



Dämm-Wahn? Versuch einer physikalischen Einordnung Innendämmung

Frage an Chat GTP:

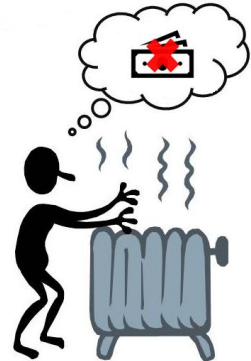
- Warum sollen wir Gebäude dämmen?
- Antwort der KI (gekürzt):
Gebäude werden gedämmt, damit wir Punkte erreichen können:
 - um Heizkosten zu senken
 - um das Klima zu schützen
 - um den Wohnkomfort zu erhöhen
 - um Gesundheitsprobleme durch Schimmel zu vermeiden

Dieses und vieles andere soll im Folgenden erläutert werden.

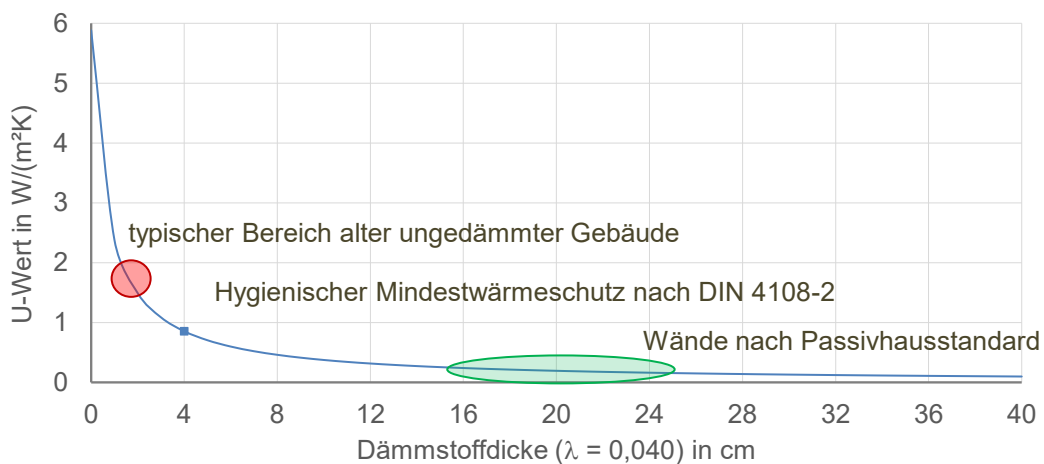
Heizkosten senken

- Nach wie vor ist dies einer der Hauptargumente in der Werbung für die Dämmung unserer Gebäude:

- Eine bessere Dämmung führt zu einem geringeren Heizwärmebedarf und damit zu einem geringeren finanziellen Aufwand zum Betrieb der Heizung.
- Es muss sich rechnen! Hoher Aufwand zur Berechnung der Zeitdauer, bis wann sich die Investition gerechnet haben soll. In aller Regel jedoch lange Laufzeiten, bis eine solche Maßnahme sich finanziell rechnet.

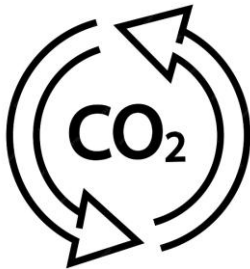


Zusammenhang U-Wert und Dämmstoffdicke



Klimaschutz

- Die Notwendigkeit der Dekarbonatisierung ist unstrittig.



Seit der 1. Wärmeschutzverordnung 1977 liegt der Fokus auf der Reduzierung des Wärmebedarfs: Immer höhere Dämmdicken bis hin zum Passivhausstandard.

Die Möglichkeit Heizenergie mit effizienten Methoden auf Basis CO₂-freier Energie ermöglicht einen neuen Ansatz: Eine Optimierung zwischen Energiebedarf und wärmeschutztechnischer Performance der Gebäudehülle ist nun möglich.

Wohnkomfort steigern

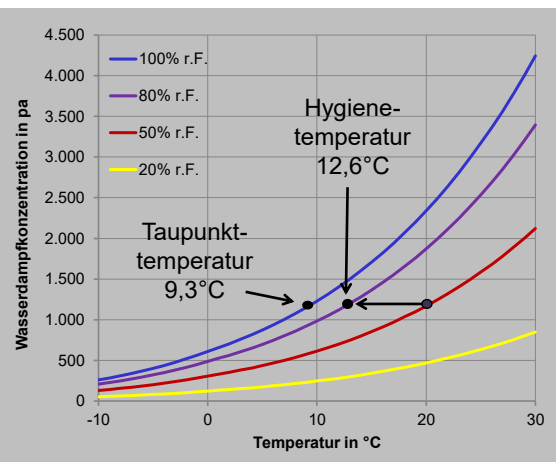


Originale Wandbekleidung (Wandteppich und Holzvertäfelung) in der Residenz Würzburg

Wohnkomfort steigern

- Die gefühlte Temperatur setzt sich zusammen aus der Temperatur der Luft und der Oberflächentemperatur der Umgebungsflächen. Je geringer die Unterschiede, desto angenehmer unsere Empfindung (effektive nutzbare Wohnfläche).
- Beispiel Residenz Würzburg:
Durch die Wandbekleidung erhöht sich die Oberflächentemperatur.
- Beispiel Lage der Heizkörper:
Luft kühlt sich am Fenster ab, sinkt und es bildet sich Zugluft. Die Konvektion der erwärmten Luft vom Heizkörper vor dem Fenster kaschiert diesen Effekt.
- Mehr und mehr rückt auch der sommerliche Wärmeschutz in den Fokus.
Wärmedämmung kann die sommerliche Überhitzung der Räume verringern.

Schimmelvermeidung / hygienischer Wärmeschutz



Schimmelvermeidung / hygienischer Mindestwärmeschutz

- Die Schimmelfreiheit ist Ziel des hygienischen Mindestwärmeschutzes und ist in der DIN 4108-2 baurechtlich eingeführt.
- Durch eine (geringe) Dämmung wird die Oberflächentemperatur der inneren Oberfläche soweit angehoben, dass die relative Feuchte an der Oberfläche ausreichend niedrig ist, um Schimmel- bzw. Pilzwachstum zu vermeiden.
- Zeitliche Entwicklung:
 - ab 1981 Tauwasserfreiheit der inneren Oberfläche ($> 9,3^{\circ}\text{C}$)
 - ab 2003 Oberflächenfeuchte kleiner als 80 % rel. Feuchte ($> 12,6^{\circ}\text{C}$)
- Kritisch ist nicht die Dämmung (höhere Temperaturen und damit geringere Luftfeuchten) sondern die höhere Luftdichtigkeit nach der Sanierung.

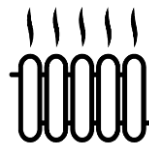
Gebäudehülle als Barriere/Schutz vor Außenklima



extrem wechselndes Außenklima:
Jahresmitteltemperatur
Niederschlagssumme



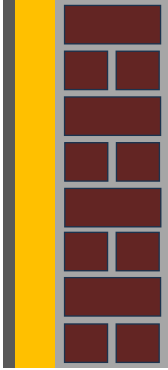
Innenklima:
19 – 23 °C Temperatur
40 – 60 % relative Feuchte



Aufgaben des Gebäudes: Schutz vor Kälte (Wärmeschutz), vor Nässe (Schlagregenschutz), vor Lärm (Schallschutz), vor Wind/Zug (Winddichtigkeit)

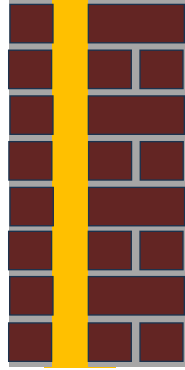
Lage der Dämmebene

außen innen



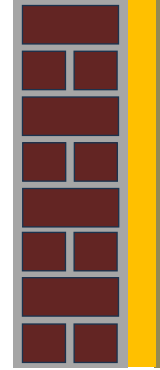
Außendämmung
Standardlösung, bauphysi-
kalisch unbedenklich

außen innen



Kerndämmung
unproblematisch
(kapillarbrechend)

außen innen



Innendämmung
mit Kondensation im
Bauteil assoziiert

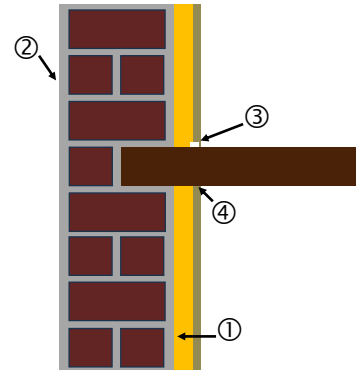


© Ingenieurbüro J. Gänßmantel

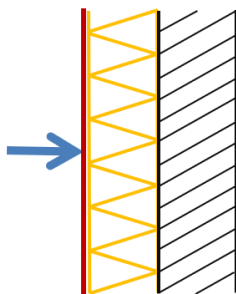
Feuchterisiken einer Innendämmung

- ① inneres Risiko: Diffusion durch die Innendämmung und den dadurch bedingten Temperaturverlauf
- ② externes Risiko: Feuchte von außen
Verzögerte Abtrocknung des Regenwassers durch die dann kühlere Außenwand
- ③ Risiko Konvektion: Ausführungsqualität!
- ④ Risiko Oberflächentemperaturen

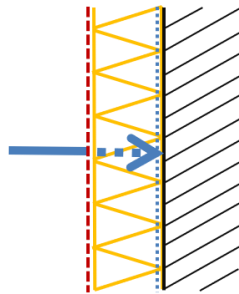
„Keine Angst vor Innendämmung“ bedeutet, die Risikofaktoren zu erfassen, zu bewerten und zu minimieren.



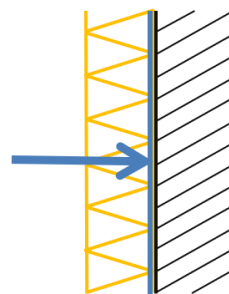
Allgemeine Schutzprinzipien



Diffusionsdicht:
kondensatverhindernd



Diffusionsmindernd:
kondensatbegrenzend



Diffusionsoffen:
kondensattolerierend

Kondensatverhindernde Innendämmsysteme

- Eine Möglichkeit, das Risiko der Tauwasserbildung auszuschließen, ist die Anwendung eines diffusionsdichten Dämmmaterials (z. B. Schaumglas).
- Durch die Diffusionsdichtigkeit ist die Bildung von Tauwasser ausgeschlossen, jedoch bietet diese Konstruktion keinerlei Austrocknung nach innen.
- Besonders sorgfältige Verarbeitung ist erforderlich, größere Fehlstellen können zu einer Durchfeuchtung führen.

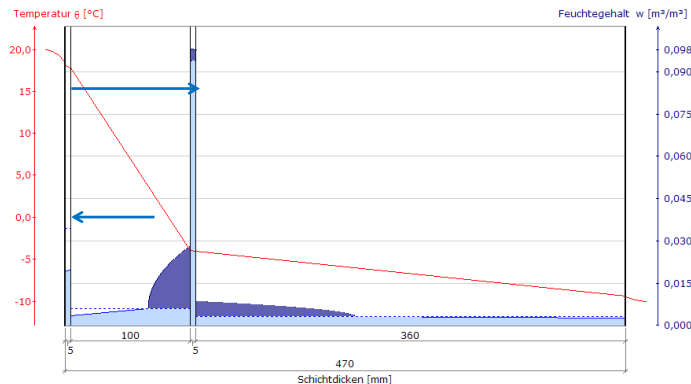


Kondensatbegrenzende Innendämmsysteme

- Das klassische Verfahren die Menge des möglichen Tauwasserausfalls zu begrenzen ist die Anbringung einer entsprechend diffusionsmindernden Schicht (umgangssprachlich Dampfbremse).
- Die Austrocknung nach innen ist behindert, jedoch möglich.
- Saisonale Verbesserung bringt eine feuchtevariable Dampfbremsen (Klimamembrane).
- Hinweis für die Praktiker: Bezeichnungen innerhalb der Norm haben sich geändert.



Typischer Wassergehaltsverlauf einer kapillaren Innendämmung



Kondensattolerierende Innendämmsysteme

- Diffusionsoffene Innendämmsysteme verwenden in aller Regel Baustoffe, die das entstehende Tauwasser aufnehmen, speichern und/oder verteilen bzw. zurücktransportieren (Kapillaraktivität), damit es während der nächsten Entspannungsphase wieder nach innen abgegeben werden kann.
- Bei allen Systemen ist die Diffusionsoffenheit zu gewährleisten, schwierig ggf. bei Vermietungen, Verbot bestimmter „Farben“ (diffusionsdichte Innenbeschichtungen) ist nur bedingt möglich.
- Bei den kapillaraktiven Systemen haben sich verschiedene Lösungsansätze zur Beherrschung des Tauwasserrisikos herausgebildet
 - klassisch kapillaraktive Dämmstoffe (z.B. Dämmputz)
 - Speicherung entstehenden Tauwassers (z.B. Holzfaser)
 - Mehrschichtige Systeme

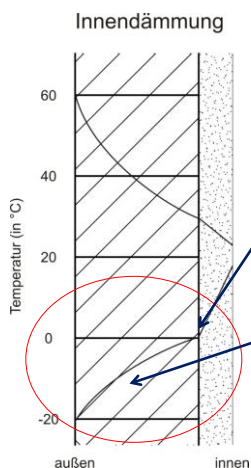
Allgemeingültige Lösung?

- Gibt es gewisse Regelkonstruktionen für die Innendämmung?

Nein

- Eine allgemeingültige Antwort kann es nicht geben: Bei Innendämmungen aus Vakuum-Isolationspaneele bis Calciumsilikat in Fachwerkgebäuden bis zum Ostberliner Plattenbau.
- Kondensattolerierende System funktionieren gut bei vorliegender klimatischer Wechselbelastung. Das bedeutet, dass im erdberührten Bereich klassische Systeme hier ggf. Vorteile haben. Gleiches gilt für den Nutzereinfluss.
- Kapillaraktiven Systemen wird eine höhere Fehlertoleranz zugeordnet.
- Wichtig ist die Abtrocknungsmöglichkeit eingedrungenes Wassers!

Mögliche Feuchteinwirkungen

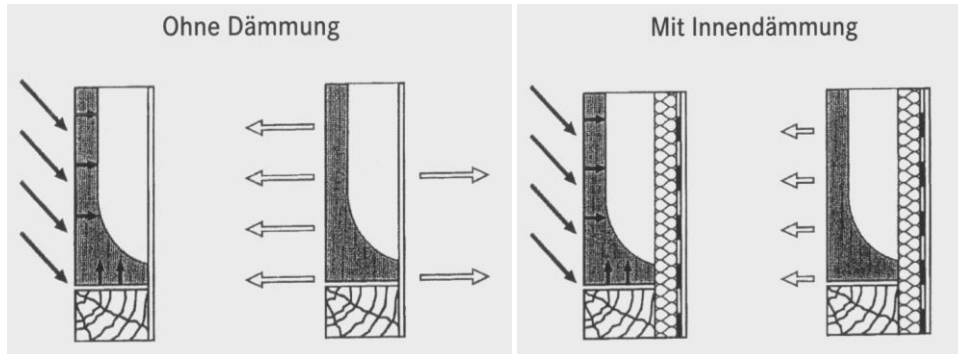


„Taupunktverschiebung“
unbestritten liegt hier in diesem Bereich der
der Außenwand ein Kondensationsrisiko vor

„Temperaturabsenkung“
Verzögerte Abtrocknung kann zu höheren
Durchfeuchtungen der Außenwand nach
der Sanierung führen

Quelle:
J. Gänßmantel,
G. Geburtig;
Richtig dämmen,
Handbuch für
zeitgemäßes Dämmen

Veränderung des Austrocknungspotentials durch eine Innendämmung



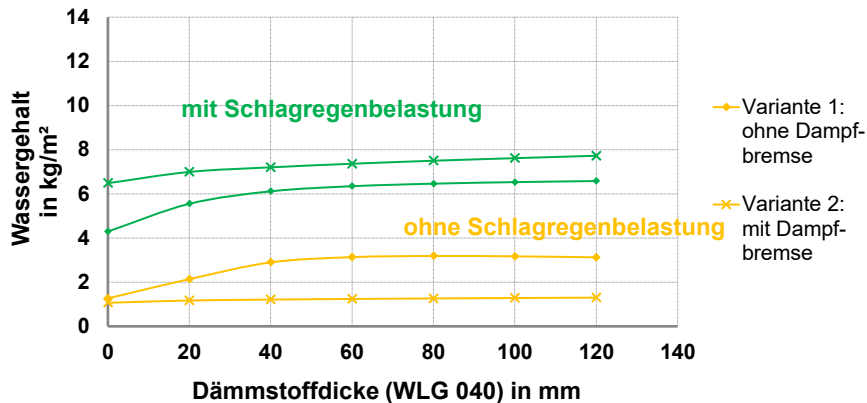
Quelle: K. Sedlbauer, M. Krus: Feuchteadaptive Dampfbremse und kapillaraktiver Dämmstoff im Fachwerk

Untersuchung des Wassergehalts einer Außenwand



alternativ mit innenliegender Dampfsperre ($s_d = 100\text{m}$)

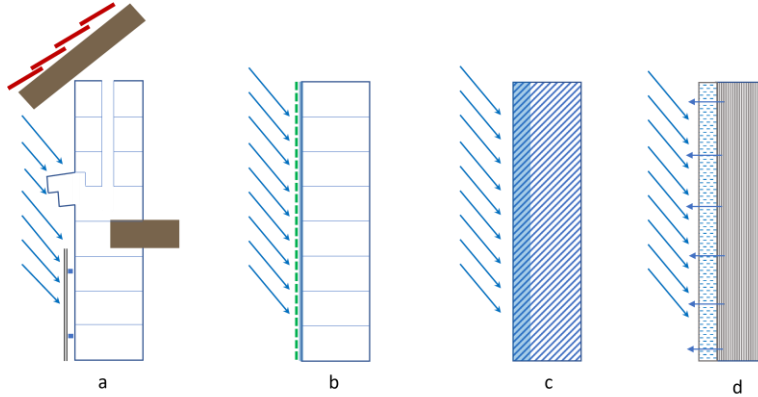
Mittlerer Wassergehalt einer Außenwand



Überprüfung des Schlagregenschutzes

- Der Schlagregenschutz muss ausreichend sein, so dass auch bei geringerer Energiezufuhr eine ausreichend schnelle Abtrocknung erfolgen kann.
- Positiv: Alte nicht regelmäßig beheizte Gebäude haben den Nachweis erbracht, dass auch kalte Außenwände dem Klima widerstehen können.
- In Außenbauteilen ist immer eine gewisse Menge an Wasser enthalten. Immer!
 - Frage ist: Ab welcher Dosis „Wassergehalt“ wird es kritisch?
- Das Eindringen von flüssigem Wasser ist im Bestand praktisch nicht vermeidbar. Wichtig ist daher der Fokus auf eine mögliche Abtrocknung:
 - So dicht wie notwendig, so diffusionsoffen als möglich
- Bei der energetischen Sanierung mittels einer Innendämmung im Bestand:
 - **Innen dämmen? Außen gucken!**

Schutzprinzipien gegen Schlagregen



- a) Konstruktiver Schlagregenschutz: Dachüberstand, Gesimse, Vorhangfassade, zweischalig
b) Schlagregendichte Oberfläche: Putz, Beschichtung, Hydrophobierung
c) Ausreichende Bauteildicke (hoher Transportwiderstand gegen Flüssigwasser)
d) Optimierte Abtrocknung (kapillaraktive Oberfläche, projektbezogene Betrachtung)

Tauwassernachweis von Innendämmsystemen

- Das Tauwasserrisiko ist wohl bekannt und es finden alle drei genannten Schutzprinzipien Anwendung.
- Je höher das Dämmniveau, desto mehr bilden sich mögliche Risiken aus. Daher erfolgt der Nachweis, ob eine Innendämmung gefahrlos eingebaut werden kann, über die eingebrachte Dämmwirkung (ΔR_i).
- Die Norm sieht ein dreistufiges, aufeinander aufbauendes Verfahren vor:
 - nachweisfreie Konstruktionen nach DIN 4108-3
 - vereinfachter Nachweis nach WTA
 - Simulation des gekoppelten Wärme- und Feuchtetransports
- Nähere Informationen finden sich auf den Seiten des FVID e.V. (Fachverband Innendämmung).

Innendämmungsampel nach Gänßmantel

- Die Bemessung erfolgt über den zusätzlich eingebrachten Wärmedurchlasswiderstand ΔR_i in $\text{m}^2\text{K/W}$ (nach Gänßmantel mit WLG 040):

$\Delta R_i \geq 2,0$
über 8 cm

Hoher energetischer Standard nur mit Bauphysiker – nach WTA-Merkblatt 6-5 / DIN 4108-3, Anhang D

$1,0 < \Delta R_i \leq 2,0$
bis 8 cm

Energetische Sanierung z.B. nach KfW möglich; Planung und Detailbetrachtung erforderlich – nach WTA-Merkblatt 6-4 (Glaserdiagramm ungeeignet)

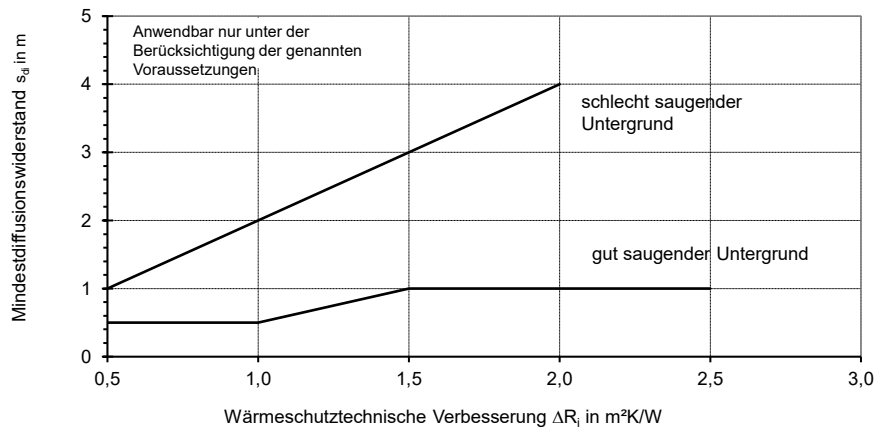
$\Delta R_i \leq 1,0$
bis 4 cm

Deutliche Reduzierung Wärmeverluste und Schimmelpilzrisiko, Verbesserung der Behaglichkeit – nach DIN 4108-3

Nachweisfreie Konstruktionen nach DIN 4108-3

- Seit Einführung des Glaserverfahrens in der DIN 4108-3 gibt es eine lange Liste von Konstruktionen, für die kein Nachweis geführt werden muss.
- Oft wird (sogar unzulässige Mengen) Tauwasser berechnet, jedoch hat die praktische Erfahrung gezeigt, dass keine Schäden eingetreten sind!
- Für die Innendämmung gelten folgende Grenzen für die Nachweisfreiheit (jeweils Innendämmung mit Raumabschluss):
 - $\Delta R_i \leq 0,5 \text{ m}^2\text{K/W}$ ohne Anforderungen an den Diffusionswiderstand (Schimmelsanierung)
 - $\Delta R_i \leq 1,0 \text{ m}^2\text{K/W}$ mit $s_{di} \geq 0,5 \text{ m}$ (diffusionsbremsend)

Vereinfachter Nachweis nach WTA-Merkblatt 6-4



Tauwasserfreiheit in der Tauebene bei Einhaltung des entsprechenden Diffusionswiderstands



Erst denken Dann dämmen!

