



Goldener Schwan Großgrundlach – Foto Heidi Hümmer

Baudenkmäler und erhaltenswerte Bausubstanz

Strategien zur energetischen Sanierung

Roland Hümmer

Dipl.Ing. Architekt
M.A. heritage conservation

hümmer
söllner
architekten

Eric Simon

Prof. Dr.-Ing.

AE

AE studio GbR

Rechtliches

Bayerisches Denkmalschutzgesetz –
BayDSchG
Gebäudeenergiegesetz – GEG

Förderung

KFW – Kreditanstalt für Wiederaufbau
BAFA – Bundesamt Für Wirtschaft und
Ausfuhrkontrolle
Zuschüsse

Bauteile

Dach
Wand
Fenster
Bodenplatte
Haustechnik

Beispiel



Pilatushaus Nürnberg – Foto Eric Simon

Bayerisches Denkmalschutzgesetz - BayDSchG

Teil 1, Art. 1 Begriffe:

(1) Denkmäler sind von Menschen geschaffene Sachen ... aus vergangener Zeit, deren Erhaltung wegen ihrer geschichtlichen, künstlerischen, städtebaulichen, wissenschaftlichen oder volkskundlichen Bedeutung im Interesse der Allgemeinheit liegt.



Kaiserburg Nürnberg – Foto Eric Simon



Spitalhof Stall – Foto Roland Hümmer

Bayerisches Denkmalschutzgesetz - BayDSchG

Teil 1, Art. 2 Denkmalliste:

(1)¹Die Baudenkmäler ... sollen nachrichtlich in ein Verzeichnis (Denkmalliste) aufgenommen werden. ...

⁴Die Eintragung ist im Bebauungsplan kenntlich zu machen.

⁵Die Liste kann von jedermann eingesehen werden.

Bayerisches Denkmalschutzgesetz - BayDSchG

Teil 1, Art. 4 Erhaltung von Baudenkmälern

(1)¹Die Eigentümer ... von Baudenkmälern haben ihre Baudenkmäler instandzuhalten, instandzusetzen, sachgemäß zu behandeln und vor Gefährdung zu schützen, soweit ihnen das zuzumuten ist. ...



Schanzenstr. Nürnberg – Foto Peter Söllner

Bayerisches Denkmalschutzgesetz - BayDSchG

Teil 1, Art. 6 Maßnahmen an Baudenkmälern

(1)¹Wer ... Baudenkmäler beseitigen, verändern
oder an einen anderen Ort verbringen ... will,
bedarf der Erlaubnis.



Pilatushaus Nürnberg – Foto Eric Simon

Bayerisches Denkmalschutzgesetz - BayDSchG

Teil 1, Art. 6 Maßnahmen an Baudenkmälern

(1)² Der Erlaubnis bedarf auch, wer in der Nähe von Baudenkmälern Anlagen errichten, verändern oder beseitigen will, wenn sich dies auf Bestand oder Erscheinungsbild eines der Baudenkmäler auswirken kann.

³ Wer ein Ensemble verändern will, bedarf der Erlaubnis nur, wenn die Veränderung eine bauliche Anlage betrifft, die für sich genommen ein Baudenkmal ist, oder wenn sie sich auf das Erscheinungsbild des Ensembles auswirken kann.





Kaulbachplatz Nürnberg - Foto Eric Simon

Gebäudeenergiegesetz GEG

§ 105 Baudenkmäler und sonstige besonders erhaltenswerte Bausubstanz

Soweit bei einem Baudenkmal, ... die Erfüllung der Anforderungen dieses Gesetzes die Substanz oder das Erscheinungsbild beeinträchtigt oder andere Maßnahmen zu einem unverhältnismäßig hohen Aufwand führen, kann von den Anforderungen dieses Gesetzes abgewichen werden.

Aber dennoch

Es gibt viele Möglichkeiten Baudenkmäler
und vergleichbar erhaltenswerte Bausubstanz
energetisch zu ertüchtigen und damit
zukunftsfähig und klimafreundlich(er) zu
machen!



Jagdstraße Nürnberg - Foto Eric Simon

Energetische Sanierung bei Baudenkmälen

A - Förderung zur Sanierung zu Effizienzhaus (BEG EH)



Bei der Effizienzhaus-Stufe Denkmal gelten deutlich vereinfachte Förderbedingungen gegenüber einem „Nicht-Denkmal“!

KfW-Förderung über Kredite mit sehr günstigem Sollzins und Tilgungszuschuss

- Zinssatz derzeit zwischen 0,43% und 1,48% abhängig von Zinsbindung und Laufzeit!
- Tilgungszuschuss 5% bzw. 10% für Erneuerbare Energien Klasse
- Kredithöhe $\leq 120.000\text{€}$ bzw. $\leq 150.000\text{€}$ für EE-Klasse

Vorsicht: Förderungen unterliegen einer häufigen Veränderung!

Energetische Sanierung bei Baudenkmälen

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

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

Bei Einzelmaßnahmen müssen die sanierten Bauteile Anforderungen an den Wärmeschutz (U-Werte) erfüllen. Bei Baudenkmälen sind diese Werte weniger streng!

Außenwand Wohngebäude „Nicht-Denkmal“ 0,20 W/(m²K)

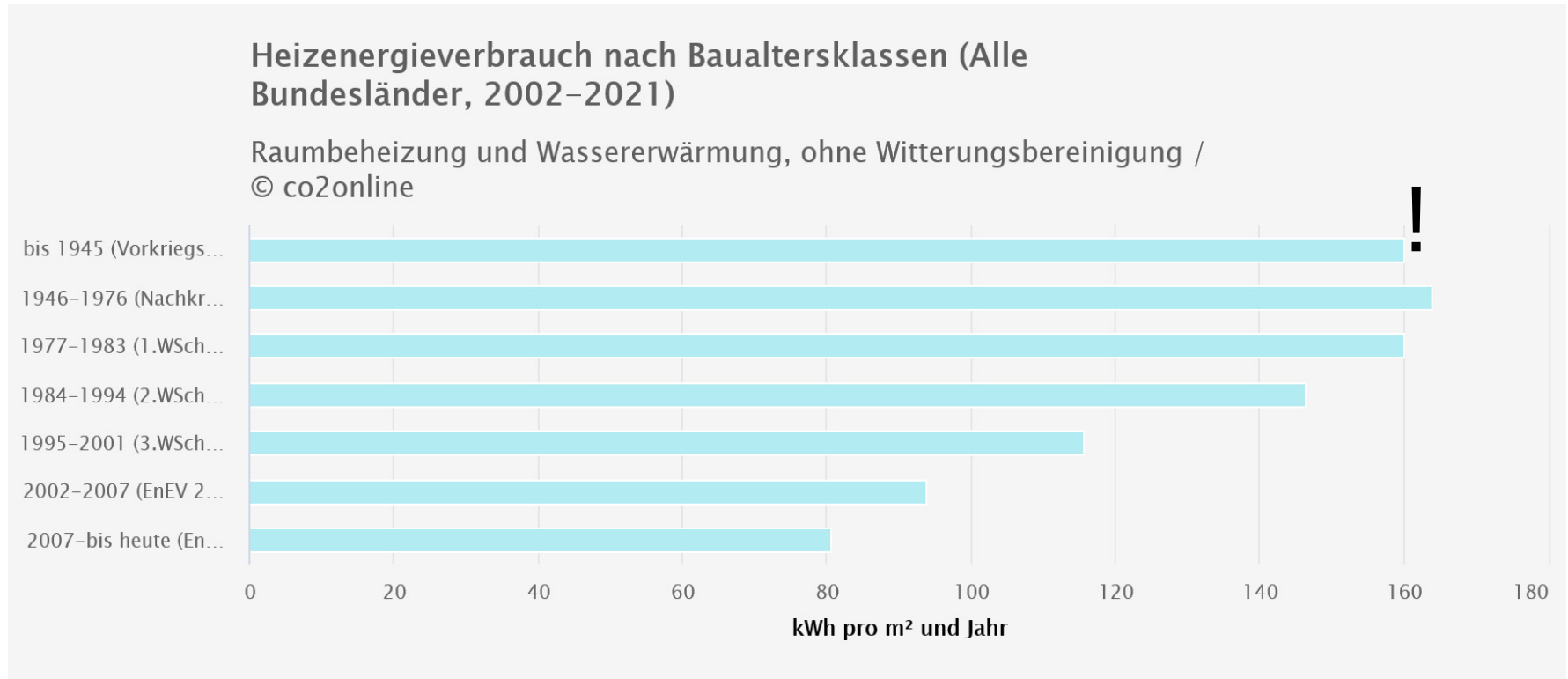
Außenwand Wohngebäude Baudenkmal 0,45 W/(m²K)

Außenwand Sichtfachwerk 0,65 W/(m²K)

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.

Heizenergieverbrauch nach Baualtersklasse

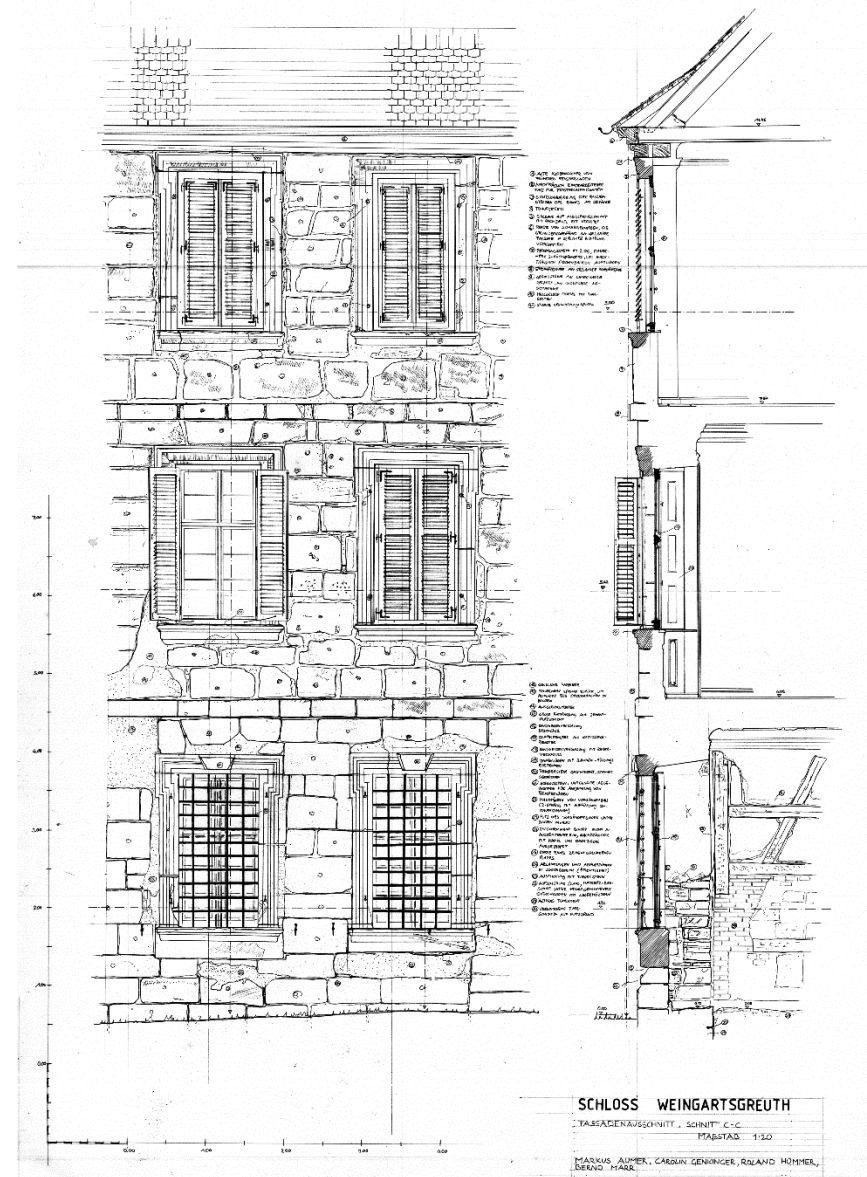


$$160 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2\text{a}} \cdot 0,12 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} = 19 \frac{\text{€}}{\text{m}^2\text{a}} \Rightarrow \text{Heizkosten: } 1900 \frac{\text{€}}{\text{a}} \text{ für } 100\text{m}^2 \text{ Wohnfläche}$$

Voruntersuchung

- Aufmaß mit Baualterskartierung
- Tragwerkgutachten
- restauratorischer Befundbericht
- idealerweise bereits Aufnahme der historischen Baustoffe

Hinweis: Grundsätzlich sind alle Maßnahmen, die an einem Denkmal vorgenommen werden genehmigungspflichtig. Man muss also einen DENKMALRECHTLICHEN ERLAUBNISANTRAG stellen. Insbesondere die Voruntersuchungen werden meist in großem Umfang vom Landesamt für Denkmalpflege, Gemeinde und Bezirk gefördert.





Welche Bauteile können den größten Einfluss nehmen

- Dämmen Dach oder oberste Geschossebene
- Wände dämmen innen/außen
- Fenster
- Keller/Bodenplatte
- Auf Gebäude abgestimmte Haustechnik





Welche Bauteile können den größten Einfluss nehmen

- Dämmen Dach oder oberste Geschossebene
- Wände dämmen innen/außen
- Fenster
- Keller/Bodenplatte
- Auf Gebäude abgestimmte Haustechnik

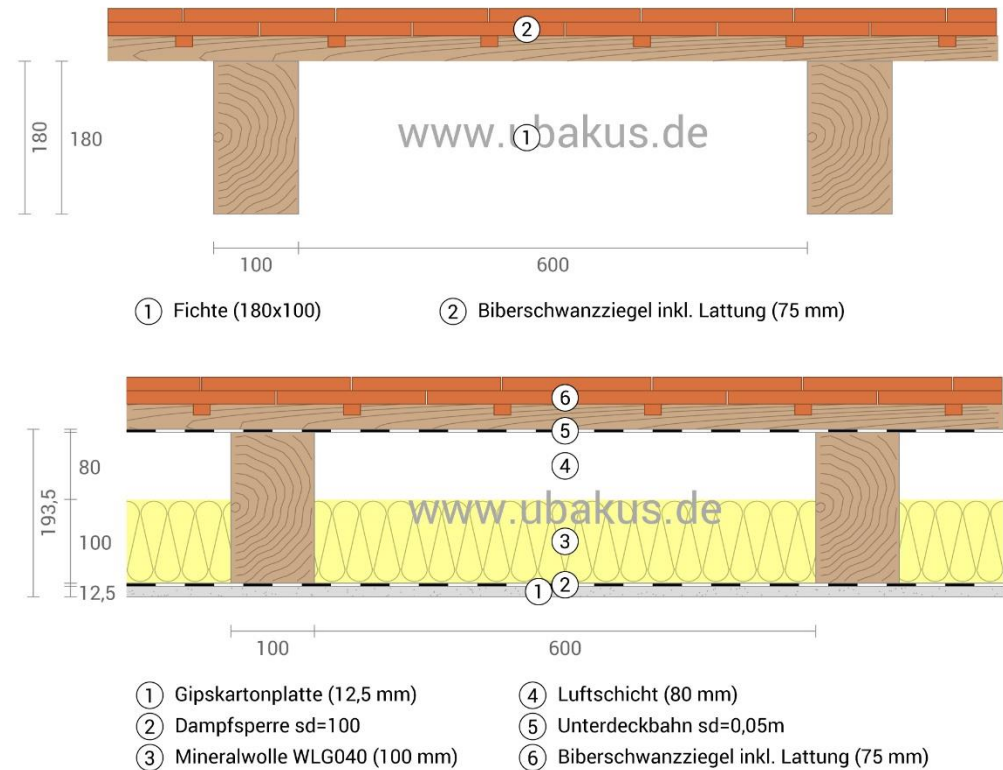
Dämmen Dach oder oberste Geschossebene

Kaltdach durchlüftet ohne
Wohnraumnutzung

U-Wert = $4,17 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Typische Dämmung meist
ohne Abdecken

U-Wert = $0,39 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

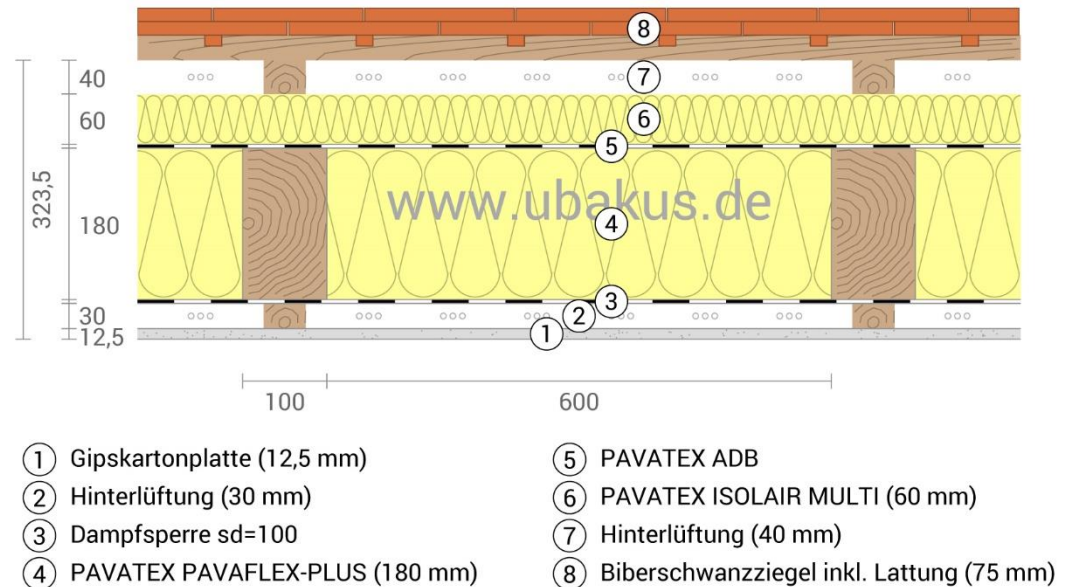


Dämmen Dach oder oberste Geschossebene

Kombinierte
Zwischensparrendämmung mit
Aufsparrendämmung
Dachdeckung hinterlüftet.

Guter Wärme und Hitzeschutz
Sehr guter Feuchteschutz

U-Wert = 0,19 W/(m²K)



Dämmen Dach oder oberste Geschossebene

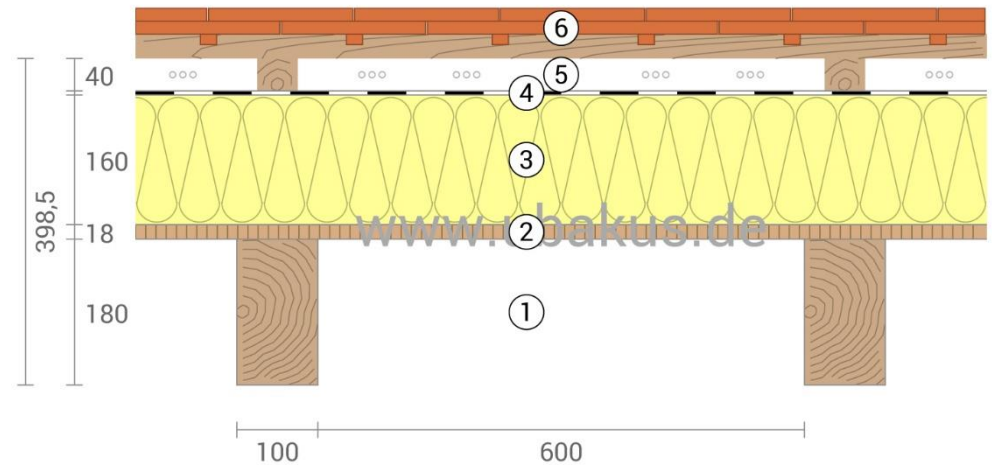
Aufsparrendämmung

Dachdeckung hinterlüftet

Guter Wärme- und
Hitzeschutz

Sehr guter Feuchteschutz

U-Wert = $0,20 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$



① Fichte (180x100)

② OSB/3 (18 mm)

③ ROCKWOOL Masterrock 035 (160 mm)

④ Unterdeckbahn $sd=0,05\text{m}$

⑤ Hinterlüftung (40 mm)

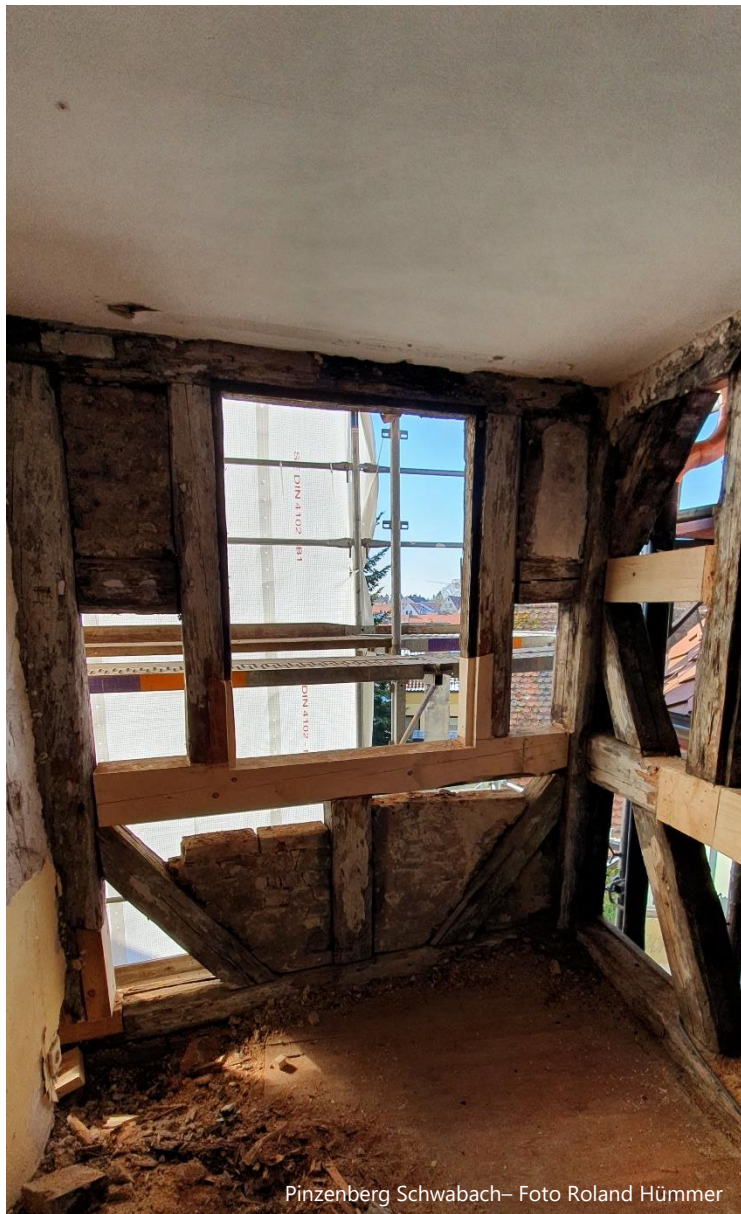
⑥ Biberschwanzziegel inkl. Lattung (75 mm)



Beispiel Pinzenberg

Aufsparrendämmung bestehend aus

- OSB-Platte als Dampfbremse
- Dachdämmung Steinwolle WLG 033
- Anschluss an Dachgaube



Pinzenberg Schwabach– Foto Roland Hümmer

Welche Bauteile können den größten Einfluss nehmen

- Dämmen Dach oder oberste Geschossebene
- Wände dämmen innen/außen
- Fenster
- Keller/Bodenplatte
- Auf Gebäude abgestimmte Haustechnik



Wärmedämmputze

- Wärmedämmputze sind innen und außen einsetzbar
- Ist Wärmedämmputz außen trotz Denkmalschutz möglich?



Wärmedämmputze

Viele Produkte sind für eine Anwendung außen und innen zugelassen. Bei der Anwendung innen ist insbesondere auf die Durchlässigkeit von Wasserdampf, also einen geringen Dampfdiffusions-widerstand zu achten.

Darüber hinaus sind viele dieser Produkte kapillaraktiv und können somit Feuchtigkeit aufnehmen und speichern ohne Schaden zu nehmen und ohne ihre Dämmfunktion zu verlieren.

Auf eine Dampfsperre aus z.B. Folien kann dann verzichtet werden, was die Fehleranfälligkeit bei der Ausführung von Innendämmsystemen deutlich reduziert.





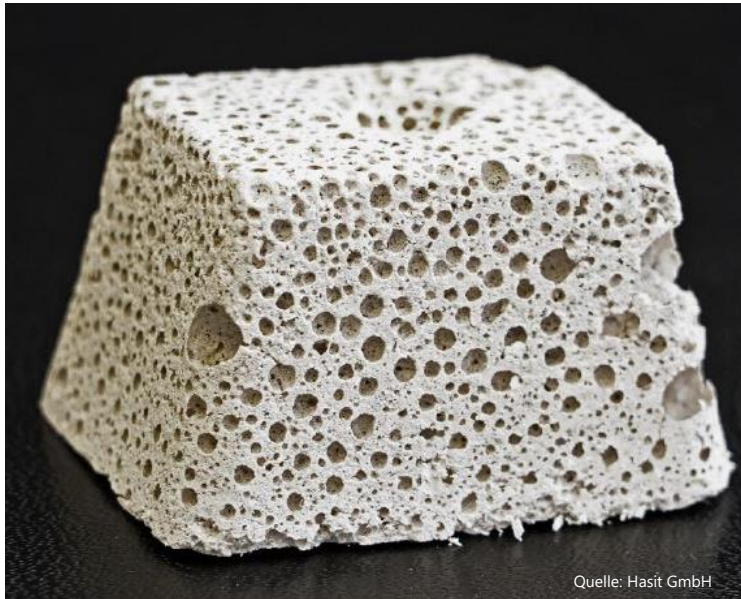
Quelle: sto SE

Wärmedämmputze

Für Innen geeignete Wärmedämmputze gibt es in unterschiedlicher Zusammensetzung

- Dämmputze mit EPS- (Styropor-)kügelchen
- Dämmputze mit Perliten (rein mineralisch)
- Dämmputze mit Perliten und Aerogelgranulat (rein mineralisch)

Unterschiede bestehen in der Dämmwirkung, dem Brandverhalten, der Mindestauftragsstärke und natürlich den Kosten!



Quelle: Hasit GmbH

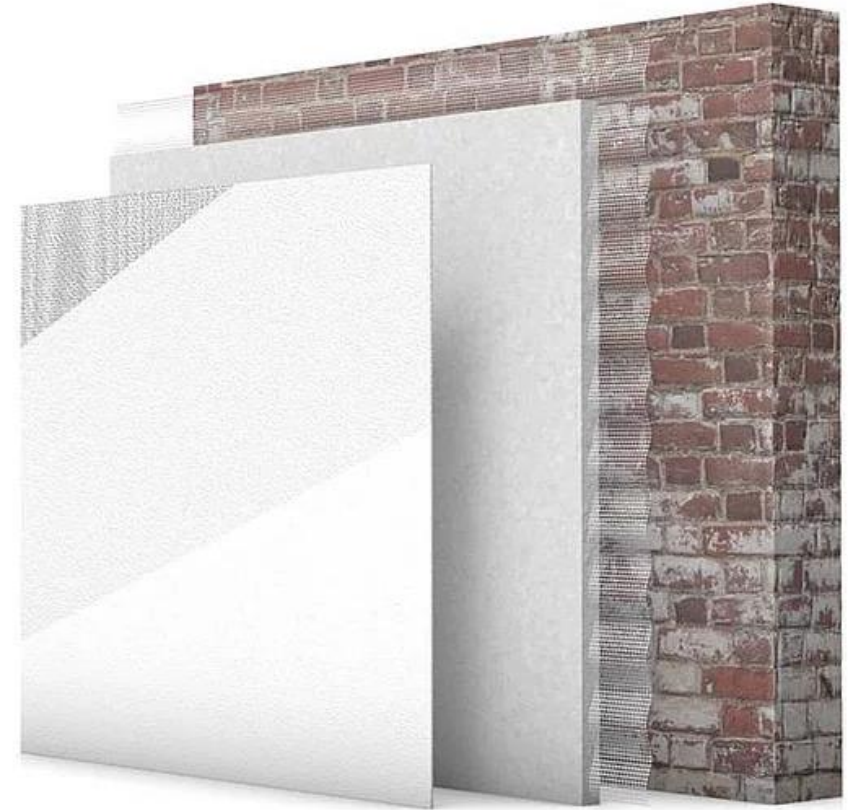
Wärmedämmputze

„Normaler“ Dämmputz

- Rein mineralisch
- Putzdicke $\geq 20\text{mm}$
- WLG 050-070
- Hohe Dampfdiffusion
- Nicht brennbar
- Alkalisch → **resistent gegen Schimmel und Algen**

Hochleistungsdämmputz mit Aerogel

- Rein mineralisch
- Putzdicke $\geq 30\text{mm}$
- WLG 028!!
- Hohe Dampfdiffusion
- Nicht brennbar
- Alkalisch → **resistent gegen Schimmel und Algen**



Heck Wall Systems



Weitere Möglichkeiten

Kalziumsilikat- und Mineraldämmplatten

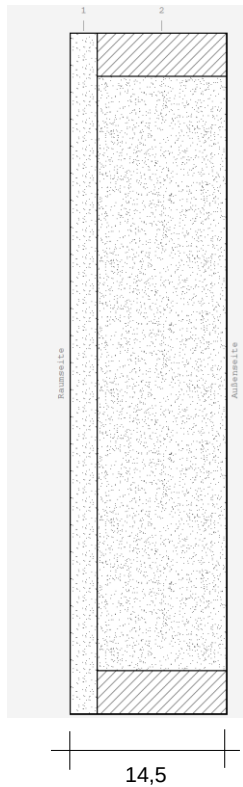
- $40\text{mm} \leq t \leq 200\text{mm}$
- WLG 040
- Hohe Dampfdiffusion
- Nicht brennbar



Kalziumsilikatplatten unterscheiden sich etwas von „normaleren“ Mineraldämmplatten und besitzen noch bessere Eigenschaften hinsichtlich Dampfdurchlässigkeit und Kapillarität.

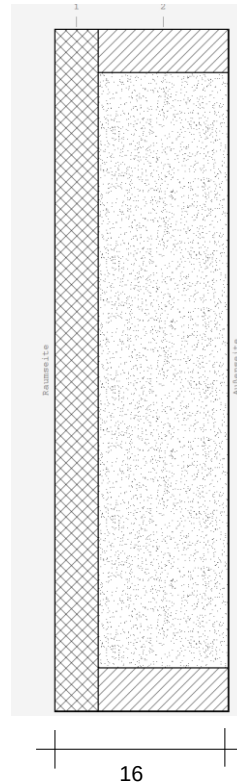
Energetische Sanierung von Fachwerkwänden

Fachwerkwand
unsaniert



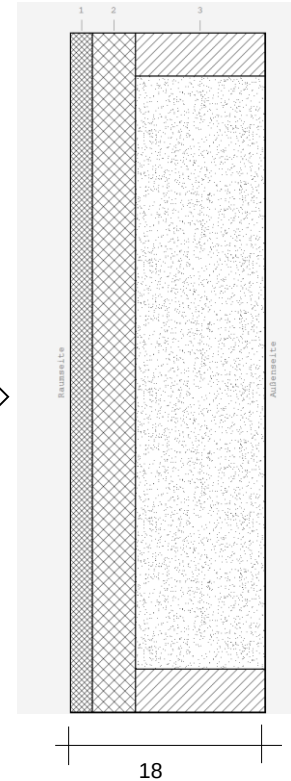
$$U = 2,0 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Fachwerkwand saniert
40mm Wärmedämmputz
innen



$$U = 1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Fachwerkwand saniert
40mm Mineralschaumplatte +
20 mm Wärmedämmputz innen



$$U = 0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$$

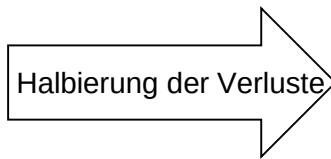
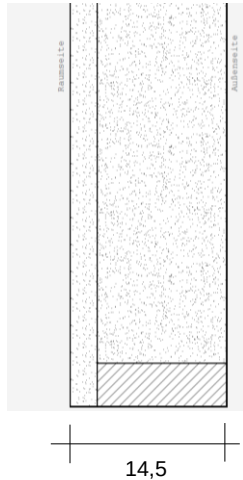
Förderfähig mit $\leq 20\%$ der Kosten!

Halbierung der Verluste
auf ca. 70 kWh/m²a

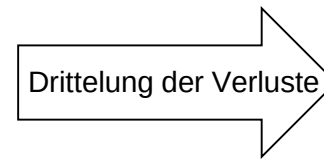
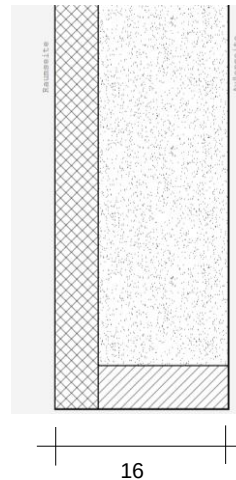
Reduzierung der Verluste
auf ca. 40 kWh/m²a

Energetische Sanierung von Fachwerkwänden

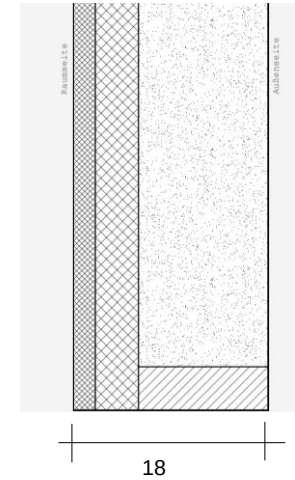
Fachwerkwand
unsaniert



Fachwerkwand saniert
40mm Wärmedämmputz
innen



Fachwerkwand saniert
40mm Mineralschaumplatte +
20 mm Wärmedämmputz innen



Wärmeverlust: 140 kWh/m²a

Wärmeverlust: 70 kWh/m²a

Wärmeverlust: 42 kWh/m²a

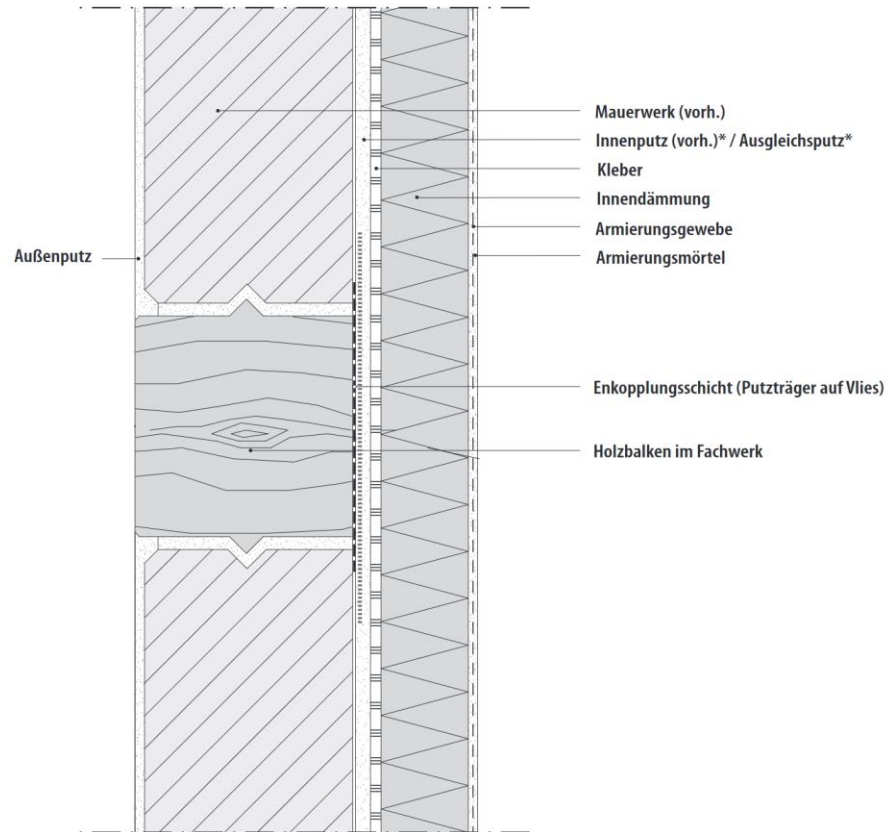
„Energiekosten“: 17 €/m²a

Mögl. Einsparung: 8,5 €/m²a

Mögl. Einsparung: 12 €/m²a

Amortisation ist nach wenigen Jahren möglich!

Energetische Sanierung von Fachwerkwänden



* Dieser sollte aus einem Kalk-Zement-Putz bestehen.

- Wärmedämmputze je nach Gegebenheiten innen und außen
- Wärmedämmputz innen bei denkmalgeschützten Gebäuden

Quelle: Sakret - Innendämmung

Pinzenberg

Wärmedämmputz auf Fassade

Trennlage auf Holz

Wand mit Vorspritzmörtel

Wellnet als Putzträger

Wärmedämmputz ca. 60-70mm

Armierungsputz

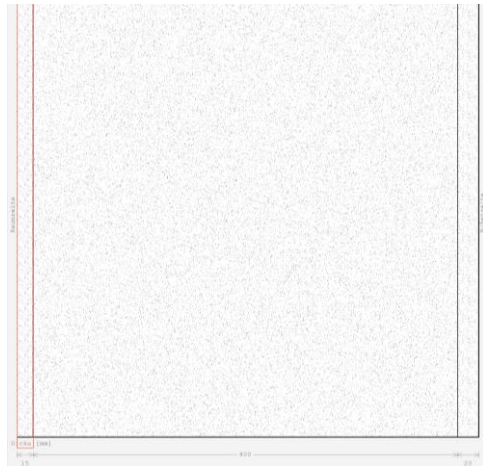
Oberputz



Pinzenberg Schwabach – Foto Roland Hümmer

Energetische Sanierung von massiven Wänden (Mauerwerk oder Naturstein)

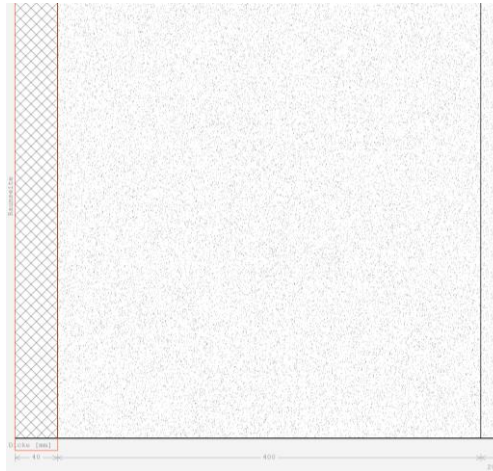
Massive Wand
unsaniert



43,5

$$U = 2,6 \text{ W/m}^2\text{K}$$

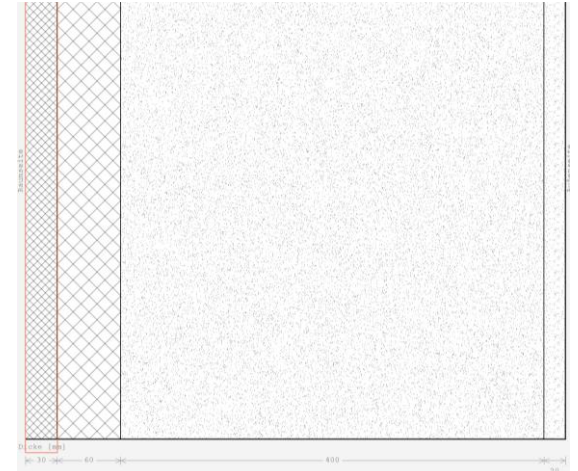
Massive Wand saniert
40mm Wärmedämmputz innen



46

$$U = 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Massive Wand saniert
60mm Mineralschaumplatte +
30 mm Wärmedämmputz innen



51

$$U = 0,45 \text{ W/m}^2\text{K}$$

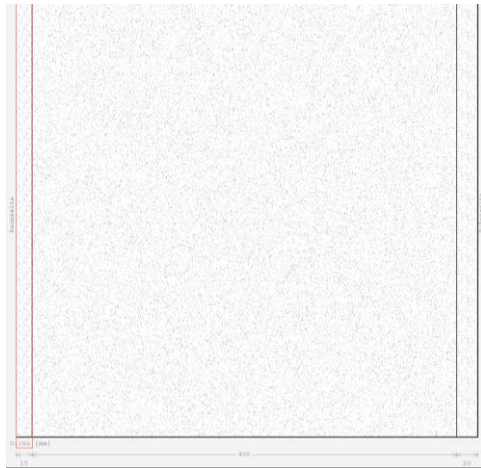
Förderfähig mit $\leq 20\%$
der Kosten!

Reduzierung der Verluste
auf ca. 80 kWh/m²a

Reduzierung der Verluste
auf ca. 30 kWh/m²a

Energetische Sanierung von massiven Wänden (Mauerwerk oder Naturstein)

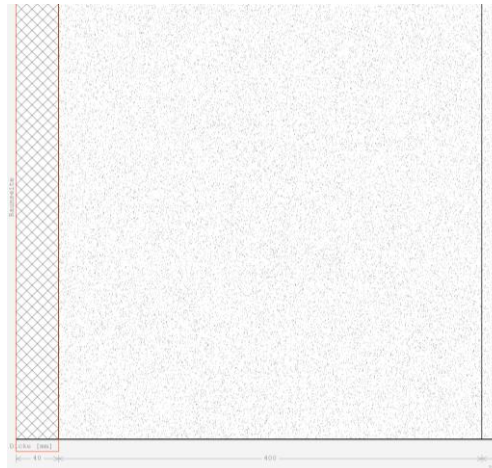
Massive Wand
unsaniert



Wärmeverlust: 180 kWh/m²a

„Energiekosten“: 22 €/m²a

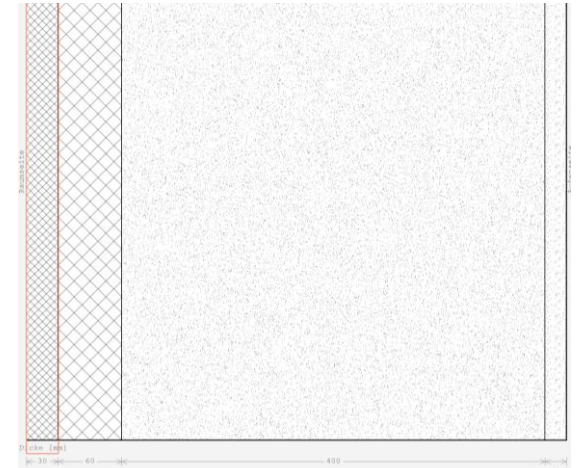
Massive Wand saniert
40mm Wärmedämmputz innen



Wärmeverlust: 80 kWh/m²a

Mögl. Einsparung: 12 €/m²a

Massive Wand saniert
60mm Mineralschaumplatte +
30 mm Wärmedämmputz innen



Wärmeverlust: 30 kWh/m²a

Mögl. Einsparung: 18 €/m²a

Amortisation ist nach wenigen Jahren möglich!

Energetische Sanierung von massiven Wänden (Mauerwerk oder Naturstein)

Die zuvor getroffenen Aussagen gelten sinngemäß auch für gemauerte Wände aus z.B. Klinkersteinen!

Deren Wärmeschutz ist nur unmerklich besser als der von Natursteinwänden.

In vielen Fällen könne gemauerte Wände auch außen gedämmt werden. Hierbei spielen Wärmedämmputze ebenso eine sehr große Rolle.

Das Verbesserungspotential ist vergleichbar mit den zuvor gezeigten Beispielen!

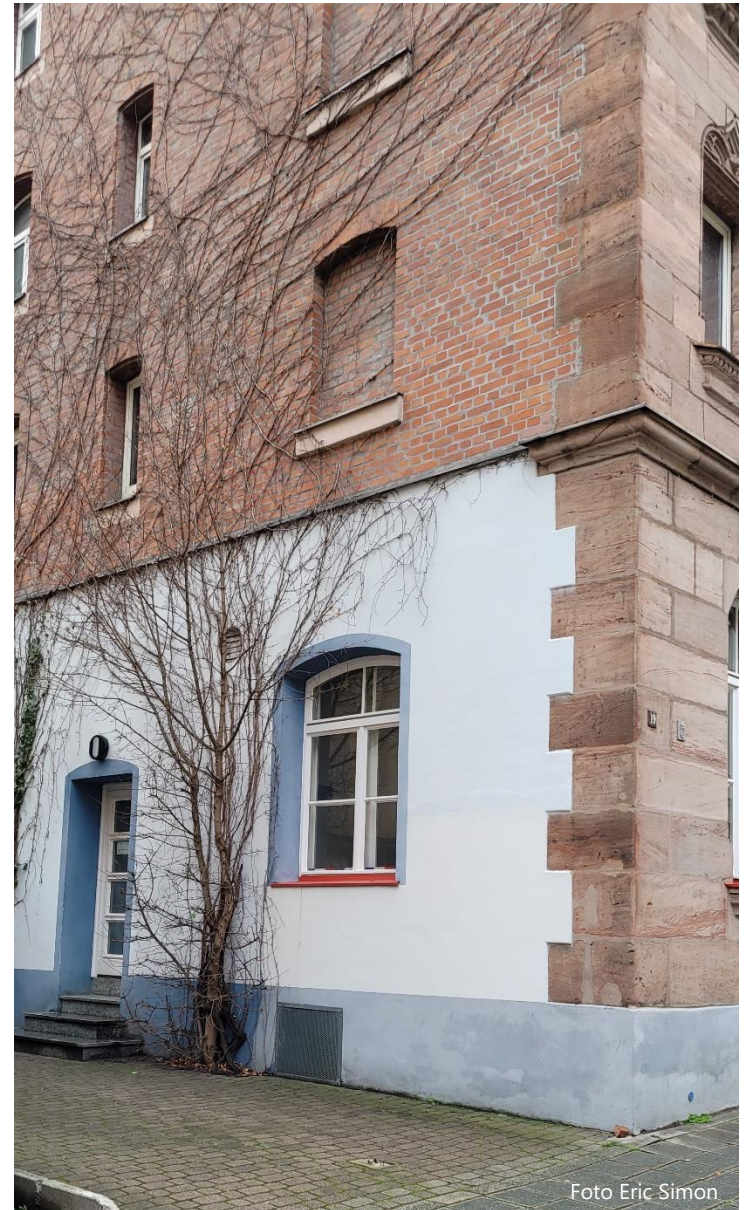


Foto Eric Simon



Pinzenberg Schwabach – Foto Roland Hümmer

Welche Bauteile können den größten Einfluss nehmen

- Dämmen Dach oder oberste Geschossebene
- Wände dämmen innen/außen
- **Fenster**
- Keller/Bodenplatte
- Auf Gebäude abgestimmte Haustechnik



Mühle Bürglein – Foto Roland Hümmer

Fenster

Historisches Kastenfenster

Ursprüngliche Funktionen:

- Wärmeschutz
- Schallschutz

Kommt auch heute noch zur Anwendung,
Insbesondere wenn historische Fenster
genutzt werden sollen.

Beispiel Pinzenberg

Neues Holzfenster nach historischem Vorbild

Wirkung eines Kreuzstockfensters

Hier als 2-flügliges Fluchtwegfenster



Pinzenberg Schwabach– Foto Roland Hümmer



Spitalhof Nürnberg – Foto Roland Hümmer

Welche Bauteile können den größten Einfluss nehmen

- Dämmen Dach oder oberste Geschossebene
- Wände dämmen innen/außen
- Fenster
- Keller/Bodenplatte
- Auf Gebäude abgestimmte Haustechnik



Spitalhof Nürnberg – Foto Roland Hümmer

Keller/Bodenplatte

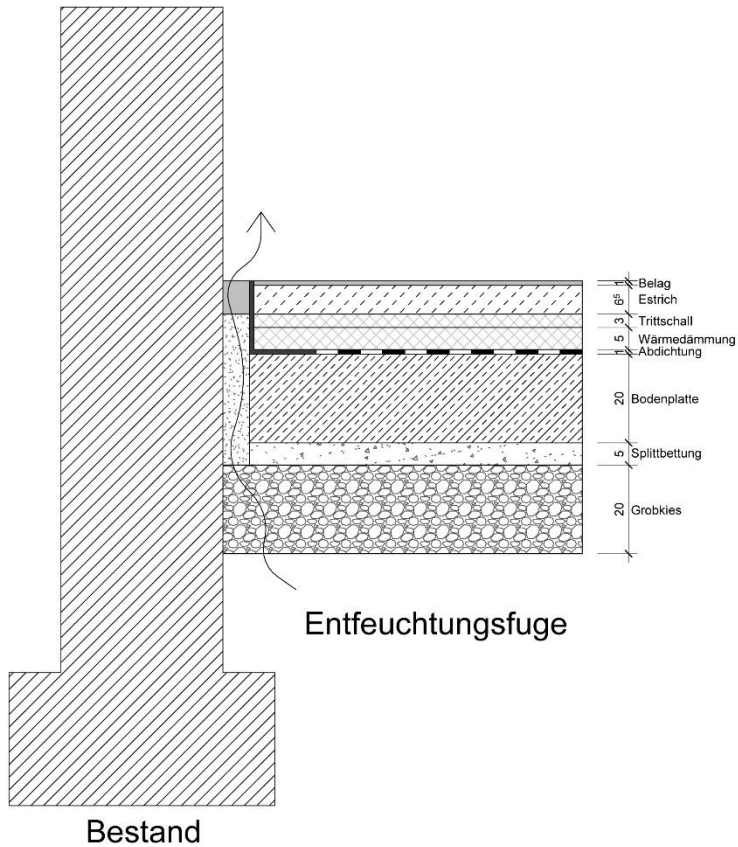
Bei älteren Häusern ist es üblich, dass keine Bodenplatte eingebaut worden ist. Die Fundamente sind häufig gemauert.

Anstehende Feuchtigkeit kann hierdurch über Wand und Boden in den Raum diffundieren.

Durch den Einzug einer Bodenplatte wird diese Feuchteregulierung gestört. Das Wasser sucht sich den einfachen Weg und steigt über das Mauerwerk auf.

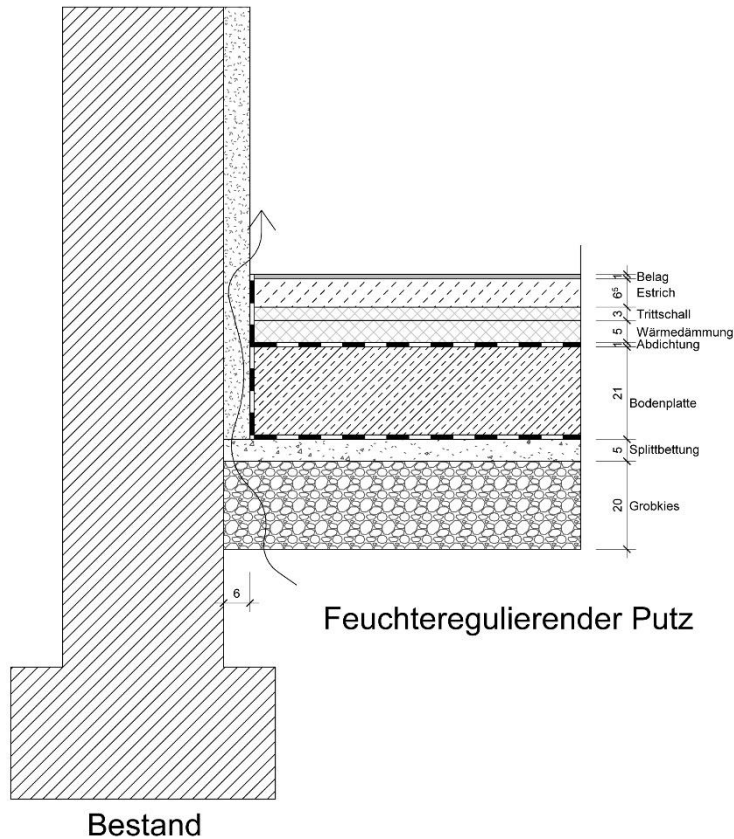
Keller/Bodenplatte

Anschluss Bodenplatte mit Entfeuchtungsfuge



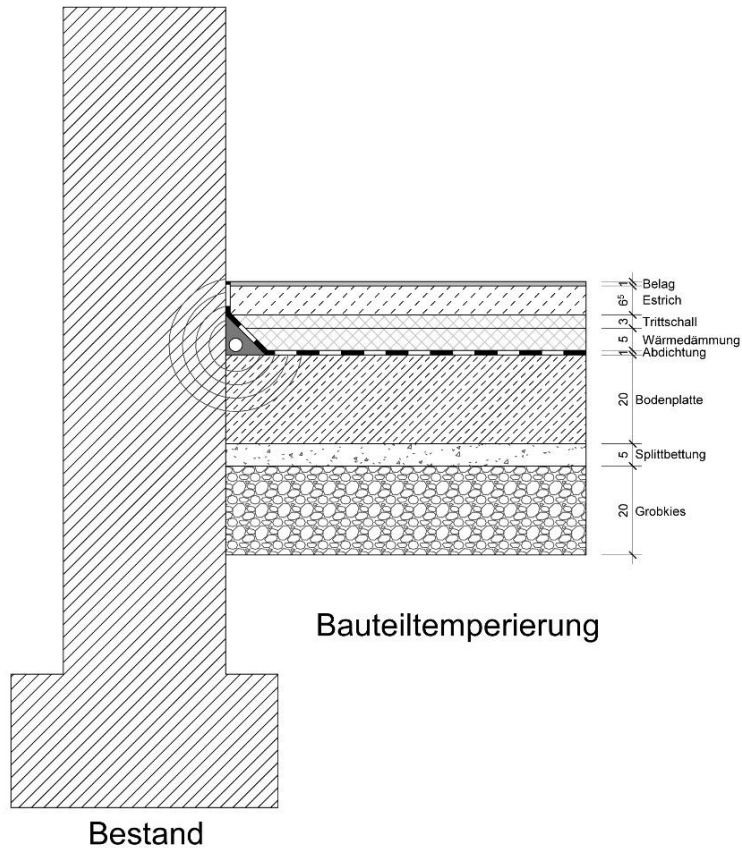
Keller/Bodenplatte

Anschluss Bodenplatte an Wand mit feuchteregulierenden Putz



Keller/Bodenplatte

Bauteiltemperierung





Welche Bauteile können den größten Einfluss nehmen

- Dämmen Dach oder oberste Geschossebene
- Wände dämmen innen/außen
- Fenster
- Keller/Bodenplatte
- Auf Gebäude abgestimmte Haustechnik

Auf Gebäude abgestimmte Haustechnik

Wärmepumpe - „in aller Munde“

- Mit Flächenheizung in vielen Fällen möglich
- Ohne Flächenheizung nur bedingt möglich!
- Erdwärme- und Grundwassernutzung sind immer individuell zu prüfen
- Luft-Wärmepumpen geraten schnell in Konflikt mit dem Denkmalschutz!



Auf Gebäude abgestimmte Haustechnik



Öl- und Gasheizung – kann man darauf noch setzen?

- Politisch nicht mehr gewollt und klimaschädlich
- Jedoch gut geeignet bei hohem Wärmebedarf und Wärmeübertragung mit Radiatoren oder Einzelöfen
- 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

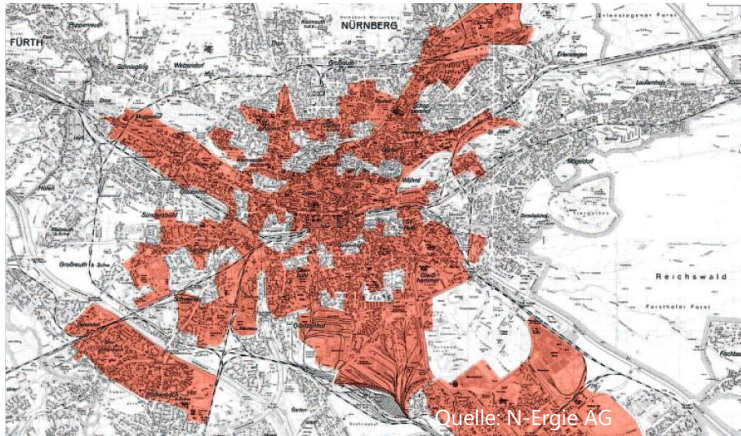
Auf Gebäude abgestimmte Haustechnik

Pelletheizungen nur bedingt klimafreundlich?

- Klimafreundlich ja, aber nicht klimaneutral
- Gut geeignet bei hohem Wärmebedarf und Wärmeübertragung mit Radiatoren (oder Einzelöfen)
- 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!



Auf Gebäude abgestimmte Haustechnik



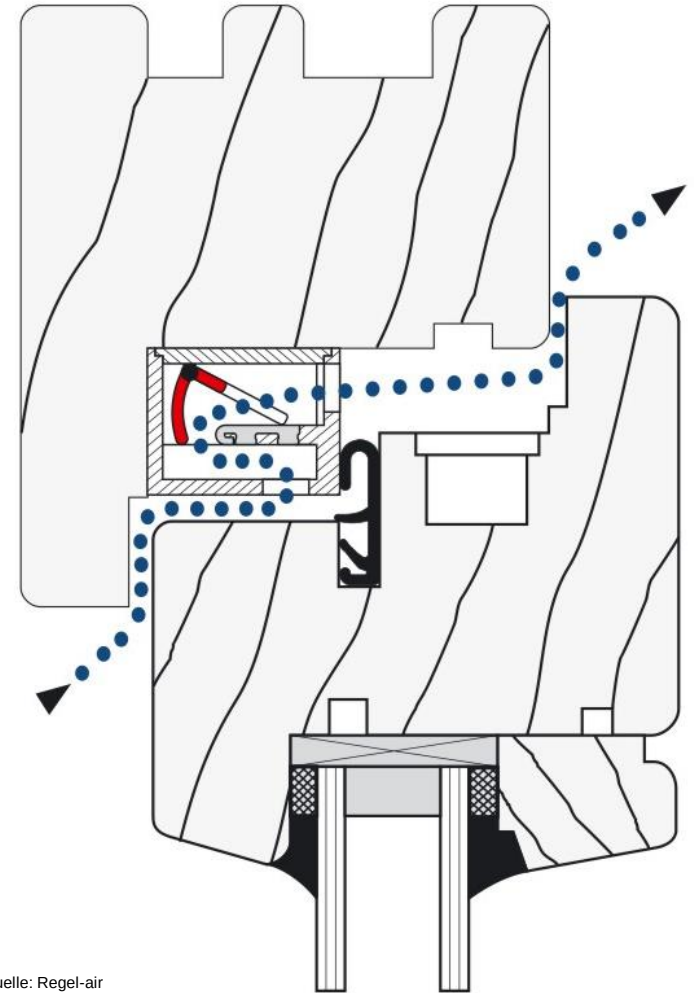
Fernwärme, wenn vorhanden und anschließbar

- Gut geeignet bei hohem Wärmebedarf und Wärmeübertragung mit Radiatoren.
- 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!

Auf Gebäude abgestimmte Haustechnik

Lüftungssysteme – oft erforderlich!

- Einfache Systeme arbeiten mit meist „unsichtbaren“ Fensterfalzlüftern
- 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 meist gegeben!



Quelle: Regel-air



Spitalhof in Nürnberg

Sanierung eines Wohnstallhauses und
Umnutzung zu einer Kindertagesstätte



Bauernhaus als erdgeschossiger,
traufständiger Sandsteinquaderbau mit
Satteldach und Fachwerkgiebel an
Ostseite, im Kern 18. Jh.

Spitalhof in Nürnberg

Sanierung eines Wohnstallhauses
und Umnutzung zu einer
Kindertagesstätte und
Stiftungsräumen.

Energetische Maßnahmen

- Neue Bodenplatte gedämmt
- Wärmedämmputz innen
- Neue Fenster
- Dachdämmung



Spitalhof Nürnberg – Foto Marc Pfeiffer



Spitalhof Nürnberg – Foto Marc Pfeiffer



Spitalhof Nürnberg – Foto Marc Pfeiffer

Spitalhof in Nürnberg

Dachkammer, Wand und Decke wurden nach historischen Befunden rekonstruiert.



Spitalhof Nürnberg – Foto Marc Pfeiffer

Außenwand mit Wärmedämmputz

Dachschräge kombinierte

Zwischensparren/Aufdachdämmung

Neue Fenster

Spitalhof in Nürnberg

Ehemalige Wohnstube

Vor und nach der Sanierung

Außenwand mit Wärmedämmputz

Neue Fenster

Neue Bodenplatte gegen Erdreich
gedämmt





Spitalhof Nürnberg – Foto Marc Pfeiffer

Spitalhof in Nürnberg

Dachgeschoss

Urspr. genutzt zur Tabakstrochnung

Heute Büronutzung



Spitalhof Nürnberg – Foto Marc Pfeiffer

Außenwand mit Wärmedämmputz

Dachschräge kombinierte

Zwischensparren/Aufdachdämmung

Neue Fenster



Vielen Dank für
Ihre Aufmerksamkeit

Roland Hümmer

Dipl.Ing. Architekt
M.A. heritage conservation

hümmer
söllner
architekten

Eric Simon

Prof. Dr.-Ing.

AE

AE studio GbR