

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

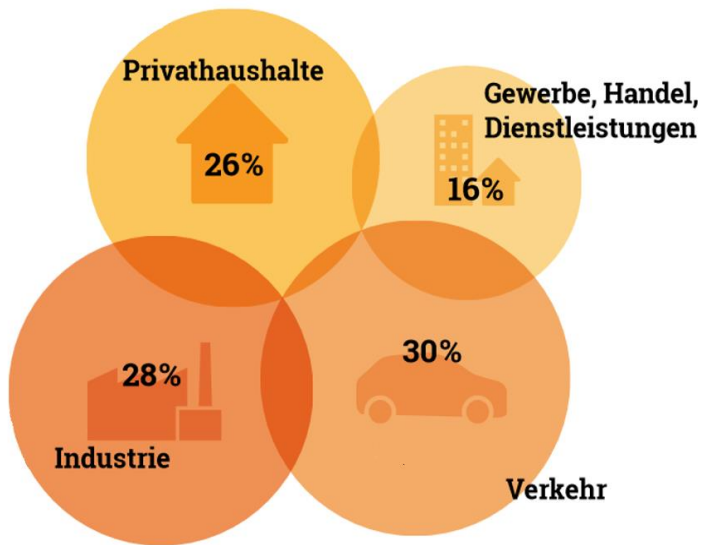
5. Praxisbeispiel

Motivation und Zielstellung

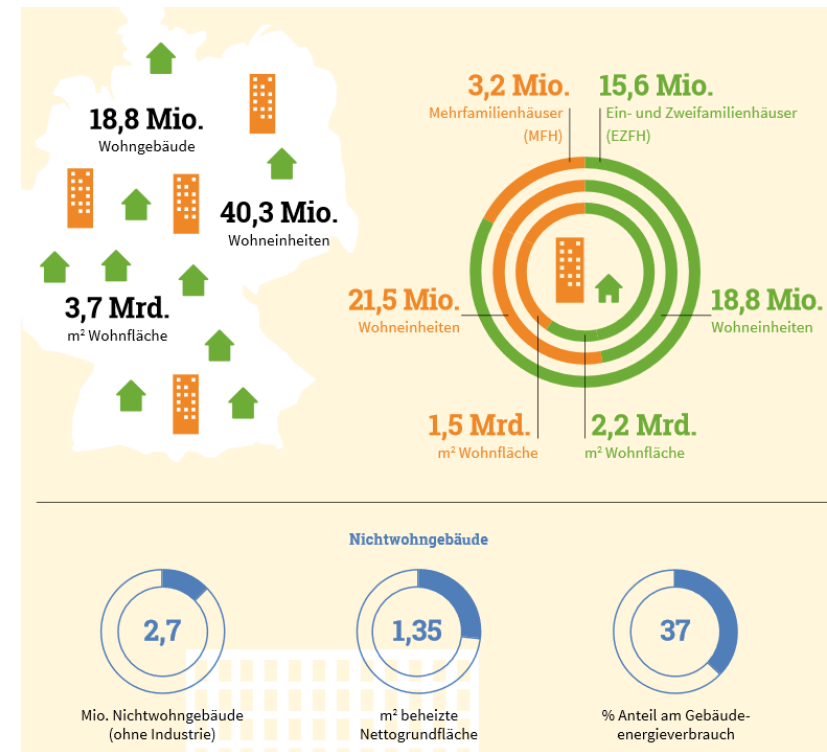
Gesellschaftliche und politische Situation

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

Endenergieverbrauch nach Sektoren



Gebäudebestand in Deutschland



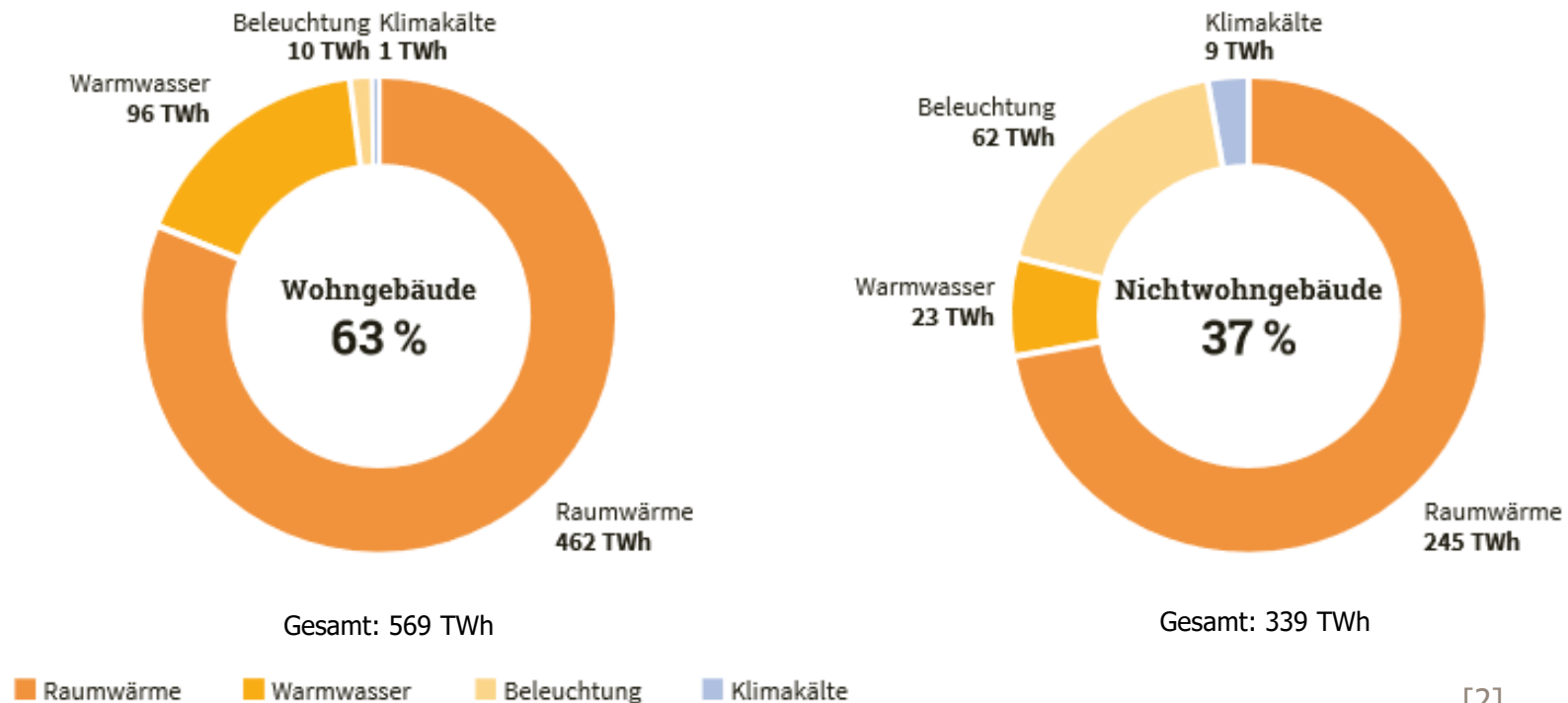
[2]

[2]

Motivation und Zielstellung

Gesellschaftliche und politische Situation

Gebäudeenergieverbrauch über den Verbrauchsbereichen

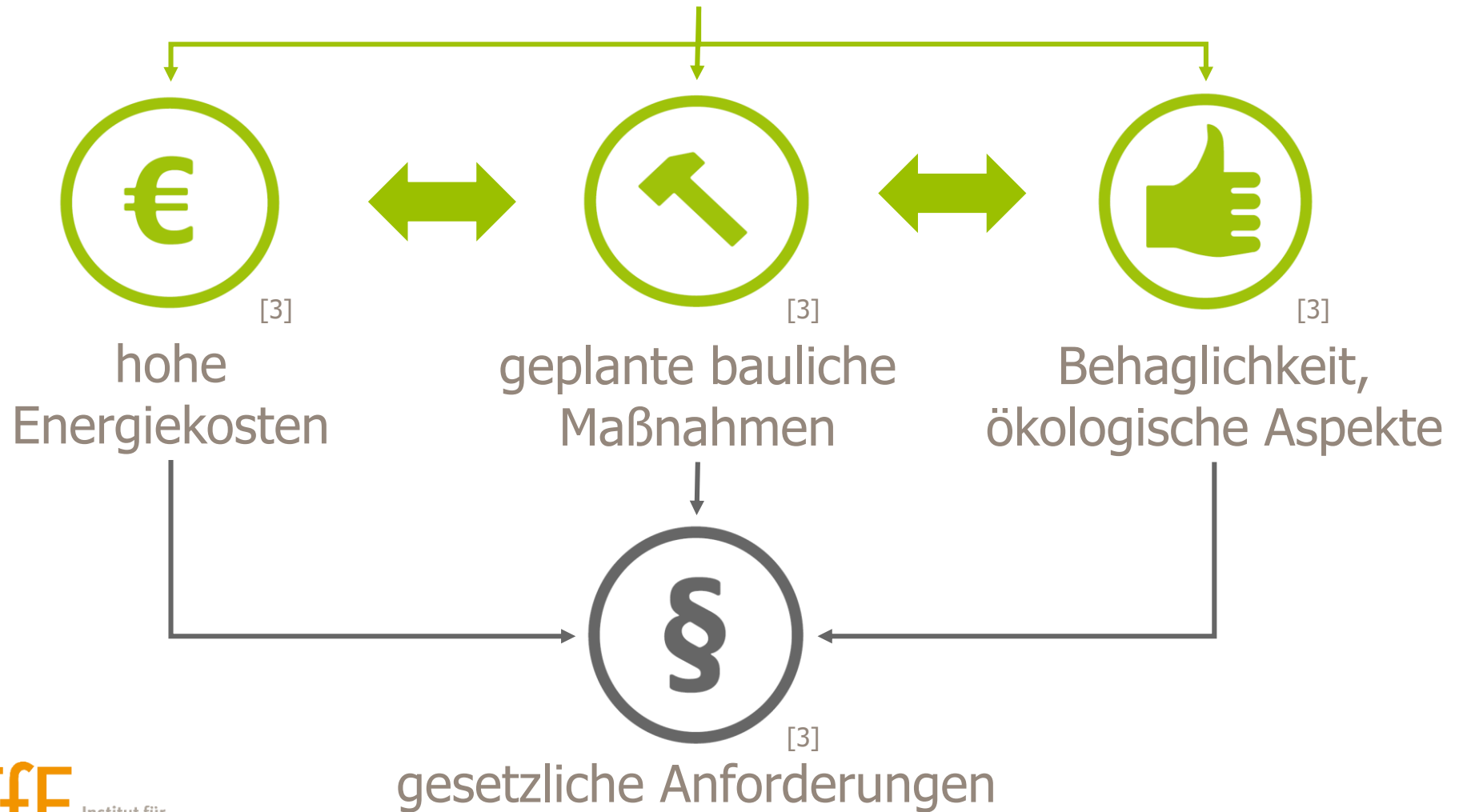


[2]

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/m²K]

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

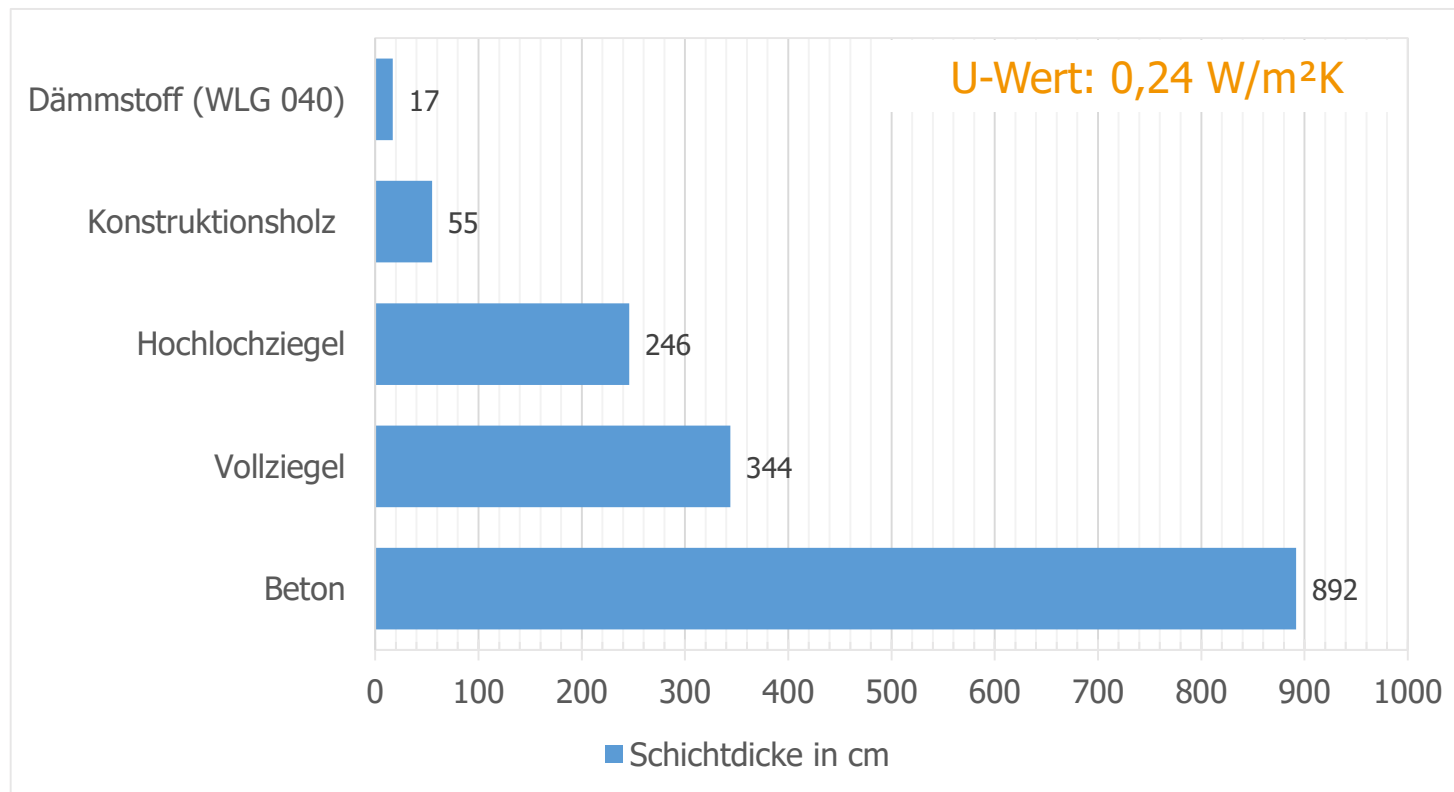
Je kleiner der U-Wert, desto besser die Dämmwirkung

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

Grundlagen – Kenngrößen und Fachbegriffe

Wärmedurchgangskoeffizient (U-Wert)

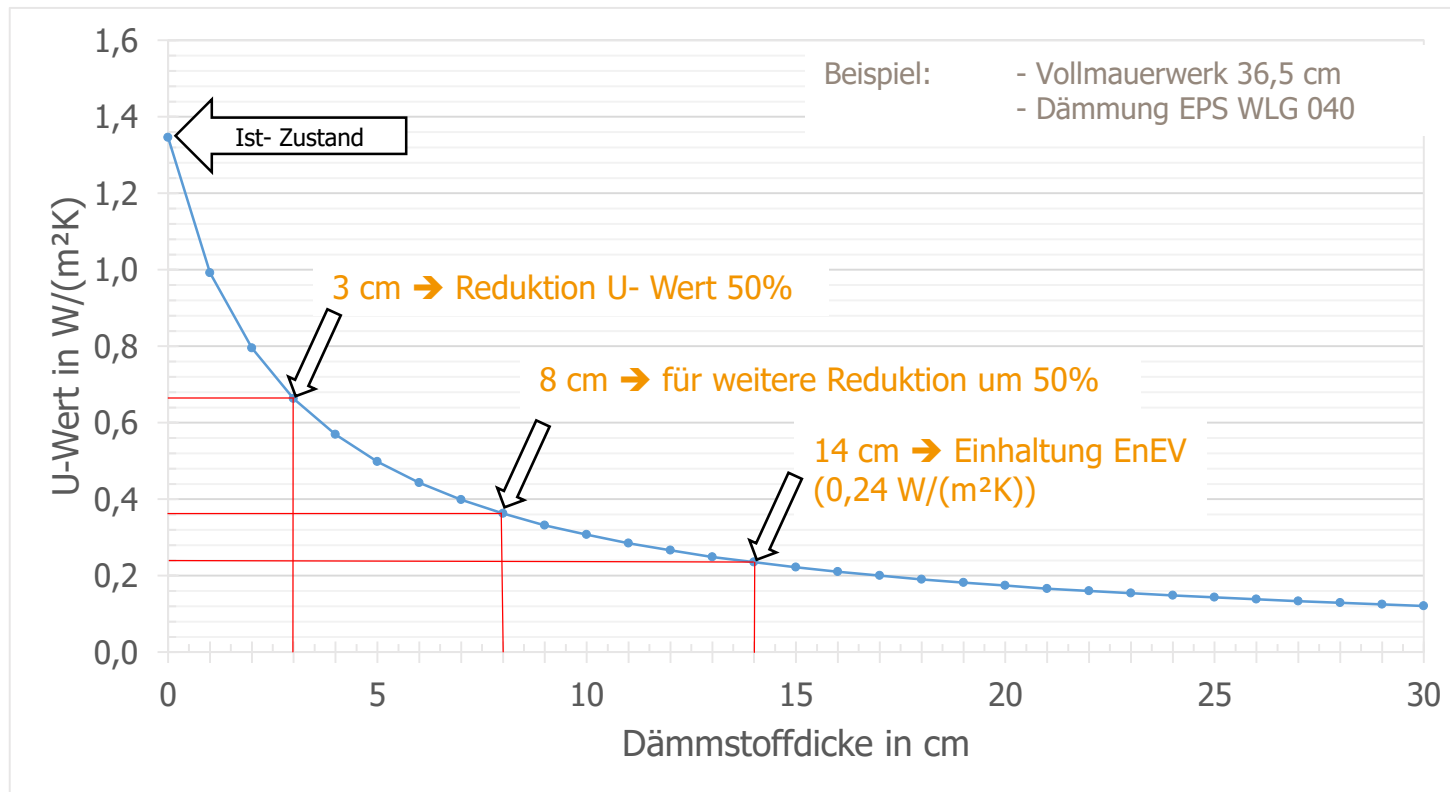
Schichtdicke verschiedener Baustoffe bei gleicher Dämmwirkung



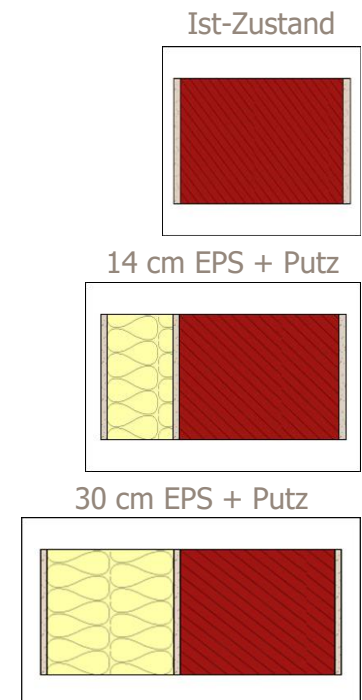
Grundlagen – Kenngrößen und Fachbegriffe

Wärmedurchgangskoeffizient (U-Wert)

Reduktion des U-Wertes über der Dämmstoffdicke

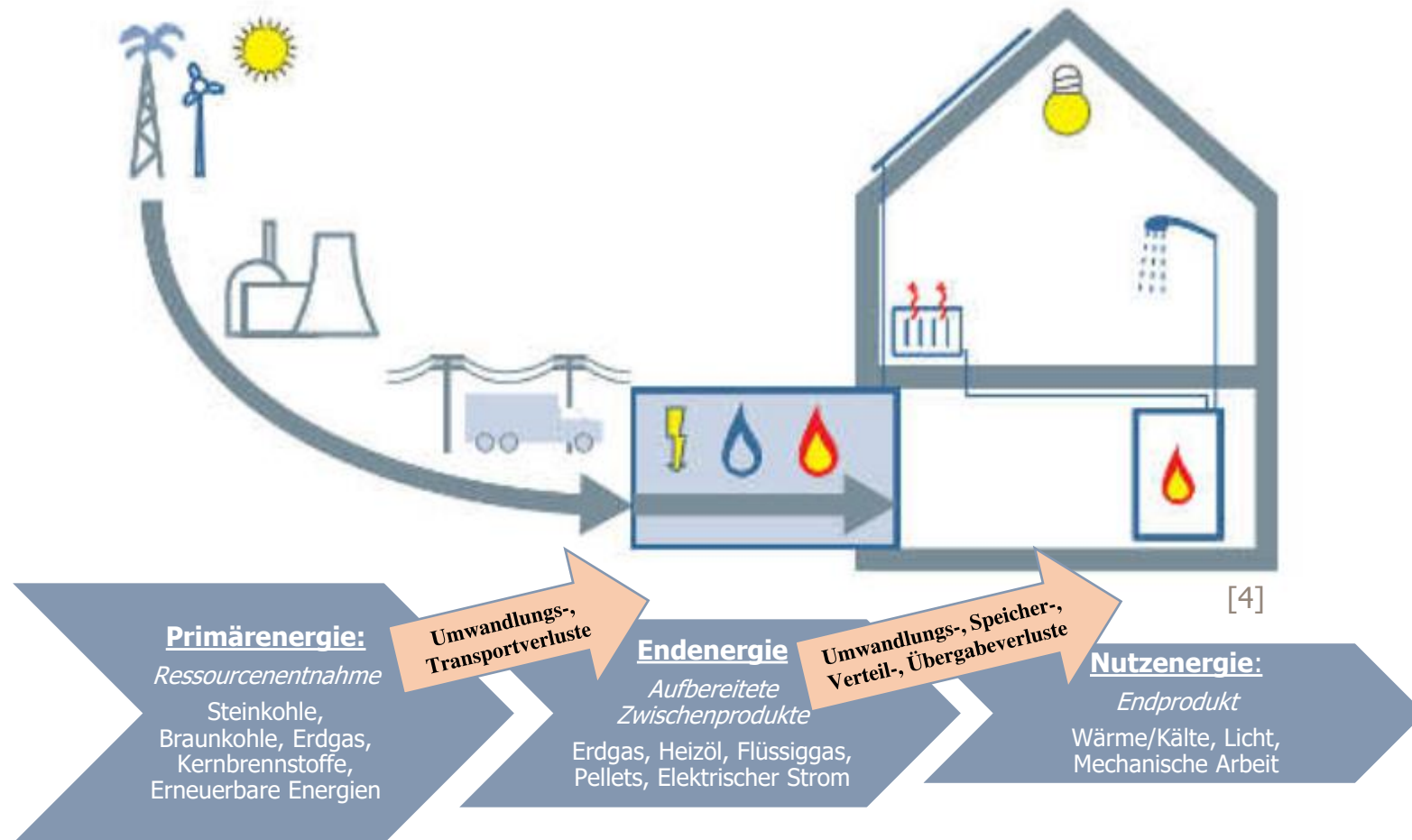


Wandaufbau



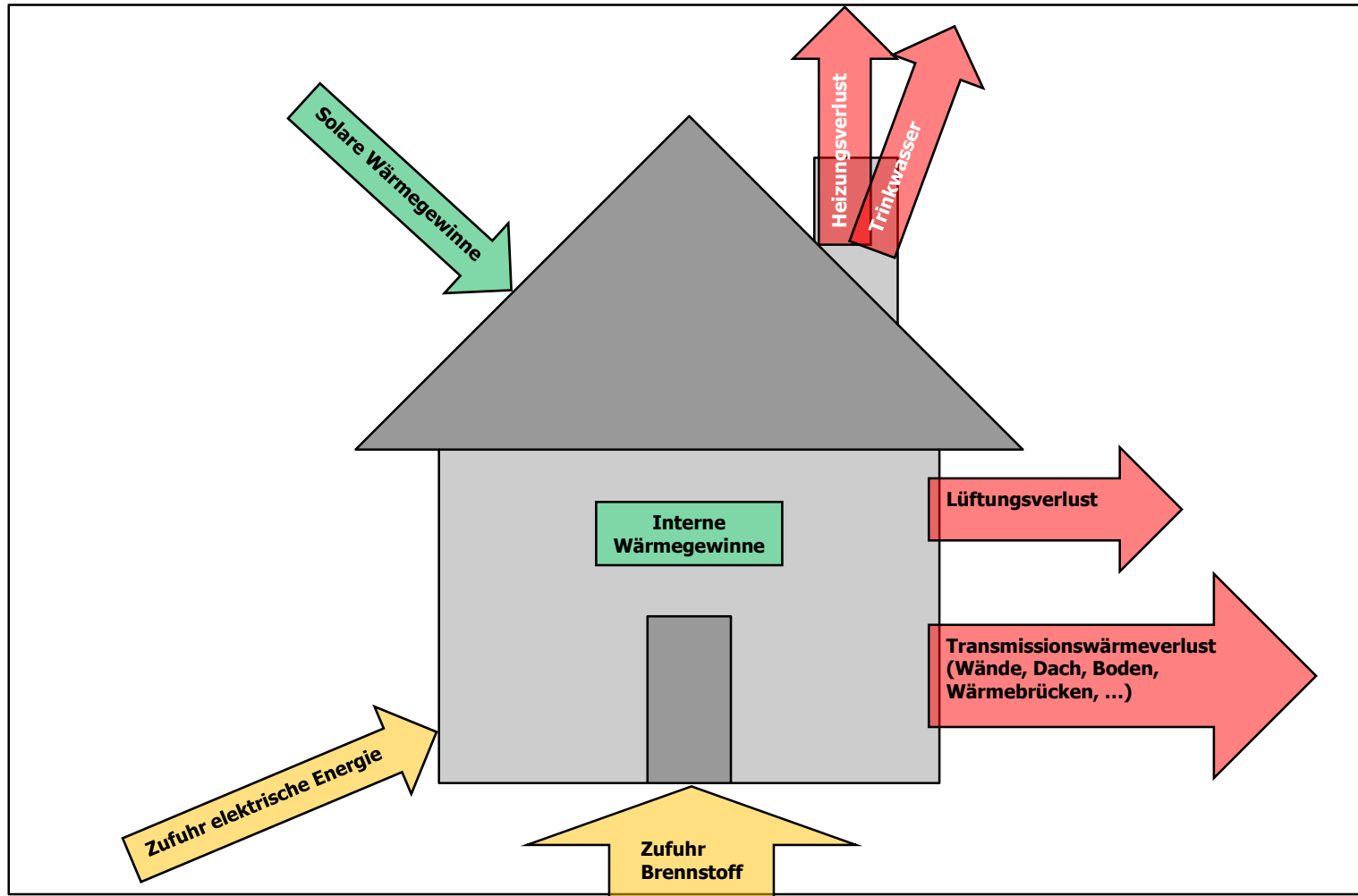
Grundlagen – Kenngrößen und Fachbegriffe

Primär-, End-, und Nutzenergie



Grundlagen – Kenngrößen und Fachbegriffe

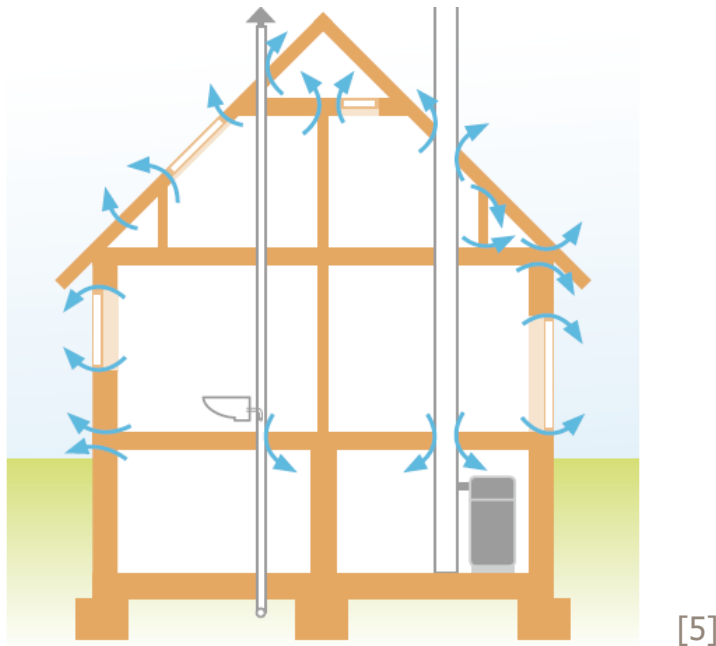
Energieströme eines Gebäudes



Grundlagen – Kenngrößen und Fachbegriffe

Luftdichtheit und Wärmebrücken

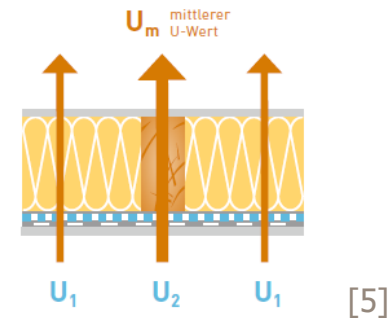
Wärmeverluste durch Undichtigkeiten



Luftdichtheitsschicht:

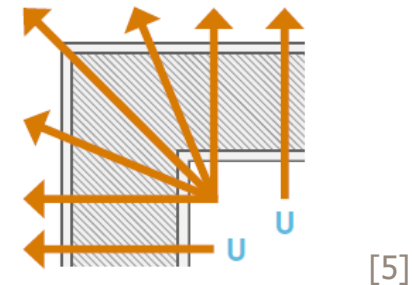
- Bauteilschicht, die auf warmer Seite eines Bauteils angebracht wird, um die Strömung der warmen Innenraumluft nach außen zu verhindern
- Herstellung der Luftdichtheitsebene z.B. durch Putz, Dichtbänder, luftdichte Folien

Stoffbedingte Wärmebrücken



→ unterschiedliche Baustoffe = unterschiedliche U-Werte

Geometrische Wärmebrücken



→ Fläche Innendecke kleiner als Fläche Außendecke

Energieeffizienz von Bestandsgebäuden

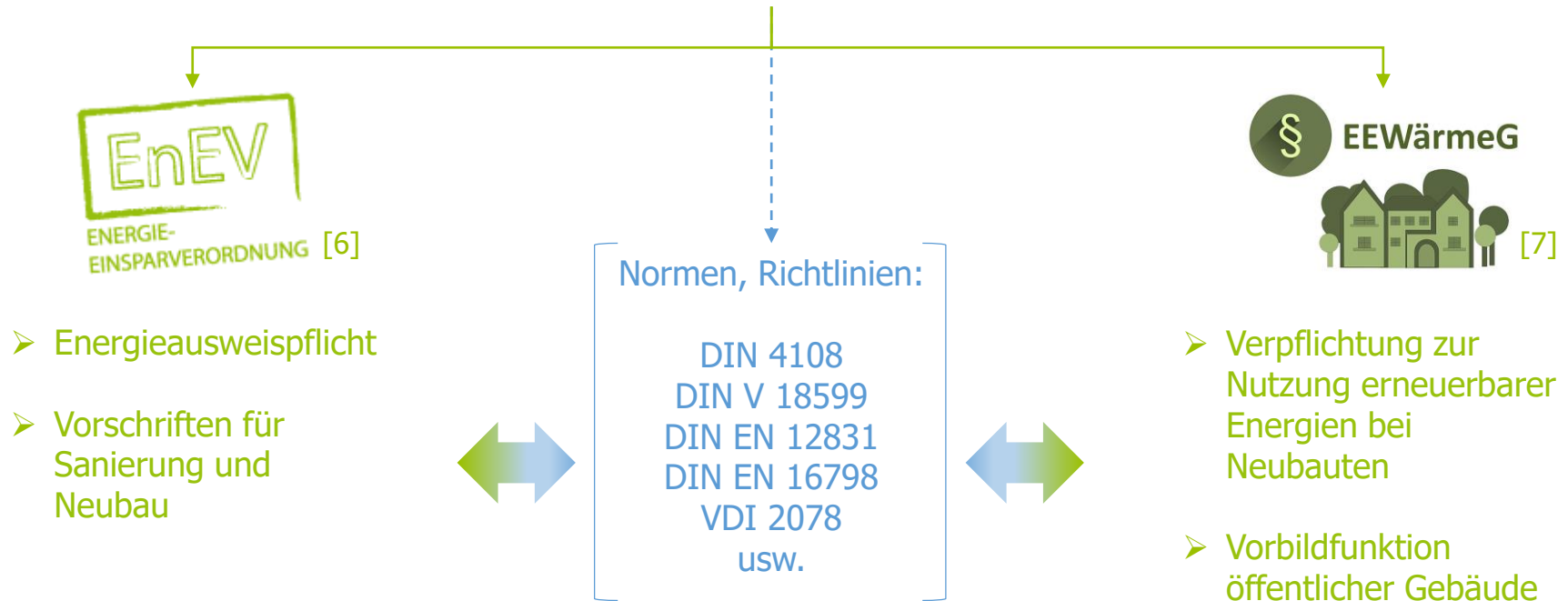
Gliederung

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

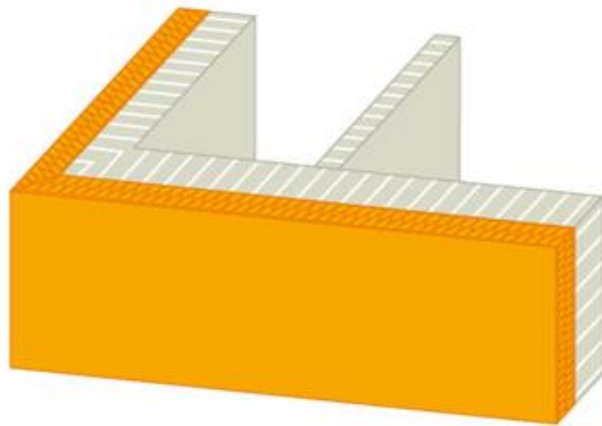
Gliederung

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



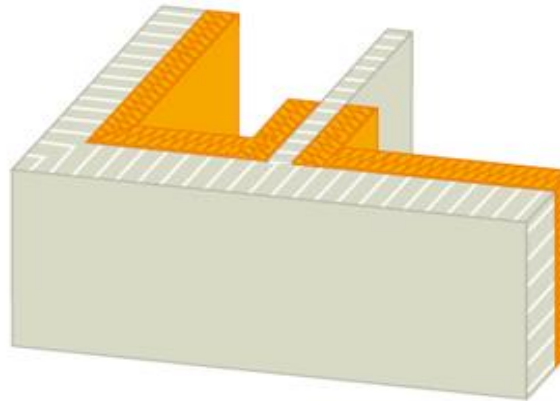
Anbringung der Dämmschicht auf den Außenflächen der Wand

- Witterungsschutz
- Schutz vor Wärmeverlusten

Empfehlung für einen einschaligen Wandaufbau z.B.

- massives Mauerwerk
- Holzständerkonstruktion
- bei ausreichendem Dachüberstand

Innendämmung

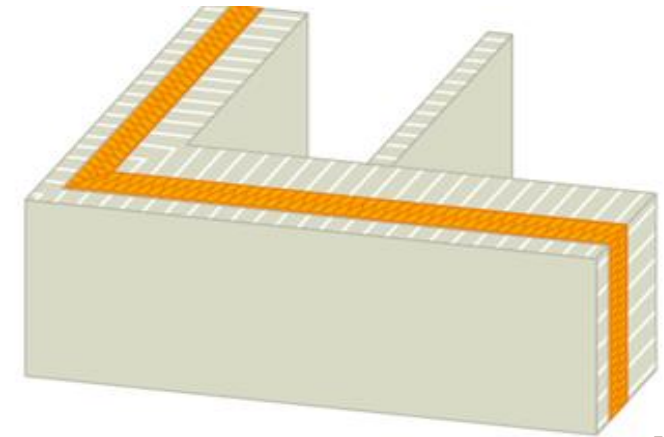


Anbringung der Dämmschicht auf den Innenflächen der Wand

- 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]

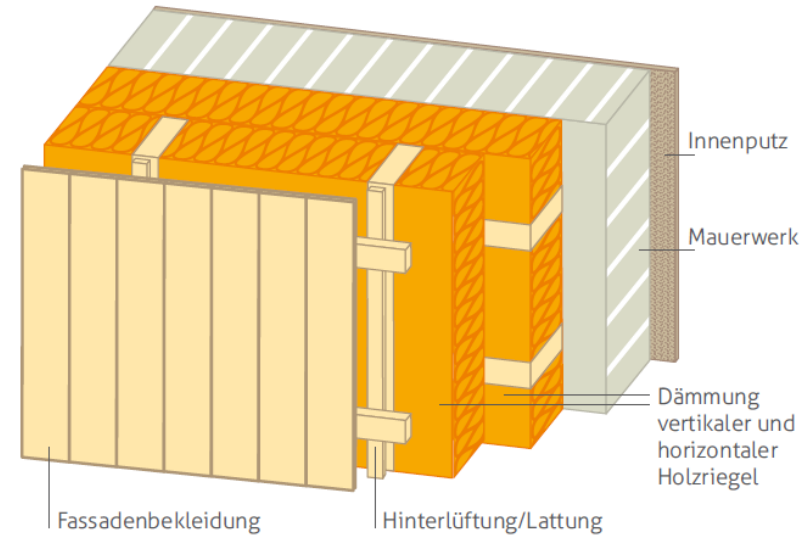
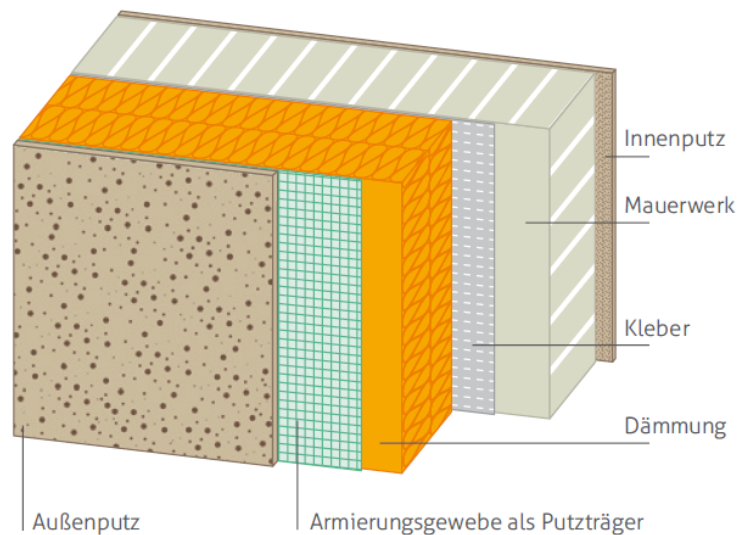
Energetische Gebäudesanierung

Außenwandsanierung

zwei erprobte Konstruktionen der Außenwanddämmung

Wärmedämmverbundsystem (WDVS)

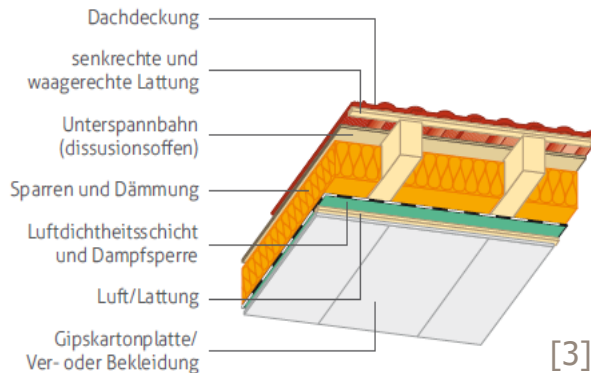
Vorhangfassade



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

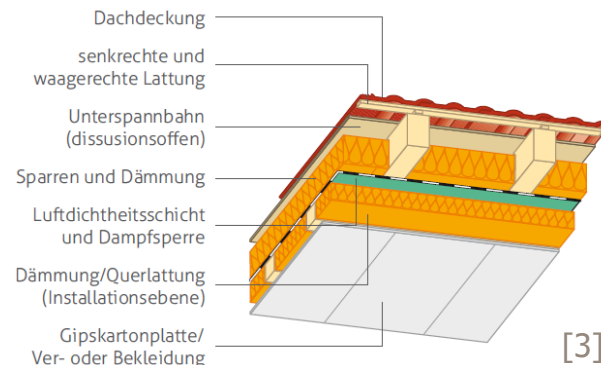
Vorteile:

- 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

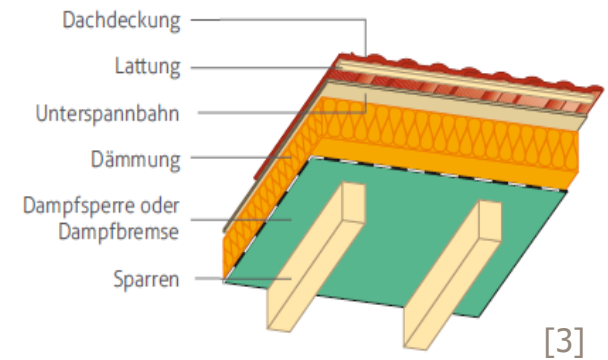
Vorteile:

- 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:

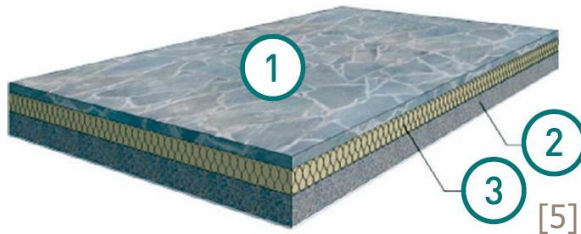
- Kostenaufwand
- Bei denkmalgeschützten Gebäuden oft nicht möglich

[3]

Energetische Gebäudesanierung

Sanierung der obersten Geschossdecke und der Kellerdecke

Aufdeckendämmung



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

Angestrebte Nutzung bedingt die Konstruktion

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

Vorteile:

- gute Zugänglichkeit,
- Kostengünstig
- Wärmebrückenarm

Nachteile:

- ggf. Türhöhenanpassung
- Raumhöhenverringering

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

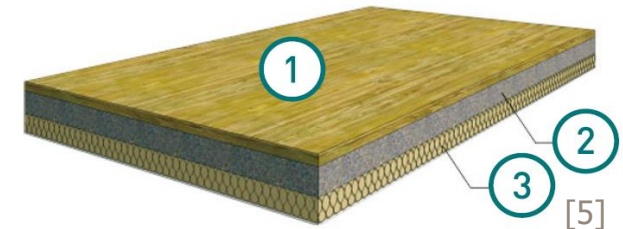
Vorteile:

- 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

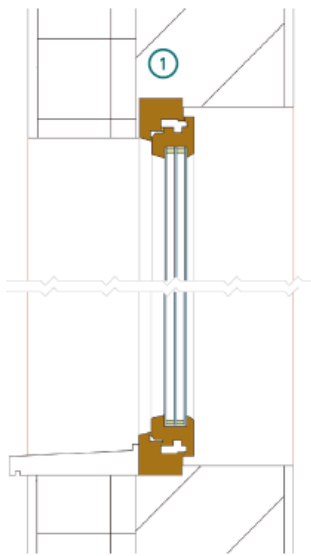
Nachteile:

- Raumhöhenverringering
- Wärmebrücken

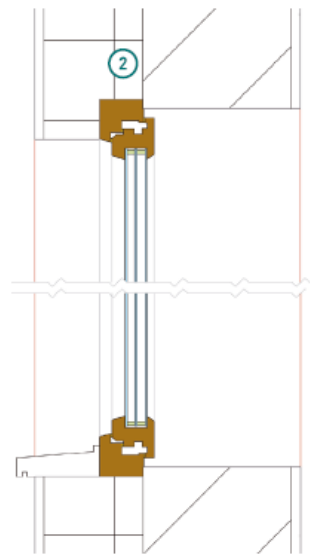
Energetische Gebäudesanierung

Fenstertausch

Einbauorte mit den geringsten Wärmeverlusten



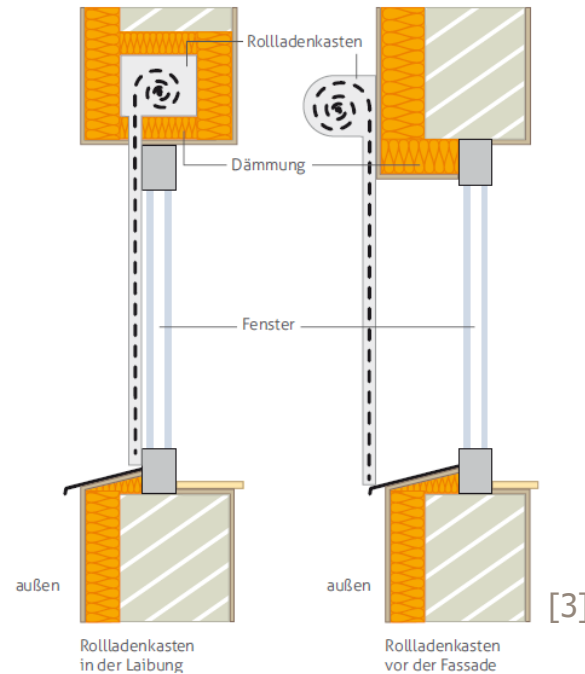
Wandaußenkante der inneren Tragschale



in der Dämmebene

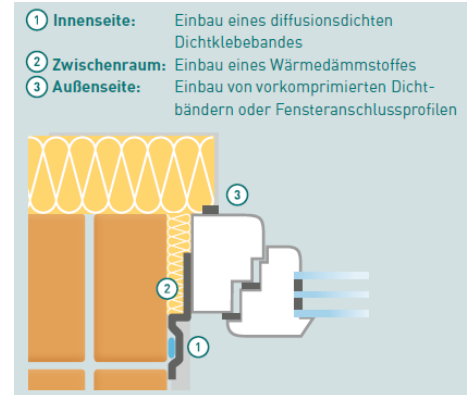
[5]

Rollladenkästen



[3]

Luftdichter Fensteranschluss



[5]

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

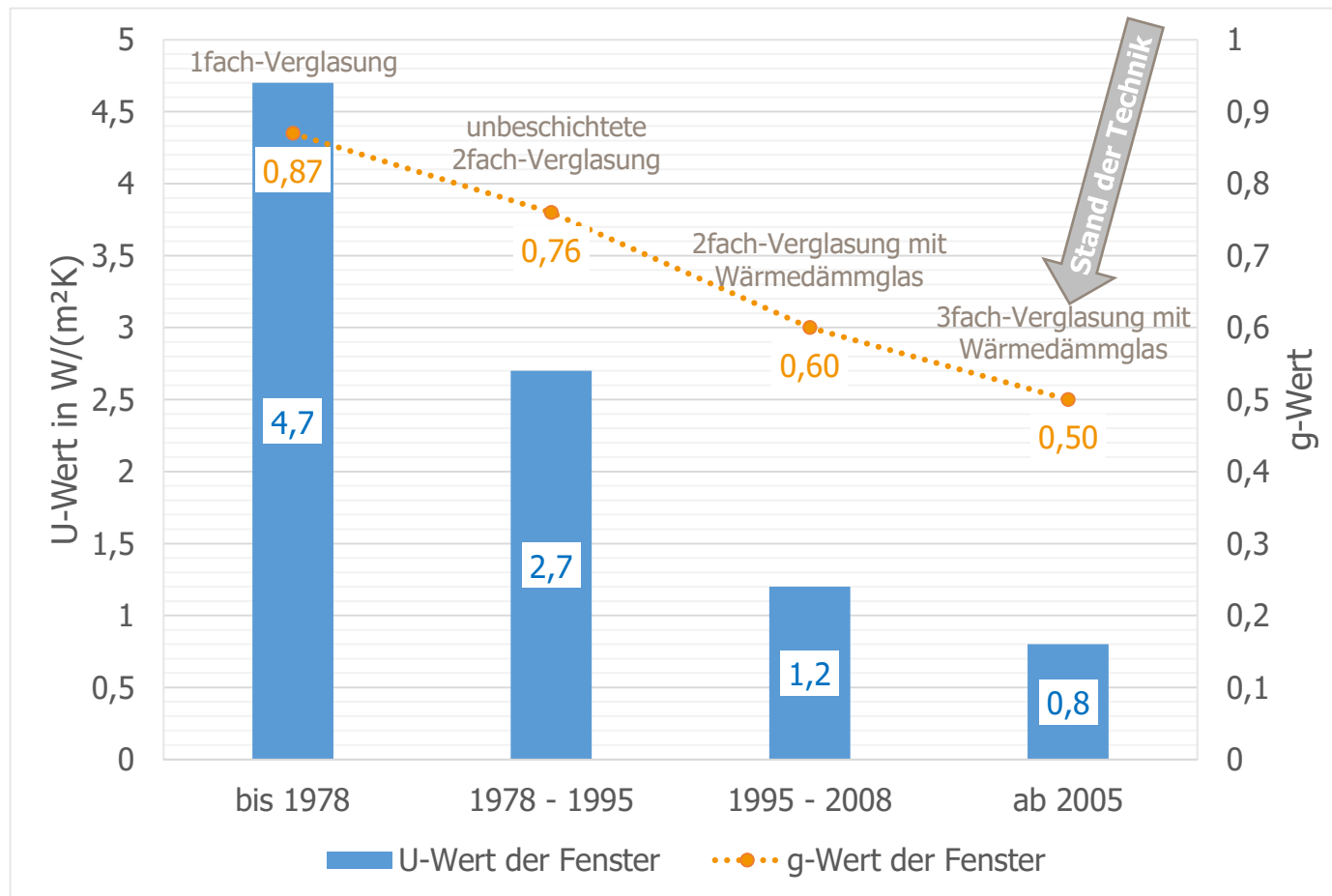
- Bei Sanierungen stellt häufig der Außenputz die Luftdichte Schicht dar
- Dichtband auf Außenseite
 - Alternative: Dampfsperre auf Außenseite

Sonstige Anforderungen:

- Sonnenschutzverglasung
- Wärmeschutzverglasung
- Schallschutzverglasung

Energetische Gebäudesanierung

Fenstertausch

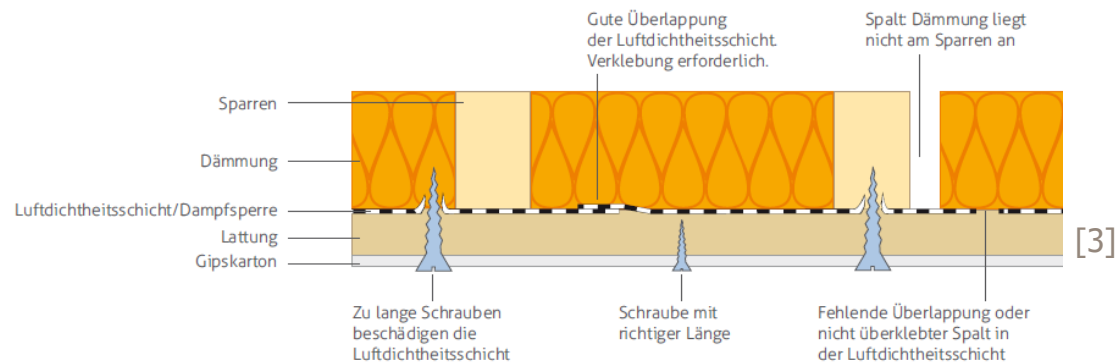


Energetische Gebäudesanierung

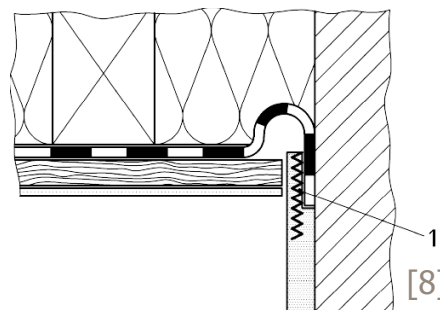
Verbesserung der Luftdichtheit

Herstellung einer Luftdichtheitsschicht zum Beispiel durch:

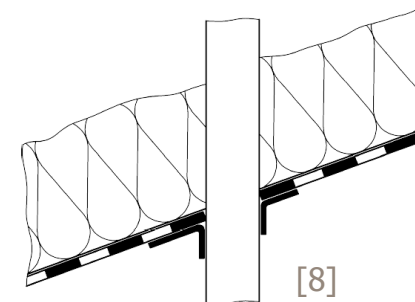
Ggf. richtige Einführung einer Luftdichtheitsschicht bei der Sanierung von Bauteilen



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)

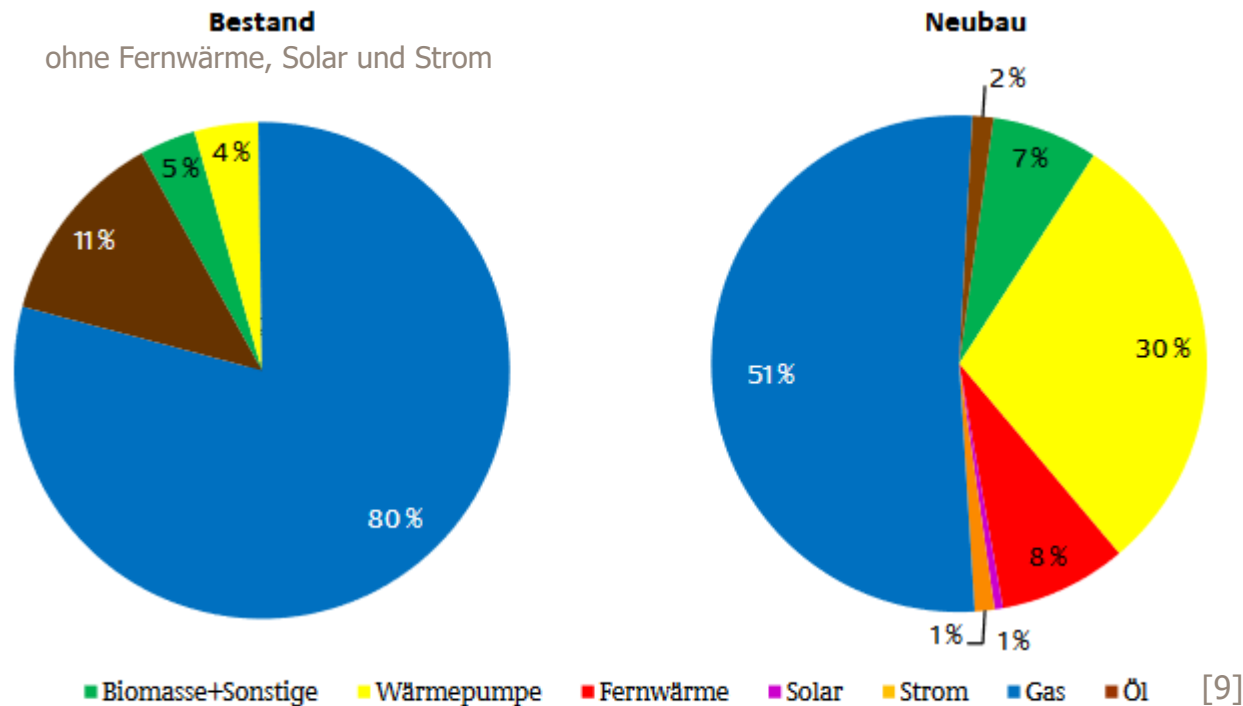
Heizungsanlage – gängige Wärmeerzeuger

- 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

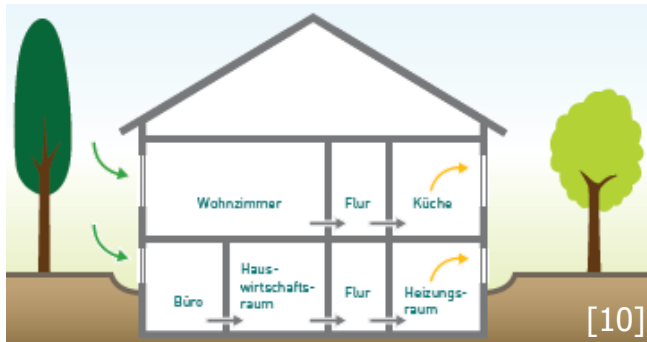


→ Abbildung gibt einen groben Marktüberblick

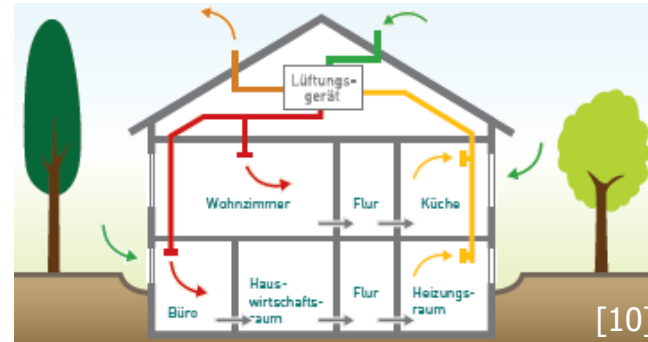
Energetische Gebäudesanierung

Technische Gebäudeausrüstung (TGA)

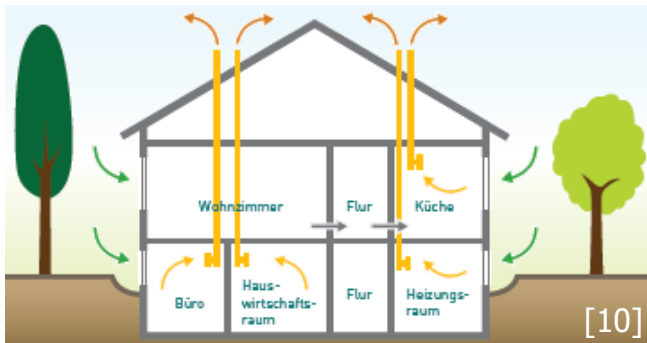
Lüftung – grundsätzliche Fragen bei Erneuerung:



Fensterlüftung (hier: Querlüftung) [10]



zentrales Lüftungsgerät mit WRG /
alternativ dezentrales Lüftungssystem [10]

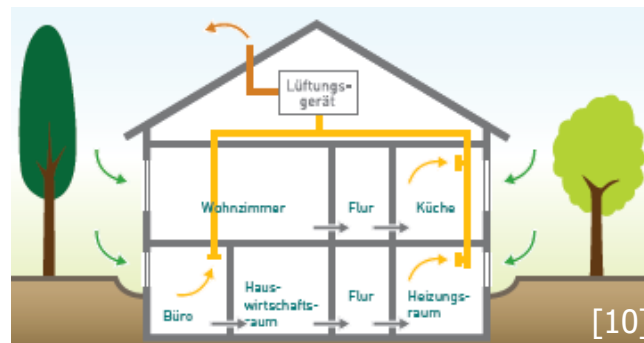


Schachtlüftung [10]

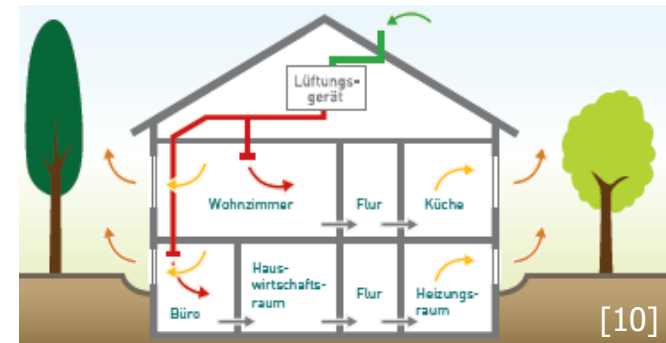
Legende für die schematischen Darstellungen

AUL	Grüner Pfeil	Außenluft	ABL	Gelber Pfeil	Abluft	IDA	Grauer Pfeil	Raumluft
ZUL	Roter Pfeil	Zuluft	FOL	Oranger Pfeil	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
 - CO₂-Einsparung

Praxisbeispiel

Gebäudevorstellung

Einfamilienhaus (Ist-Zustand)



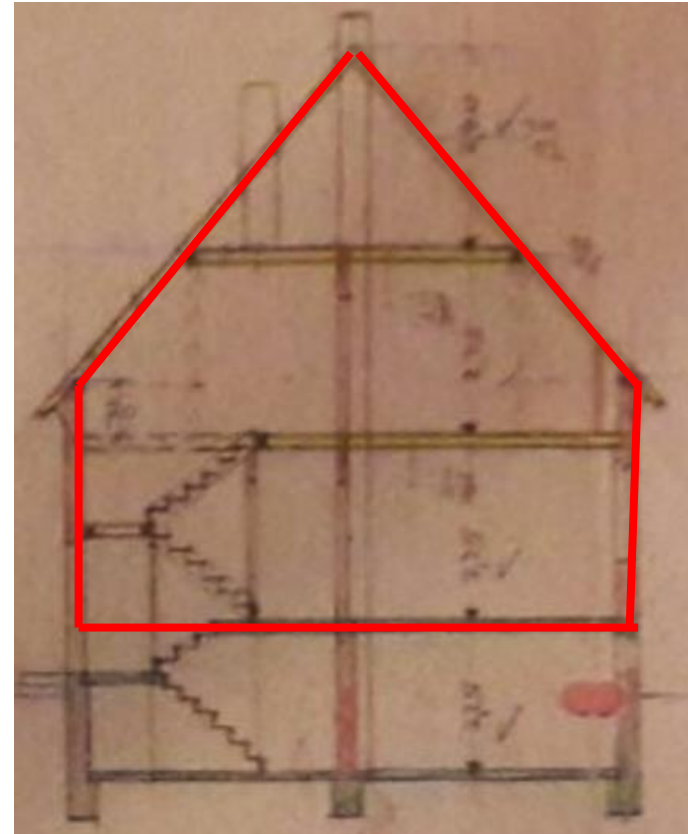
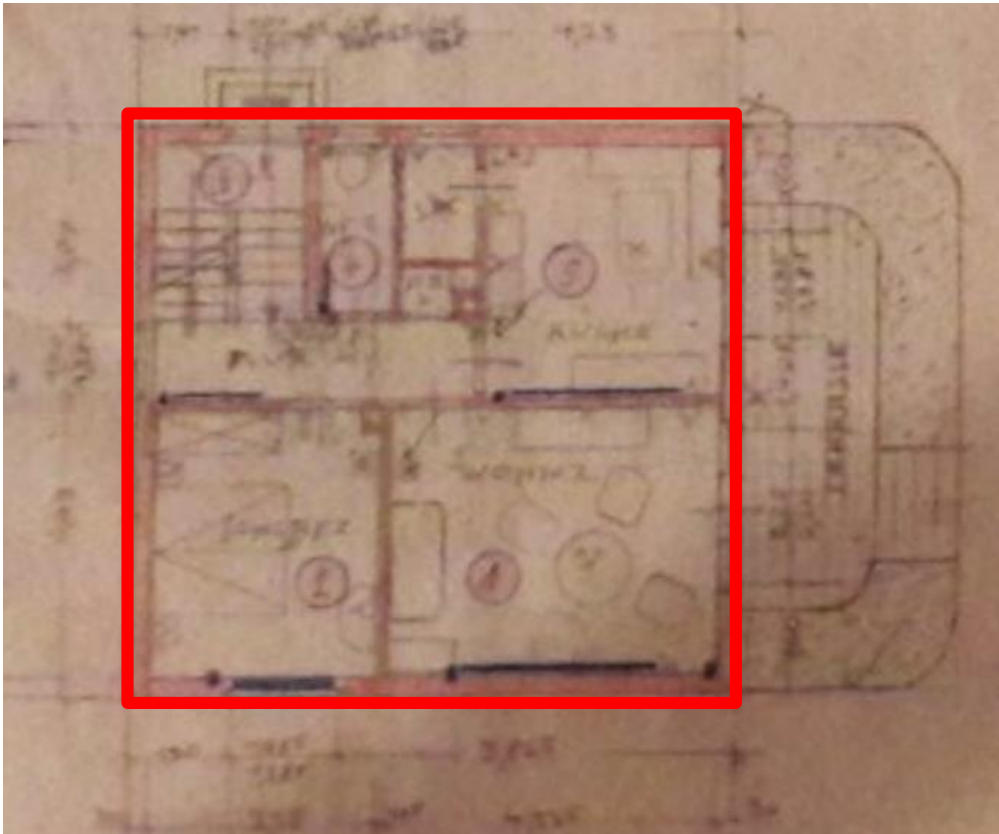
Gebäudedaten:

- Baujahr: 1959
- Wohneinheiten: 1
- Lage: freistehend
- Nutzfläche: 147 m²
- Beheiztes Volumen: 459 m³
- Lüftung: Fensterlüftung
- Heizung: Erdgaskessel (Brennwert)

Praxisbeispiel

Gebäudevorstellung

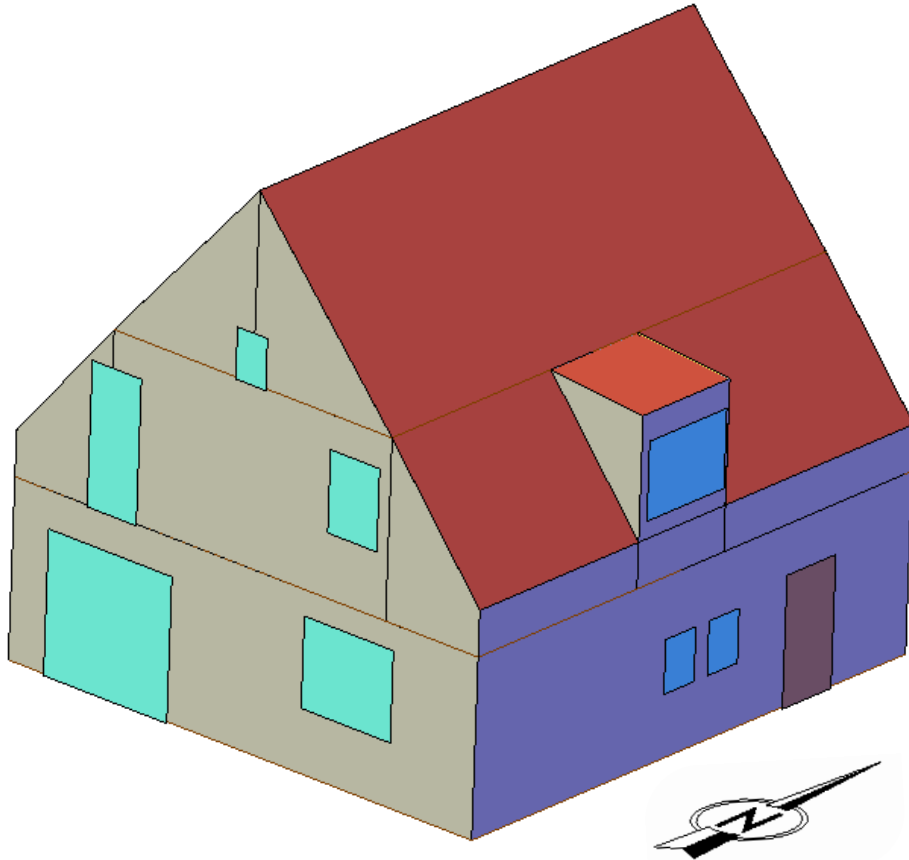
Wärmeübertragende Umfassungsfläche



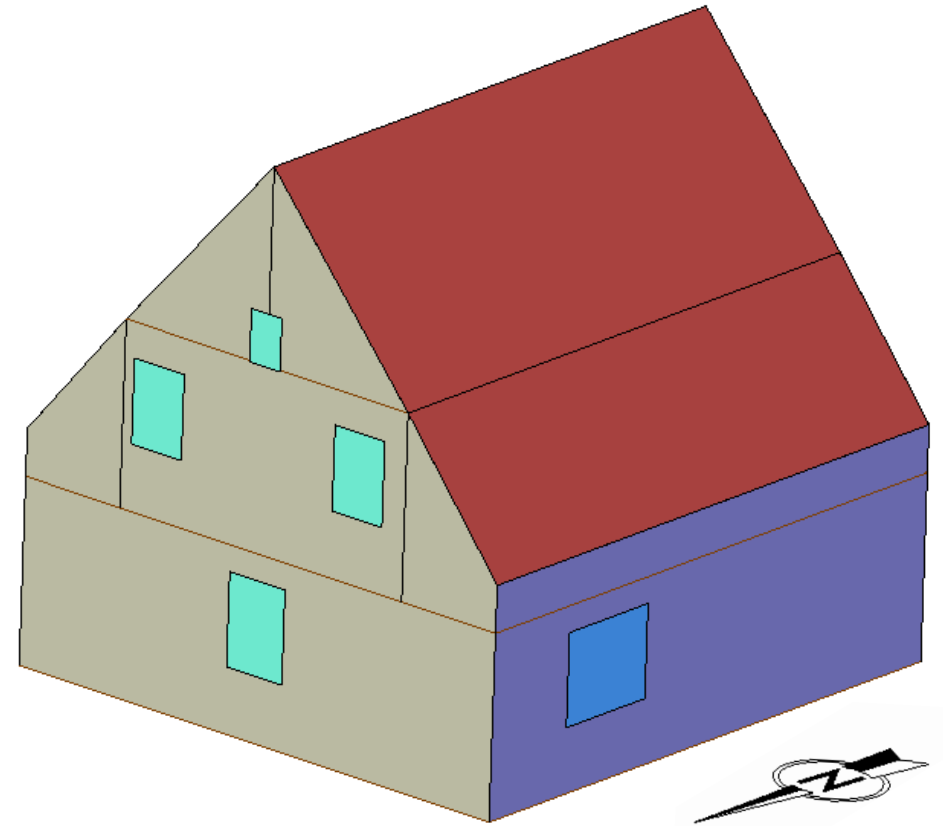
Praxisbeispiel

Gebäudevorstellung

Gebäudeaufnahme in der Energieberatungssoftware



Ansicht: Süd-Ost



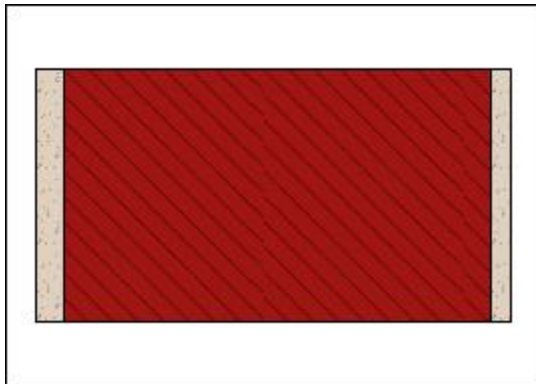
Ansicht: Nord-West

Praxisbeispiel

Gebäudevorstellung

Außenwandsanierung

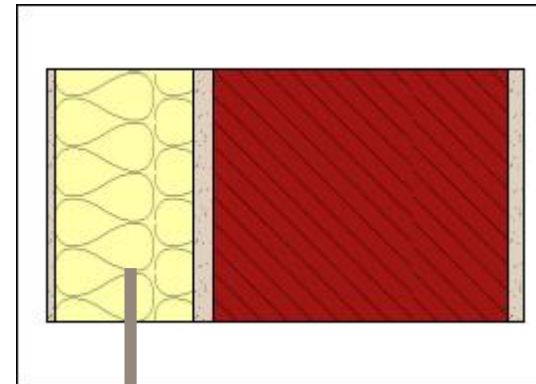
Ist-Zustand



Putz 2 cm HLZ 30 cm Putz 1,5 cm

U-Wert: 1,08 W/(m²K)

Sanierung



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

Wärmedämmung
14 cm

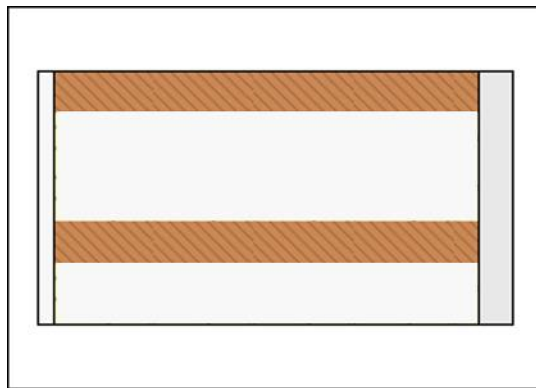
U-Wert: 0,188 W/(m²K)

Praxisbeispiel

Gebäudevorstellung

Sanierung der Gaubenaußenwand

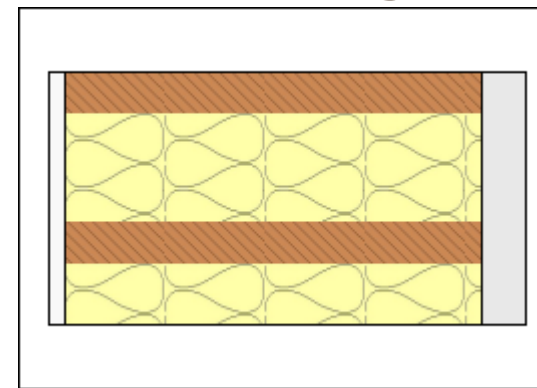
Ist-Zustand



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

U-Wert: 1,919 W/(m²K)

Sanierung



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

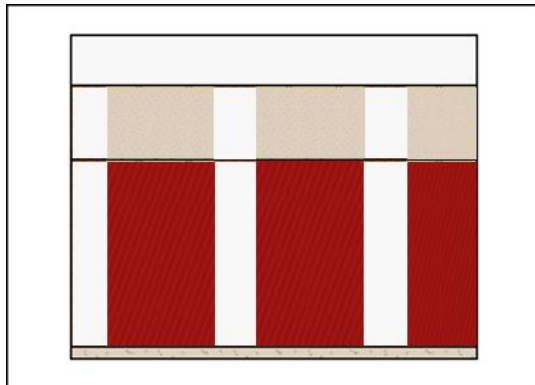
U-Wert: 0,373 W/(m²K)

Praxisbeispiel

Sanierungsmaßnahmen

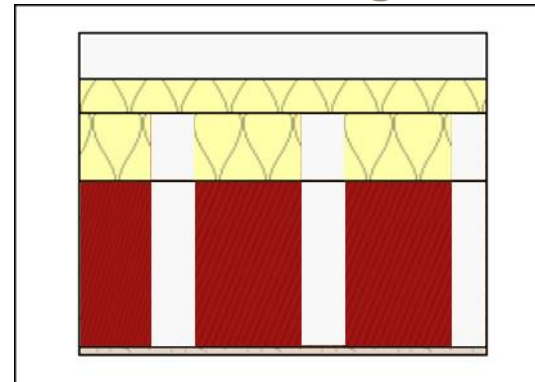
Sanierung der Kellerdecke

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/(m²K)

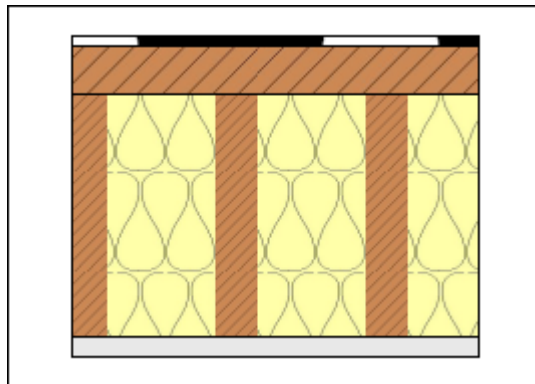
U-Wert: 0,371 W/(m²K)

Praxisbeispiel

Sanierungsmaßnahmen

Sanierung des Schrägdachs

Ist-Zustand



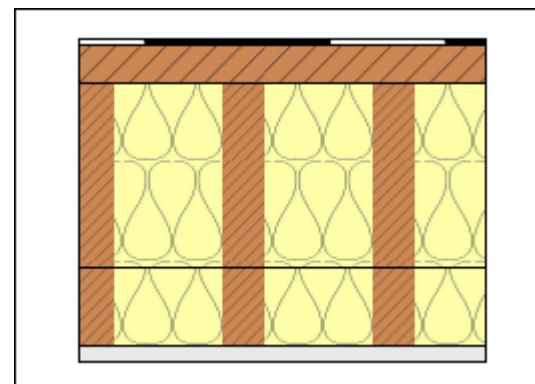
Bitumen 0,5 cm
Holz 2,4 cm

Holz +
Dämmung
12 cm

Putz 1 cm

U-Wert: 0,38 W/(m²K)

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/(m²K)

Praxisbeispiel

Sanierungsmaßnahmen

Außenwanddämmung



Praxisbeispiel

Sanierungsmaßnahmen

Dämmung der Kellerdecke und Umrüstung auf Fußbodenheizung

Schritt 1



Schritt 2



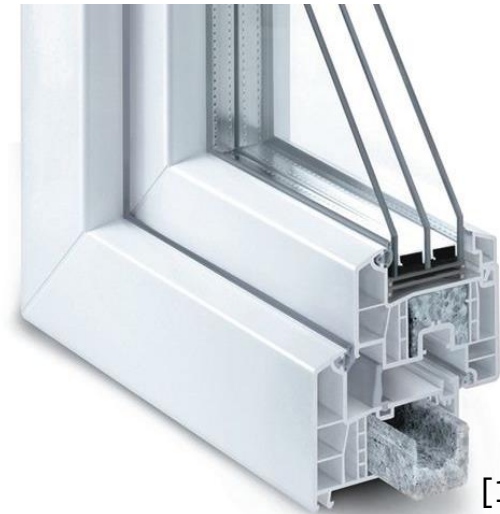
Schritt 3



Praxisbeispiel

Sanierungsmaßnahmen

Fenstertausch



[12]

Praxisbeispiel

Sanierungsmaßnahmen

Einbau eines Kaminofens und
Erneuerung der Heizungsregelung

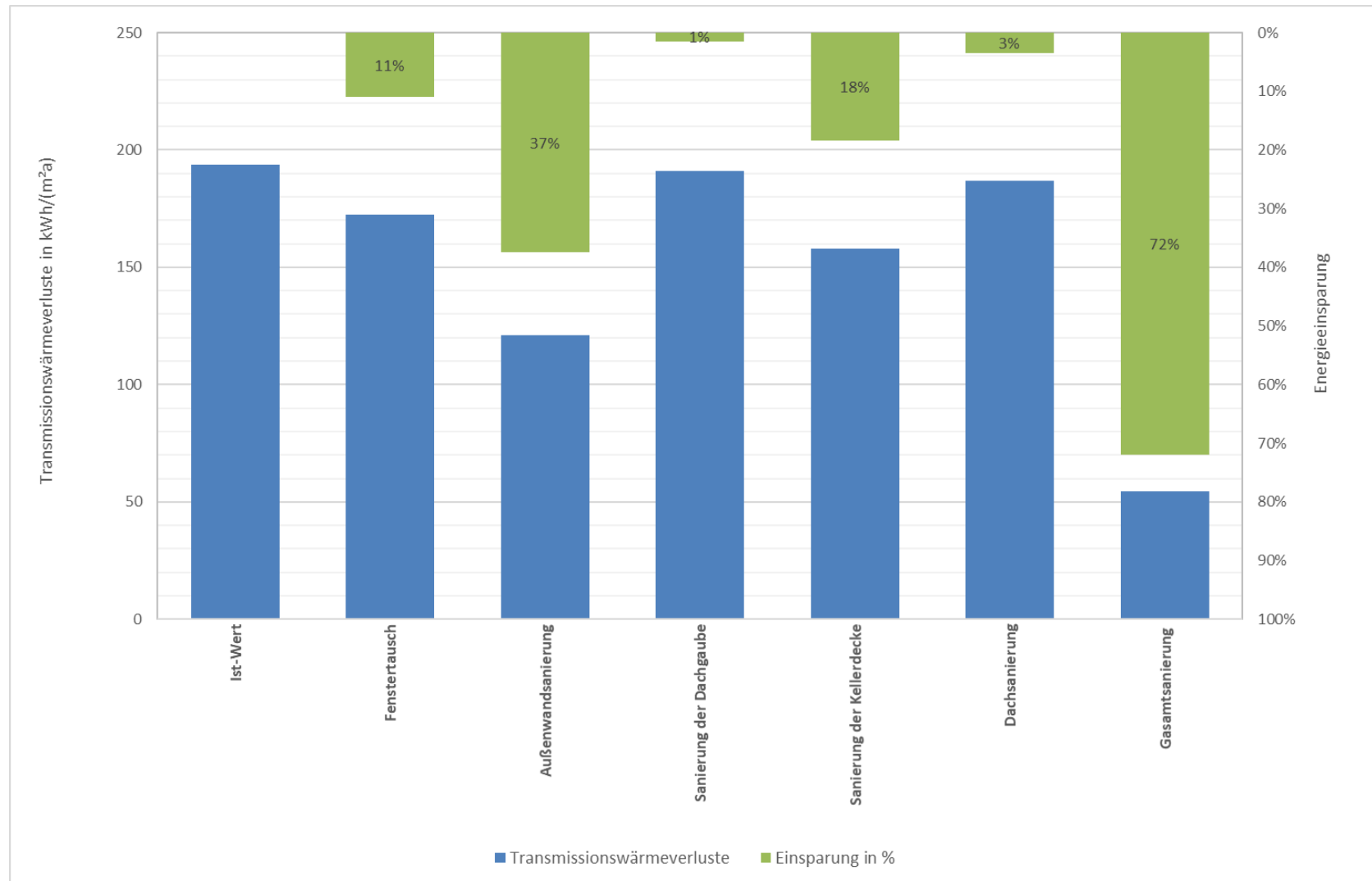


Einbau einer Lüftungsanlage mit WRG



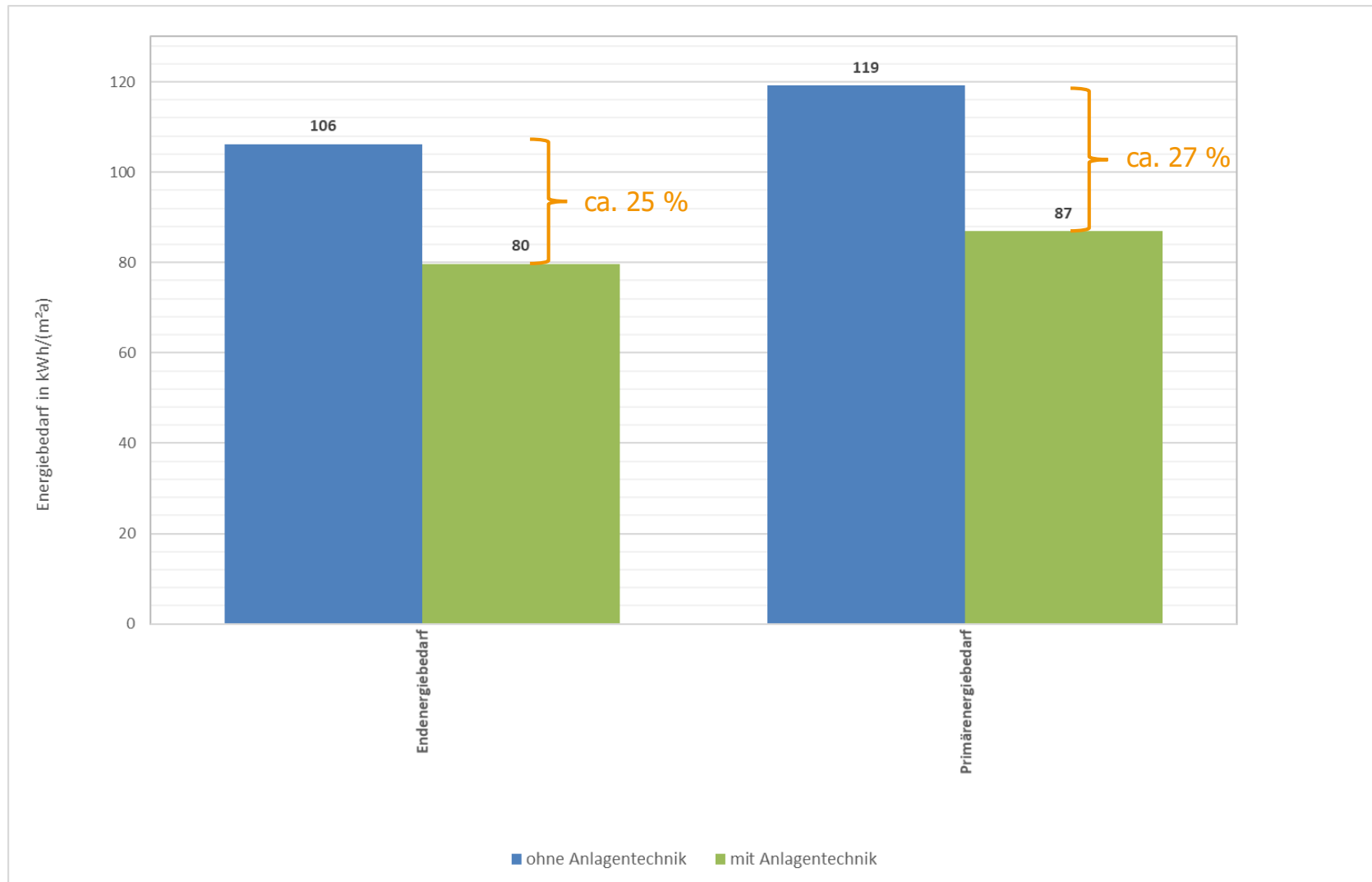
Praxisbeispiel

Energieeinsparung



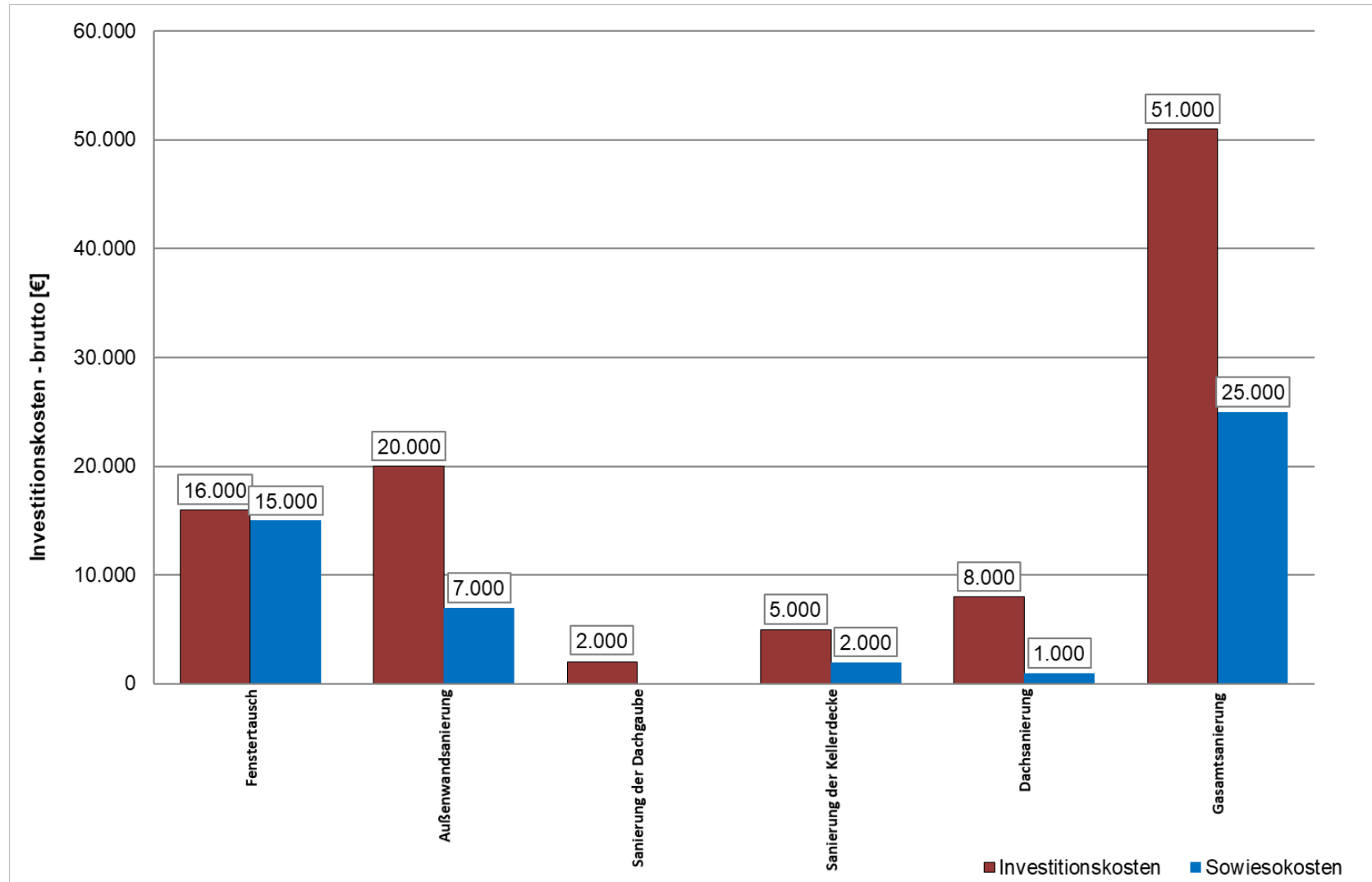
Praxisbeispiel

Energieeinsparung



Praxisbeispiel

Kostenschätzung



Praxisbeispiel

Förderungsmöglichkeiten

KfW-Effizienzhaus 115

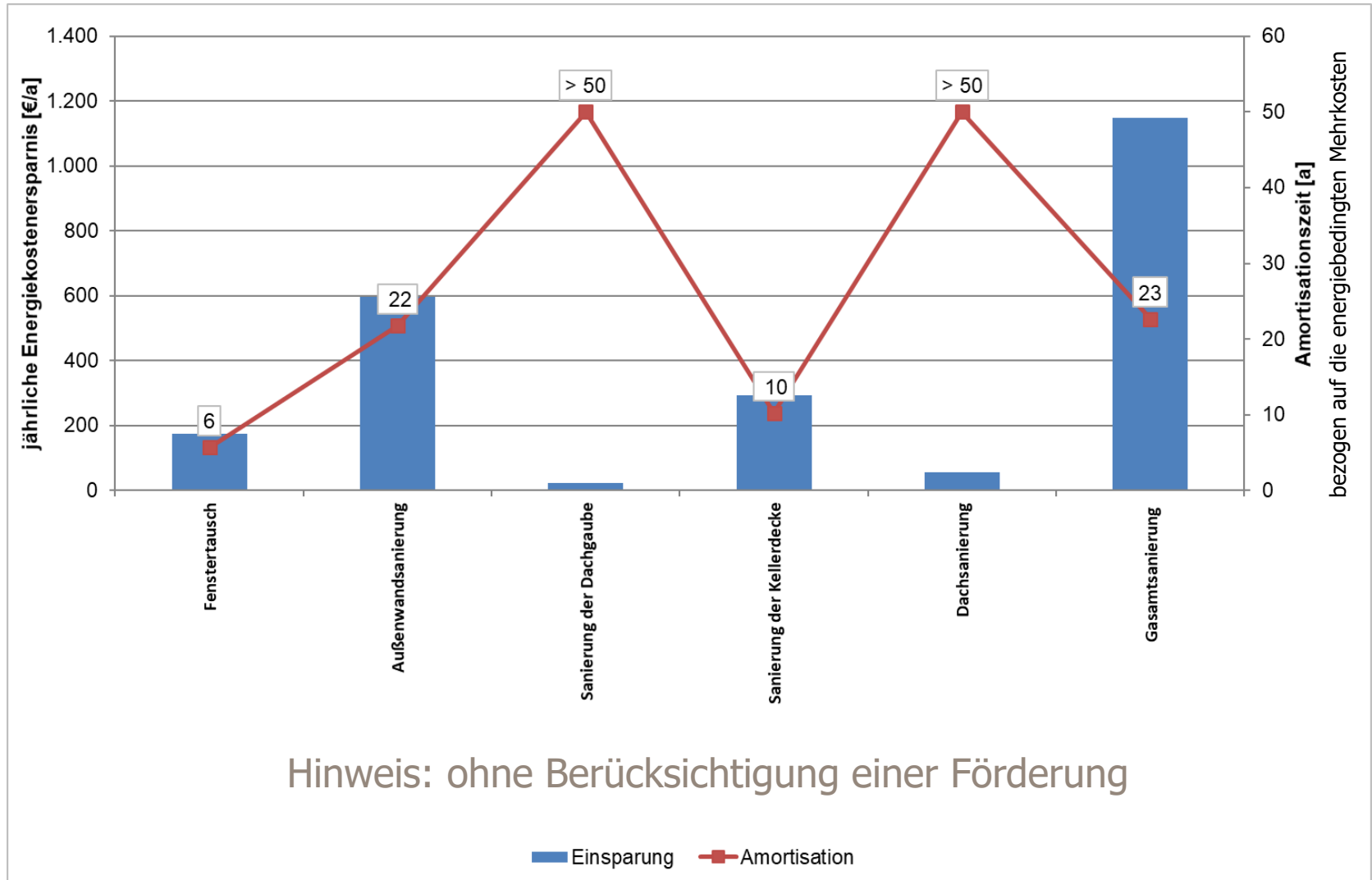
- 12,5 % der Darlehenssumme
- Bis zu 12.500 € je Wohneinheit
- zinsgünstiger Kredit ab 0,75 %



[11]

Praxisbeispiel

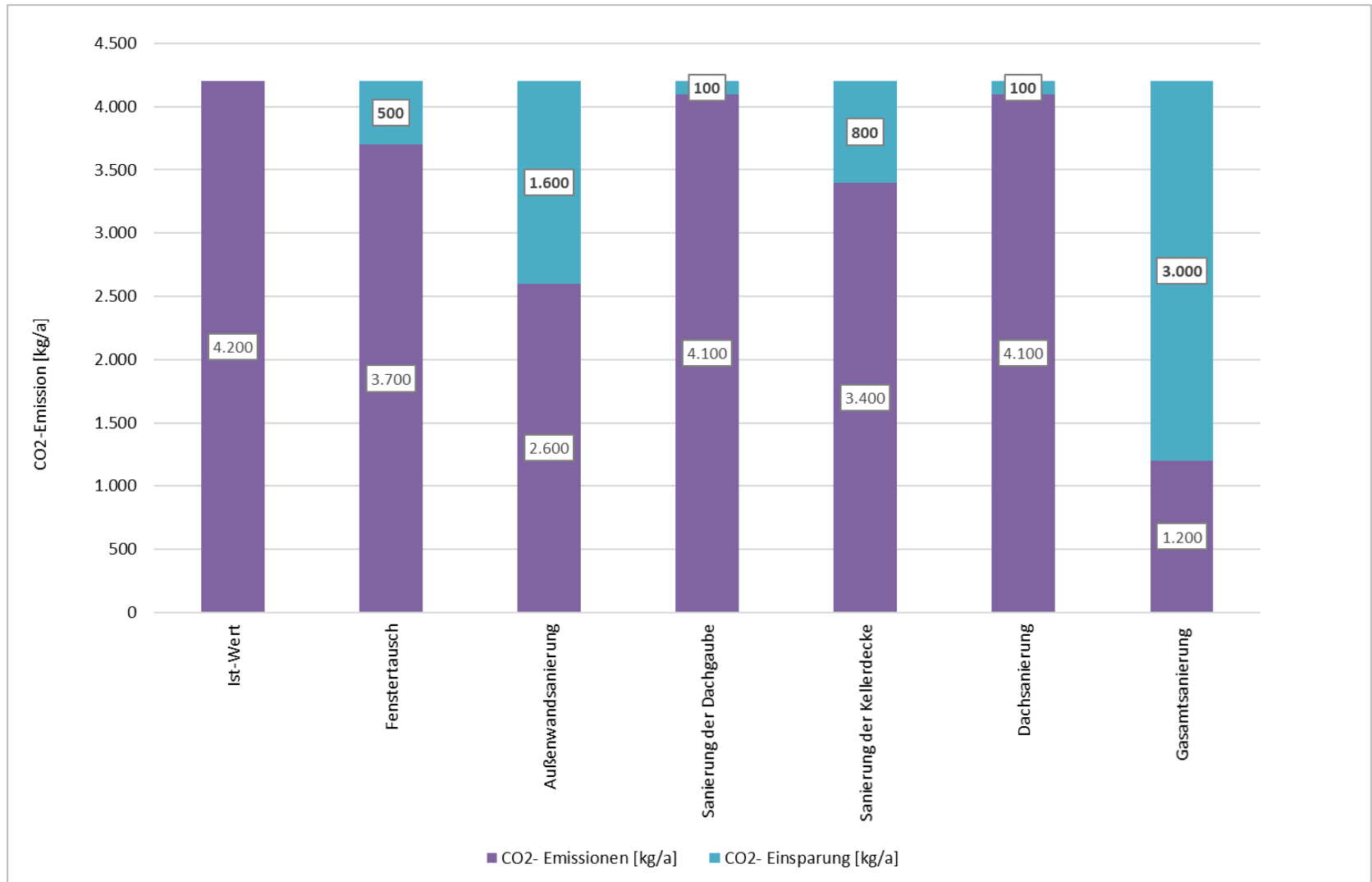
Wirtschaftlichkeit der Sanierungsmaßnahmen



Hinweis: ohne Berücksichtigung einer Förderung

Praxisbeispiel

CO₂-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 CO₂-Einsparungen

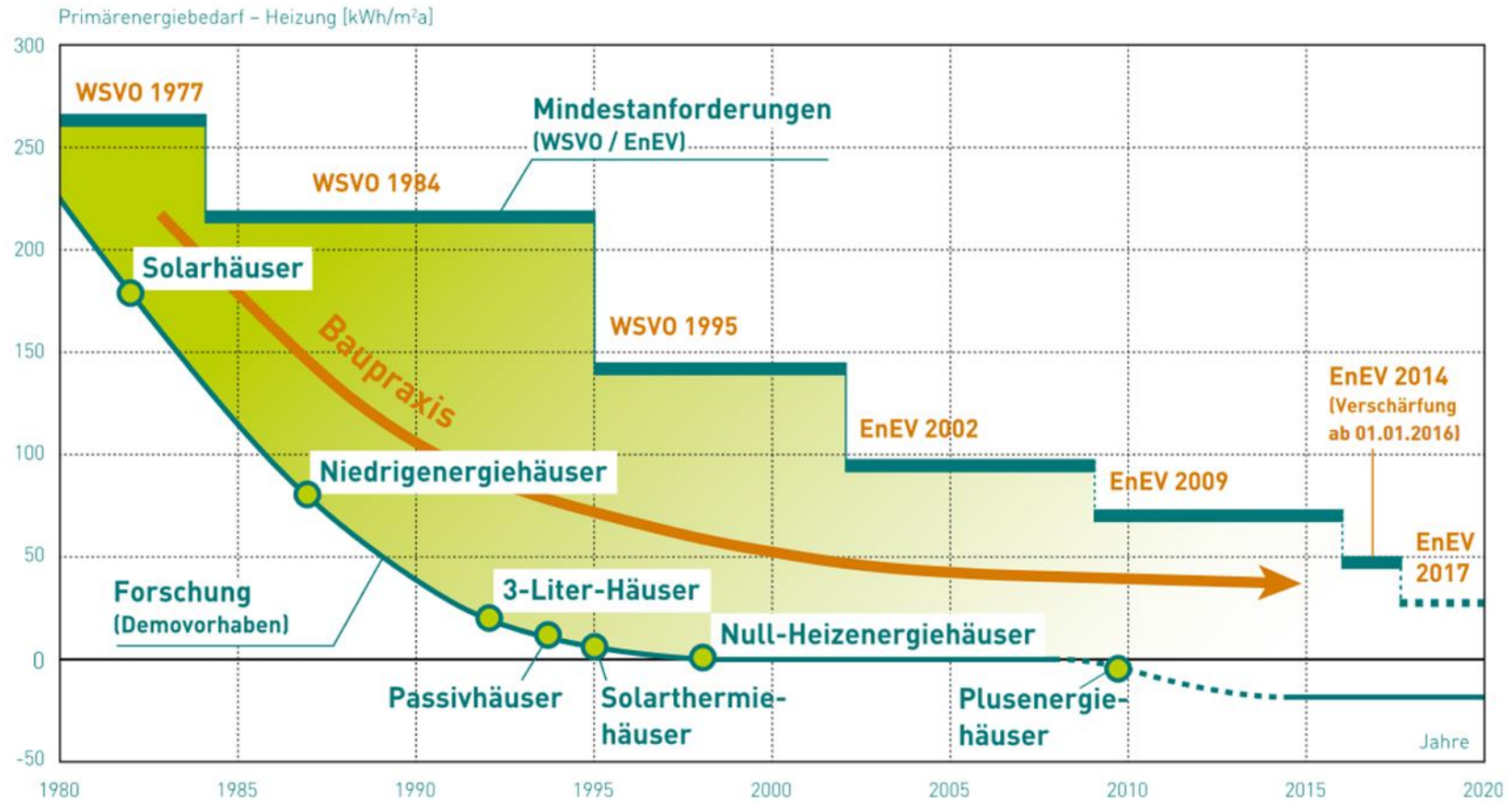
Ausblick

- 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
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 (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