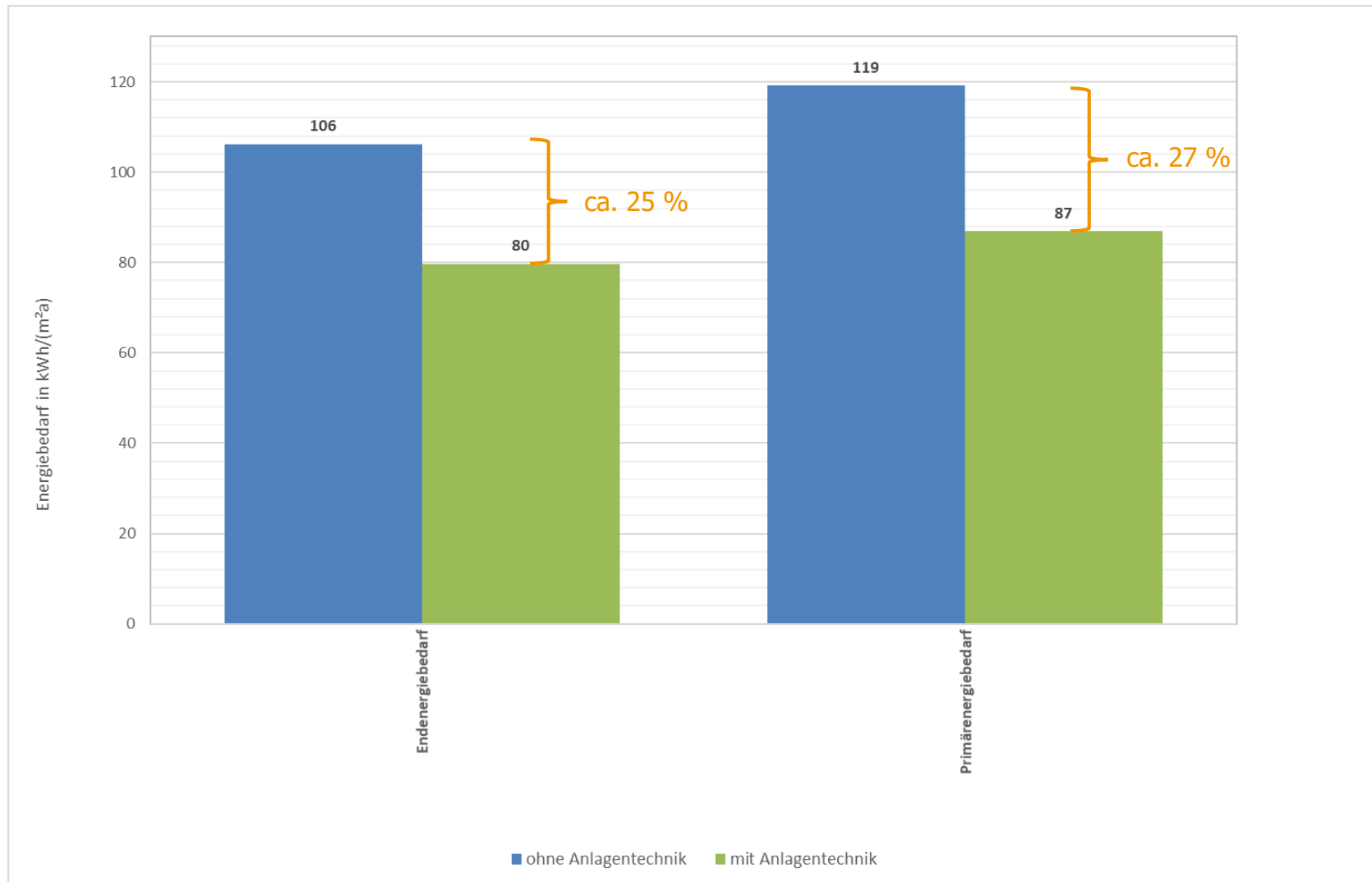
# Praxisbeispiel

## Energieeinsparung



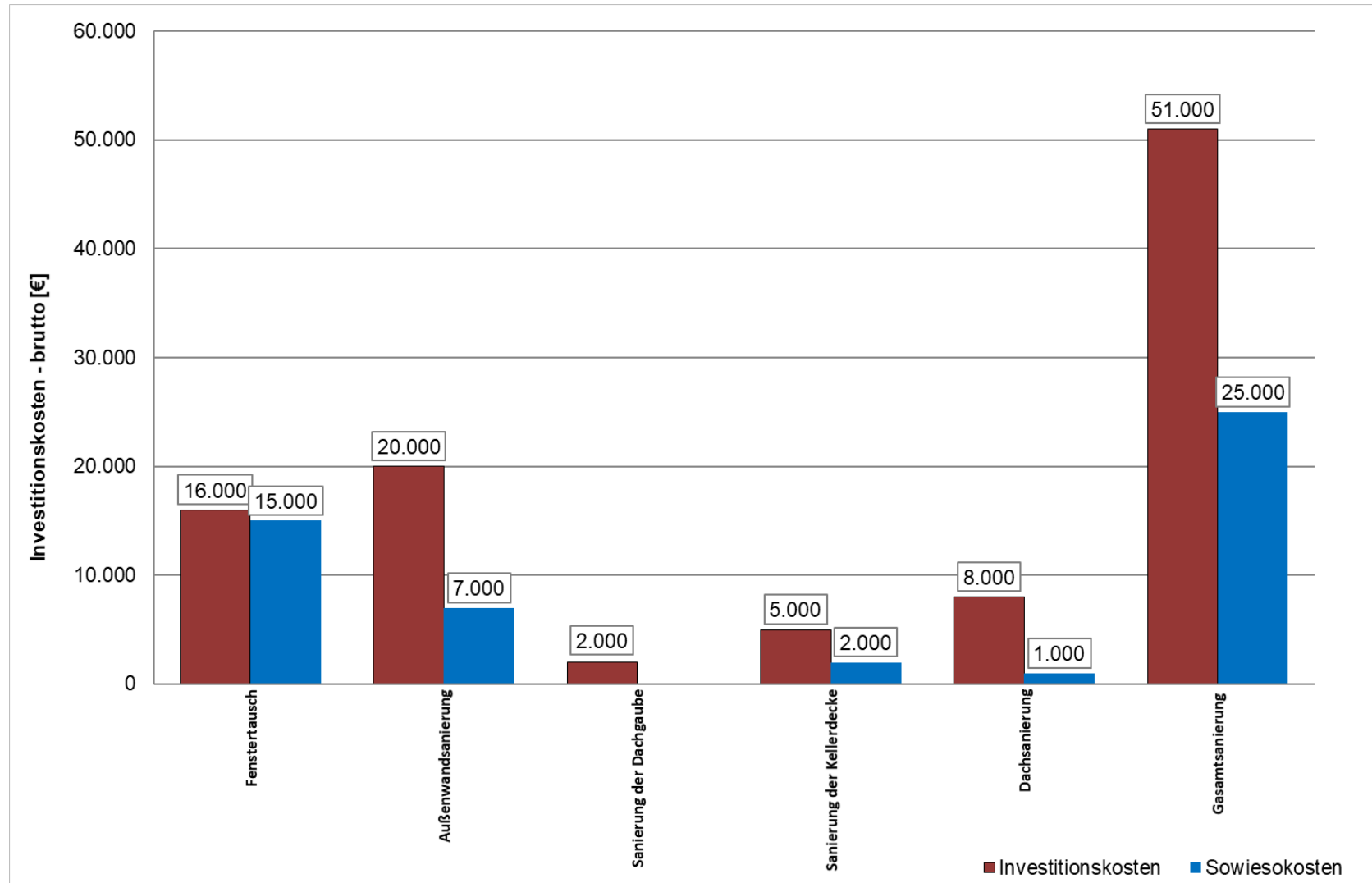
# Praxisbeispiel

## Energieeinsparung



# Praxisbeispiel

## Kostenschätzung



# Praxisbeispiel

## Förderungsmöglichkeiten

### KfW-Effizienzhaus 115

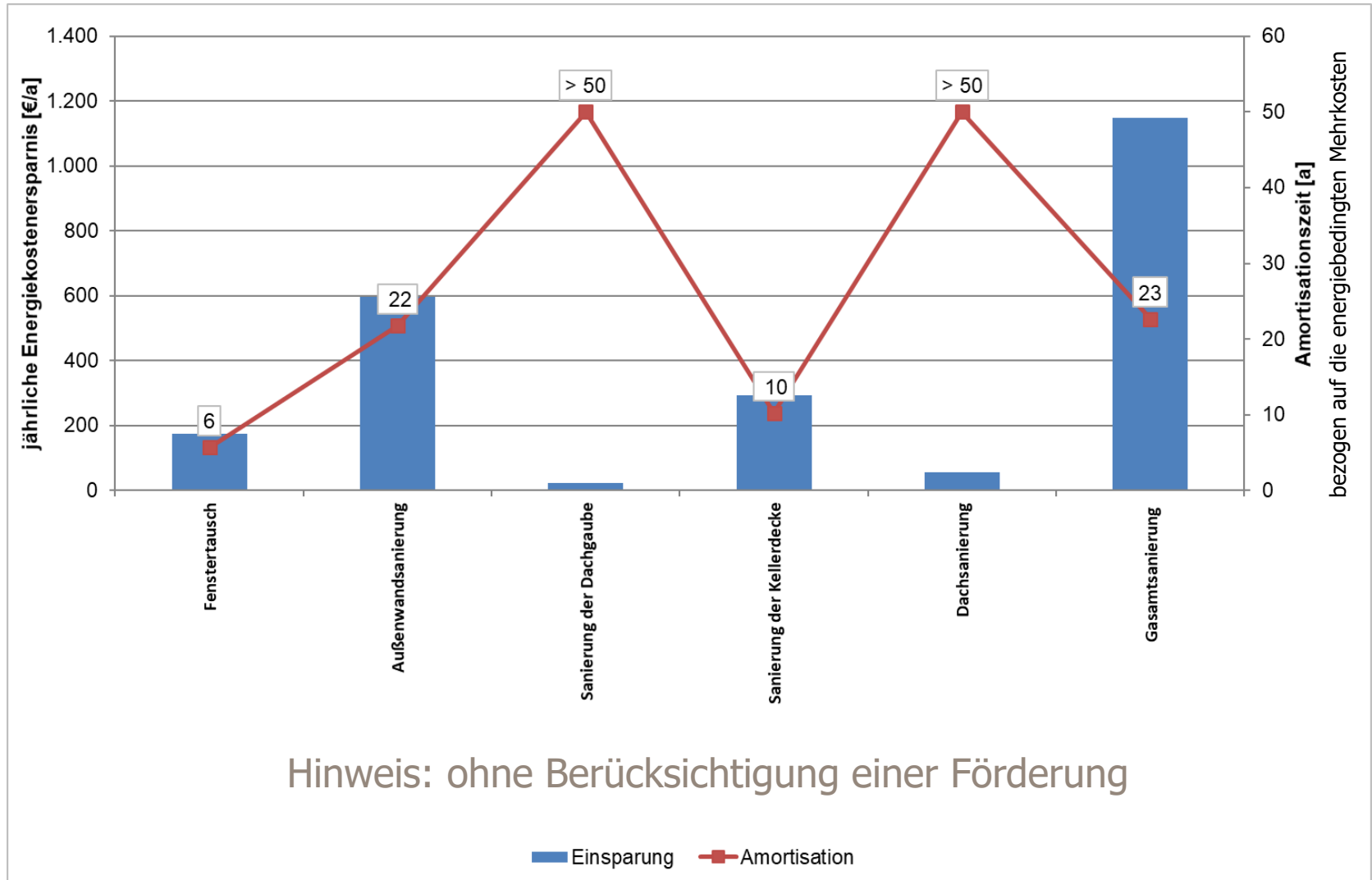
- 12,5 % der Darlehenssumme
- Bis zu 12.500 € je Wohneinheit
- zinsgünstiger Kredit ab 0,75 %



[11]

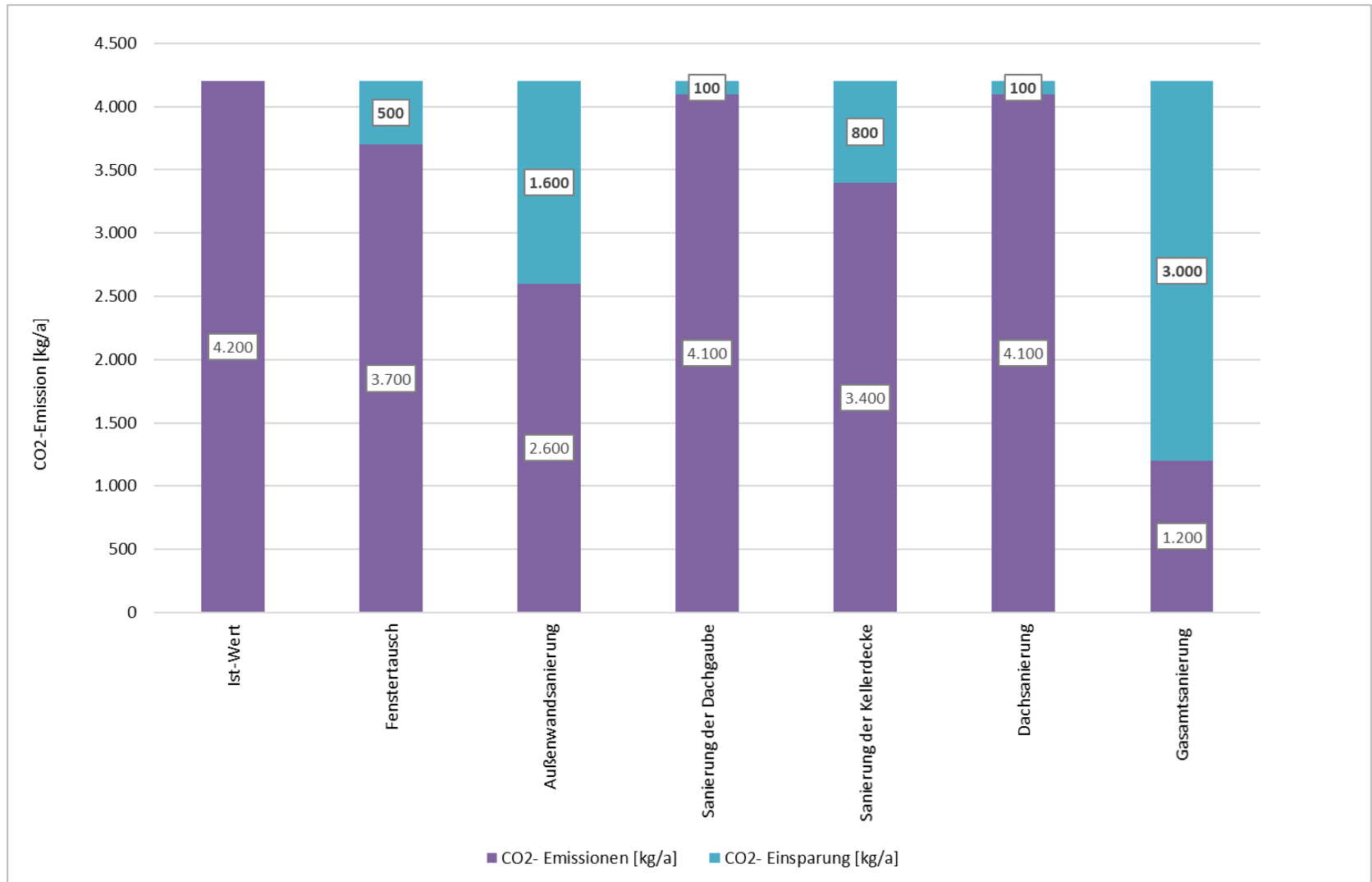
# Praxisbeispiel

## Wirtschaftlichkeit der Sanierungsmaßnahmen



# Praxisbeispiel

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



# Praxisbeispiel

## Fazit und Ausblick

### Fazit

- Energetische Sanierung lohnt sich häufig, wenn bauliche Maßnahmen am Gebäude erforderlich sind
- Durch die Sanierung der Gebäudehülle oder den Umstieg auf erneuerbare Heizungssysteme entstehen erhebliche CO<sub>2</sub>-Einsparungen

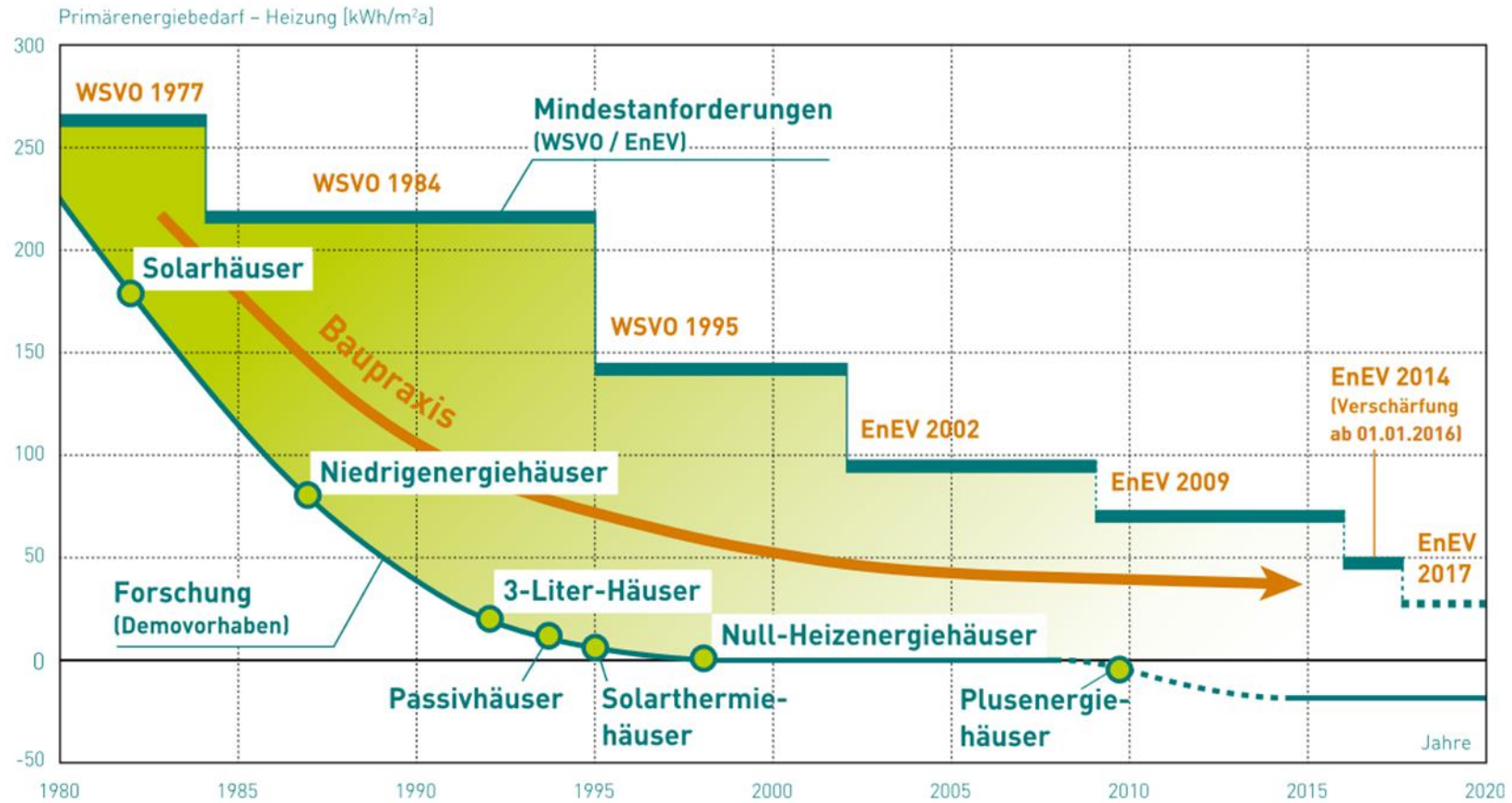
### Ausblick

- Um die Energieeinsparziele der Politik zu erreichen muss im Gebäudebereich mehr Energie eingespart werden
- Es wird vermutlich neue, verschärfte gesetzliche Standards geben (z.B. das Gebäudeenergiegesetz), welche die Anforderungen an Neubauten und die Gebäudesanierung erhöhen
- Die bauphysikalischen Eigenschaften von Bauteilen sind heutzutage bereits auf einem guten Stand

# Praxisbeispiel

## Fazit und Ausblick

### Entwicklung der gesetzlichen Neubau-Anforderungen



Quelle: nach Fraunhofer IBP, aktualisiert

WSVO = Wärmeschutzverordnung  
EnEV = Energieeinsparverordnung



# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Institut für Energietechnik IfE GmbH an der  
Ostbayerischen Technischen Hochschule  
Amberg-Weiden

Kaiser-Wilhelm-Ring 23a  
92224 Amberg

Tel.: 09621 / 482 - 3921  
E-Mail: [info@ifeam.de](mailto:info@ifeam.de)  
[www.ifeam.de](http://www.ifeam.de)

# Literaturverzeichnis:

## Internet:

- [1]: Ostbayerische Technische Hochschule Amberg-Weiden: *About Amberg and Weiden*.  
URL: [https://www.oth-aw.de/en/about-amberg-and-weiden/?tx\\_genericgallery\\_pi1%5Bitem%5D=file+reference+41072&tx\\_genericgallery\\_pi1%5BcontentElement%5D=7652&tx\\_genericgallery\\_pi1%5Baction%5D=show&tx\\_genericgallery\\_pi1%5Bcontroller%5D=GalleryItem&cHash=c4158d3050eb6920c7d165db79f96ed8](https://www.oth-aw.de/en/about-amberg-and-weiden/?tx_genericgallery_pi1%5Bitem%5D=file+reference+41072&tx_genericgallery_pi1%5BcontentElement%5D=7652&tx_genericgallery_pi1%5Baction%5D=show&tx_genericgallery_pi1%5Bcontroller%5D=GalleryItem&cHash=c4158d3050eb6920c7d165db79f96ed8) (abgerufen am 23.01.2019)
- [6]: EU\_EnergyCoach: *Frische Luft dank neuer Wohnraumlüftungsnorm*.  
URL: <https://ecorate.wordpress.com/2015/03/22/frische-luft-dank-neuer-wohnungsluftungsnorm/> (abgerufen am 23.01.2019)
- [7]: Energie-experten.org: *Pflichten & Förderungen des EEWärmeG im Überblick*  
URL: <https://www.energie-experten.org/energie-sparen/energieberatung/eewaermeg.html> (abgerufen am 23.01.2019)
- [12]: Alfons W. Gentner Verlag GmbH & Co. KG: *Rehau – Vollarmiertes Fensterprofilsystem*  
URL: <https://www.geb-info.de/Archiv/Heftarchiv/article-202742-105366/vollarmiertes-fensterprofilsystem-.html> (abgerufen am 13.02.2019)
- [13] Akademie für Sport und Gesundheit: *Förderung*.  
URL: <https://www.akademie-sport-gesundheit.de/foerderung.html> (abgerufen am 18.02.2019)

# Literaturverzeichnis:

## Präsentationen, Publikationen, Normen:

- [2]: Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena) (Hrsg.) (2018): *dena – Gebäudereport Kompakt 2018 – Statistiken und Analysen zur Energieeffizienz im Gebäudebestand*. Publikation. Berlin
- [3]: Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena) (Hrsg.) (2015): *Modernisierungsratgeber Energie. – Kosten sparen – Wohnwert steigern – Umwelt schonen*. 6. überarb. Aufl. Publikation. Berlin
- [4]: Feldmann, Rainer (2016): *Die Anwendung der EnEV im Rahmen der KfW-Effizienzhausplanung – Hintergründe, Erläuterungen und Anforderungen zu den KfW-Förderprogrammen „Energieeffizientes Bauen und Sanieren“*. Präsentation – Bremerhaven
- [5]: Sächsische Energieagentur – SAENA GmbH (Hrsg.) (2017): *Gebäudedämmung – Baustoffe mit Potenzial*. 5. überarb. Aufl. Publikation. Dresden
- [8]: Deutsches Institut für Normung e.V. (Hrsg.) (01/2011): *DIN 4108-7 – Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 7: Luftdichtheit von Gebäuden – Anforderungen, Planungs- und Ausführungsempfehlungen sowie –beispiele*. Norm. Berlin: Beuth Verlag GmbH
- [9]: Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena) (Hrsg.) (2016): *dena – Gebäudereport – Statistiken und Analysen zur Energieeffizienz im Gebäudebestand*. Publikation. Berlin
- [10]: Sächsische Energieagentur – SAENA GmbH (Hrsg.) (2016): *Wohnungslüftung – Grundlagen, Anforderungen und technische Lösungen*. 2. überarb. Aufl. Publikation. Dresden
- [11]: Bayerisches Landesamt für Umwelt (Hrsg.) (2018): *Lichtfarben Beleuchtung*. Publikation. Augsburg

# Literaturverzeichnis:

## Präsentationen, Publikationen, Normen:

- [14]: Sächsische Energieagentur – SAENA GmbH (Hrsg.) (2016): *Bauen und Sanieren nach der EnEV 2014 – Verwendung des Energieausweises*. 2. überarb. Aufl. Publikation. Dresden