

**SCHULUNGS- & BEWERTUNGS-**

**UNTERLAGEN**

Lerneinheit 3

Lektion 7: Dämmung

UPWOOD

*Qualifizierung von Bauarbeitern für Holzbaumethoden energieeffizienter Gebäude*

*methods for energy-efficient buildings*

UPWOOD

*Up-skilling construction workers in wood construction methods for energy-efficient buildings*

*methods for energy-efficient buildings*

UPWOOD

*Up-skilling construction workers in wood construction methods for energy-efficient buildings*

*truction methods for energy-efficient buildings*

UPWOOD

*Up-skilling construction workers in wood construction methods for energy-efficient buildings*

*methods for energy-efficient buildings*

UPWOOD

*Up-skilling construction workers in wood construction methods for energy-efficient buildings*

*methods for energy-efficient buildings*

UPWOOD

*Up-skilling construction workers in wood construction methods for energy-efficient buildings*

*methods for energy-efficient buildings*

UPWOOD

*Up-skilling construction workers in wood construction methods for energy-efficient buildings*

Inhalt

[Inhalt 1](#_Toc75781837)

[1. Einleitung 2](#_Toc75781838)

[2. Definitionen 3](#_Toc75781839)

[3. Vorteile der Wärmedämmung in Gebäuden 5](#_Toc75781840)

[4. Dämmmaterialien 7](#_Toc75781841)

[4.1 Dämmung aus Glaswolle 9](#_Toc75781842)

[4.2 Earthwool Dämmung 10](#_Toc75781843)

[4.3 Polyester-Dämmung 10](#_Toc75781844)

[4.4 Dämmung aus Steinwolle 11](#_Toc75781845)

[4.5 Reflektierende Folienisolierung 12](#_Toc75781846)

[4.6 Harte Dämmplatten (EPS & XPS) 12](#_Toc75781847)

[4.7 Sprühschaumisolierung 13](#_Toc75781848)

[4.8 Holzfasern 14](#_Toc75781849)

[4.9 Zellulose-/ Papierfasern 14](#_Toc75781850)

[4.10 Übliche Dämmstoffe, „R“-Werte, Vor- und Nachteile 15](#_Toc75781851)

[5. Anwendung von Materialien 17](#_Toc75781852)

[6. Fehler bei Wärmedämmsystemen – Wärmeverluste 22](#_Toc75781853)

[7. FRAGEN UND ANTWORTEN (FAQS) 25](#_Toc75781854)

[8. FALLSTUDIEN 26](#_Toc75781855)

[8.1 FALLSTUDIE 1 26](#_Toc75781856)

[8.2 FALLSTUDIE 2 27](#_Toc75781857)

[9. MULTIPLE CHOICE FRAGEN 29](#_Toc75781858)

[10. FALLSTUDIEN & ANALYSE VON ANWENDUNGSSZENARIEN 30](#_Toc75781859)

[11. Quellen 31](#_Toc75781860)

1. **Einleitung**

Eine Wärmedämmung ist definiert als die Verringerung der Wärmeübertragung (die Übertragung von Wärmeenergie zwischen Objekten unterschiedlicher Temperatur) zwischen Objekten in thermischem Kontakt.

Schwerpunktthemen:

* Die Reduktion des Energieverbrauchs aus fossilen Brennstoffen ist der wichtigste Faktor für die Förderung von Nachhaltigkeit.
* Eine Dämmung hat großes Potenzial CO2-Emissionen zu reduzieren.
* Die durch die Verwendung von Dämmungen eingesparte Energie überwiegt bei weitem die bei ihrer Herstellung verwendete Energie. Erst wenn ein Gebäude einen „Niedrigenergie“ -Standard erreicht, wird der Kohlenstoffemission der Dämmung von Bedeutung.
* Um den Schall von außen und von innen zu reduzieren.
* Verbesserung des Brandschutzes von Gebäuden.

1. **Definitionen**

Entweder sind die thermischen Eigenschaften von Dämmstoffen und Baumaterialien bekannt oder man kann sie genau messen. Die Menge der Wärmeübertragung (Durchfluss) einer beliebigen Kombination von Materialien kann berechnet werden. Um Wärmeverluste zu berechnen und die beteiligten Faktoren zu verstehen, ist es jedoch notwendig, bestimmte Fachbegriffe zu kennen und zu verstehen.

***Wärmeenergie***

Eine Kilokalorie (1 kcal oder 1.000 Kalorien) ist die Wärmemenge (Energie), die benötigt wird, um die Temperatur von einem Kilogramm Wasser um ein Grad Celsius [°C] zu erhöhen. Die SI-Standardeinheit für Energie ist Joule [J]. Ein kcal entspricht ungefähr 4,18 kJ (diese variiert leicht mit der Temperatur). Eine weitere Einheit ist die Btu (British Thermal Unit). Ein Btu entspricht ungefähr 1 kJ.

**Umrechnungstabelle für Arbeits-, Energie- und Wärmeeinheiten**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **J** | **kJ** | **kWh** | **kcal** | **kpm** |
| **1J = 1Nm=1Ws** | 1 | 10-3 | 2,78\*10-7 | 2,39\*10-4 | 0,102 |
| **1kJ** | 1000 | 1 | 2,78\*10-4 | 0,239 | 102 |
| **1kWh** | 3,6\*106 | 3,6\*103 | 1 | 860 | 3,67\*105 |
| **1 kcal** | 4,19\*103 | 4,19 | 1,16\*10-3 | 1 | 427 |
| **kpm** | 9,81 | 9,81\*10-3 | 2,72\*10-6 | 2,34\*10-3 | 1 |

Quelle: <https://www.bossard.com/global-en/assembly-technology-expert/technical-information-and-tools/technical-resources/conversion-tables/conversion-table-for-units-of-work-energy-and-heat/>

**Wärmedurchgangskoeffizient (K-Wert)**

Einfach ausgedrückt ist der K-Wert ein Maß für die Fähigkeit eines Materials, Wärme durch seine Masse zu leiten. Verschiedene Dämmstoffe und andere Materialarten haben spezifische Wärmeleitfähigkeitswerte, mit denen ihre Dämmwirkung gemessen werden kann. Sie kann definiert werden als die Menge an Wärme/Energie (ausgedrückt in kcal, Btu oder J), die in einer Zeiteinheit durch eine Einheitsfläche einer Einheitsdicke eines Materials geleitet werden kann, wenn eine Einheitstemperaturdifferenz besteht. Die Wärmeleitfähigkeit kann in [kcal/m°C], [Btu/ft°F] und im SI-System in Watt [W/m°C] ausgedrückt werden. Die Wärmeleitfähigkeit wird auch als K-Wert bezeichnet.

**Wärmeleitfähigkeitskoeffizient “λ” (kcal /m2h°C)**

Dieser wird als „λ” (griechischer Buchstabe Lambda) bezeichnet und ist definiert als die Wärmemenge (in kcal), die in einer Stunde durch 1m² Material mit einer Stärke von 1m geleitet wird, wenn der Temperaturabfall durch das Material bei konstantem Wärmefluss 1°C beträgt. Die Wärmeleitfähigkeit wird durch Tests ermittelt und ist die grundlegende Leistungsbewertung für jedes Material. Sie kann auch in [Btu/ft2h°F] (britische thermische Einheit pro Quadratfuß, Stunde und Grad Fahrenheit) oder in SI-Einheiten in [W/m2K] Kelvin ausgedrückt werden.

**Wärmewiderstand**

Der thermische Widerstand ist der Kehrwert des K-Wertes (1/k).

**Wärmedurchgangswiderstand (R-Wert)**

Der Wärmedurchgangswiderstand (R-Wert) ist der Kehrwert von l (1/l) und wird zur Berechnung des Wärmewiderstands eines Materials oder Verbundmaterials verwendet. Der R-Wert kann in einfachen Worten als der Widerstand definiert werden, der dem Wärmefluss von einem bestimmten Material entgegengesetzt wird. Ein gutes Isolationsmaterial hat einen hohen R-Wert. Jedes Material hat seinen eigenen Wärmedurchgangswiderstand, dessen Wert von zwei Faktoren abhängt: Breite (e) und Wärmeleitfähigkeit (λ). Dieser Zusammenhang wird in der Darstellung (1) erklärt.

|  |  |
| --- | --- |
|  | (1) |

**Wärmedurchgangskoeffizient (U) (kcal m-2 h-1 °C-1)**

Das U-Symbol bezeichnet den Gesamtwärmedurchgangskoeffizienten für einen beliebigen Abschnitt eines Materials oder eines Verbundwerkstoffs. Es wird als Watt pro Quadratmeter Kelvin (W/m2\*K) ausgedrückt und ist umgekehrt proportional zum Wert des Gesamtwärmedurchgangswiderstands (RT) einer gegebenen Wandlösung, wie in Darstellung (2) formuliert.

|  |  |
| --- | --- |
|  | (2) |

Es kann auch in anderen Einheitensystemen ausgedrückt werden. Der U-Koeffizient umfasst den Wärmewiderstand der Wand- und Fußboden-Oberflächen sowie den Wärmewiderstand einzelner Schichten und Lufträume, die in der Wand oder im Boden selbst enthalten sein können.

1. **Vorteile der Wärmedämmung in Gebäuden**

1. Die Hauptfunktion von Wärmedämmstoffen in Gebäuden ist die Reduktion der Wärmeübertragung in Gebäudewänden. Eine Dämmung kann die eindringende Wärme- oder Kältemenge reduzieren und so den Heiz- oder Kühlaufwand reduzieren, um ein angenehmes Klima im Gebäude (~20-24°C) aufrechtzuerhalten.



**Abbildung 1:** Wärmeverluste in Gebäuden

2. Die Wärmedämmung von Gebäudewänden hat einen erheblichen Einfluss auf die Reduzierung des thermischen Energieverbrauchs in Gebäuden, was zu einer Reduzierung der CO2-Emissionen führt.

3. Energieeffizienz durch Wärmedämmung

Fossile Brennstoffe wie Erdöl und Erdgas decken einen erheblichen Teil des weltweiten Energiebedarfs und sind nur als begrenzte Ressourcen verfügbar. In einer Welt der knappen Ressourcen mit kontinuierlich steigendem Energiebedarf werden verschiedene Ansätze zur effizienten Nutzung von Energie angewendet. Die Wärmedämmung ist dabei eines der erfolgreichsten Instrumente zur Energieeinsparung.

4. Widerstandsfähig und langlebig – beständige Gebäude

Die Wärmedämmung reduziert Wärmebewegungen und Kondensation. Daher verhindert es das Auftreten von Feuchtigkeit, Schimmel, Gefrieren oder Verformungen und die Schwächung von Eisenteilen durch Korrosion; außerdem trägt sie zur Erhaltung des Gebäudes bei. Das Gebäude hat sowohl eine längere Lebensdauer als auch eine erhöhte Haltbarkeit dank der Wärmedämmung, die auch zur Erdbebensicherheit beiträgt.

5. Positive Wirkung auf die menschliche Gesundheit

Bei richtiger Anwendung der Wärmedämmung erhöht eine homogene Wärmeverteilung zwischen den Innenräumen den Komfort in den Wohnräumen.

Darüber hinaus trägt die Wärmedämmung außerhalb des Gebäudes positiv zur menschlichen Gesundheit bei, indem Faktoren, die sich negativ auf die menschliche Gesundheit auswirken können wie Luftfeuchtigkeit, Schimmel, Pilze, Nässe, Staub, Lärm und Luftverschmutzung vermieden werden.

6. Umwelt und ökologisches Gleichgewicht

Wärmedämmungen helfen das ökologische Gleichgewicht zu schützen. Für das Heizen, Kühlen und Klimatisieren von wärmegedämmten Gebäuden wird nur minimale Energie verwendet; Reduzierung des Verbrauchs fossiler Brennstoffe wie Kohle und Erdgas. Dadurch werden die Emissionen von Kohlendioxid (CO2), Schwefeldioxid (SO2) und anderen schädlichen Treibhausgasen in die Atmosphäre minimiert und die negativen Auswirkungen auf das ökologische Gleichgewicht reduziert.

Wenn Sie die Wärmedämmung im Gebäude in Kombination mit passenden Brennstoffen und richtiger Technik anwenden, dient der gesamte Energieverbrauch dem Heiz- oder Kühlzweck. Daher können Sie die Umweltauswirkungen des Heizmaterials minimieren, ohne Energie zu verschwenden.

7. Unterstützung der Schalldämmung

Wärmedämmung reduziert Lärm sowie Witterungseinflüsse von außen; Daher trägt es dazu bei, ungesunde Einwirkungen durch Lärm zu hemmen. Darüber hinaus verhindern Wärmedämmungen in Gebäudefugen wie Aufzügen, Treppen und Installationen das Auftreten von Schallübertragungen.

8. Beitrag zur Volks- und Familienökonomie

Wartungs- und Reparaturkosten werden durch eine Wärmedämmung reduziert, die das Gebäude vor äußeren Einflüssen schützt. Es reduziert den Import fossiler Brennstoffe und die Abhängigkeit unseres Landes vom Ausland, da es eine optimale Nutzung der Energieressourcen gewährleistet. Darüber hinaus trägt es auch zur wirtschaftlichen Leistung bei, indem es die Kosten für Gebäudeenergie und für Gesundheitsaufwendungen der Familie senkt.

Um die beste Dämmungsart zu wählen, sollte zunächst Folgendes bestimmt werden:

* Wo soll bzw. muss die Dämmung installiert/zusätzlich angebracht werden?
* Was sind die empfohlenen R-Werte für Bereiche, die gedämmt werden sollen?

1. **Dämmmaterialien**

Industrielle Dämmprodukte werden im Wesentlichen in drei Gruppen eingeteilt: 1) Anorganische oder Mineralfaserprodukte, 2) Petrochemische oder Zellkunststoffprodukte und 3) pflanzliche/tierische Produkte.

**Anorganische oder Mineralfaserprodukte** umfassen Steinwolle, Schlackenwolle und Glaswolle, die aus recyceltem Abfall gewonnen werden können. Diese Materialien werden bei hohen Temperaturen geschmolzen, zu Fasern versponnen und dann mit einem Bindemittel versehen, um feste Platten und Isoliermatten herzustellen. Wenn Mineralfasern unter geeigneten Bedingungen entfernt werden, können sie am Ende ihrer Lebensdauer wiederverwendet und recycelt werden.

**Petrochemische oder Zellkunststoffprodukte** werden aus Erdöl gewonnen und umfassen Polyurethan, Phenol, expandiertes Polystyrol und extrudiertes Polystyrol. Die Produkte sind als Schüttgut, Hartplatten und Schaumstoff erhältlich. In der Vergangenheit wurden im Produktionsprozess ozonschichtschädigende Stoffe wie FCKW verwendet. Der Produktionsprozess wurde jedoch auf neutrale Kohlenwasserstoffe umgestellt. Daher ist es wichtig bei der Beschaffung von Dämmprodukten aus Zellkunststoff sicherzustellen, dass die angegebenen Produkte keine ozonabbauenden Mittel im Produktionsprozess verwenden. Zellstoffprodukte können recycelt werden, jedoch ist es ein umständlicher Prozess. Es ist besser, wenn Zellkunststoff am Ende ihrer Lebensdauer zur Energierückgewinnung verbrannt werden.

Zu **Produkten aus natürlichen oder erneuerbaren Fasern** gehören Zellulosefasern, Schafwolle, Baumwolle und Flachs. Diese Produkte haben eine geringe Graue Energie, da die Materialien aus nachwachsenden Rohstoffen stammen. Die Produkte gibt es in Form von Fasern, Fasermatten oder gepressten Platten. Ihre Herstellung erfolgt durch chemische Behandlung, um entsprechende Eigenschaften wie Feuerbeständigkeit und Schutz vor Schädlingsbefall zu gewährleisten. Daher ist es am Ende der Lebensdauer schwierig, sie zur Energierückgewinnung durch Verbrennung zu verwenden.

**Dämmmaterialien**

**Organische Materialien**

**Anorganisch Materials**

**Natürlich (erneuerbar)**

**Petrochemisch**

**Glaswolle**

**Steinwolle**

**Styropor (EPS)**

**Extrudiertes Polystyrol(XPS)**

Phenol-Formaldehyd (PF)

**Polyurethan (PUR)**

**Polyisocyanurat (PIR)**

Harnstoff-Formaldehyd (UF)

**Zellulose**

Kokos

Flachs

**Hanf**

**Recycelte Baumwolle**

**Schafwolle**

**Holzfaser**

Expandierter Kork

Kalziumsilikat

Schaumglas

**Perlit**

Vermiculit

**Blähton**

Expandierte Polymilchsäure (PLA) (Neues Material)

Vakuumdämmplatte(VIPs)   
(Neues Material)

Thermoplatte (Neues Material)

Greensulate (Pilz) (Neues Material)

Aerogel   
(Neues Material)

**Abbildung 2:** Wärmedämmstoffe am Markt. Hinweis: Häufig verwendete Materialien sind fett markiert.

## Dämmung aus Glaswolle

Glaswolle ist die am häufigsten verwendete Art der Dämmmaterialien in Wohn-, Gewerbe- oder Industriebauten. Glaswolle wird auch als Glasfaserdämmung bezeichnet und besteht zu 80 % aus recyceltem Glasmaterial. Das Glas wird in einem Ofen geschmolzen und dann durch eine Spinnmaschine geschickt, um Fasern zu erzeugen. Die Glasfasern in der Glaswolle-Dämmung erzeugen Millionen winziger Luftpölster, die Luft einschließen. Der R-Wert der Glaswolle-Dämmung reicht von R1,5 für Wände bis zu R6,0 für Deckenanwendungen. Glaswolle-Dämmung ist im Vergleich zu anderen Dämmprodukten relativ günstig. Produkte zur Wärmedämmung aus Glaswolle sind: Knauf Earthwool Insulation, Fletcher Pink Batts und Bradford Wärmedämmung.

**Eigenschaften und Vorteile von Glaswolle:** hohe Wärmedämmleistung – ganzjähriger Komfort, nicht brennbar, spart Energie – niedrigere Energiekosten, einfach in der Handhabung und Installation, leicht, flexibel und widerstandsfähig.

## Earthwool Dämmung

Glaswolle-Dämmung ist eine allgemeine Dämmkategorie, während die Earthwool-Dämmung ein spezifisches Produkt ist, das von Knauf Insulation hergestellt wird. Aber was unterscheidet Earthwool-Dämmung von herkömmlichen Glaswolleprodukten? Die Earthwool-Dämmung wird mit der ECOSE-Technologie hergestellt, einem nachhaltigen, erneuerbaren, biobasierten Bindemittel, das keinen zugesetzten Formaldehyd enthält. Es werden keine herkömmlichen Chemikalien auf Petroleumbasis verwendet. Earthwool wird sehr häufig als Wärmedämmstoffe in Wohn-, Gewerbe- und Industrieanwendungen eingesetzt. Es ist in den Produkttypen Wand, Decke, Boden und Akustik erhältlich.

**Eigenschaften und Vorteile von Earthwool:** geringe Reizwirkung, d.h. nicht juckend auf der Haut, umweltfreundliches, natürliches Bindemittel, hohe Wärmedämmleistung – ganzjähriger Komfort, Akustikprodukte erhältlich, nicht brennbar, 50 Jahre Garantie, komprimiert verpackt – mehr Produkt pro Packung, geruchlos.

## Polyester-Dämmung

Polyester wird aus mindestens 50% recycelten PET-Kunststoffen wie Getränkeflaschen hergestellt, die sonst auf Mülldeponien landen würden. Polyesterfasern werden durch Hitze miteinander verbunden ohne Verwendung von Bindechemikalien. Dadurch erhält Polyester seine starre und dennoch flexible Struktur. Polyester ist ein beliebtes Wärmedämmmaterial, da es keine atmungsaktiven Partikel enthält und eine gute Wahl für Menschen mit Asthma oder schwerer Stauballergie ist. Polyester-Material ist weich im Griff und kratzfrei, was es zu einem geeigneten DIY-Material für Renovierungs- oder Nachrüstungsprojekte macht, da bei der Handhabung keine Schutzkleidung erforderlich ist. Im Vergleich zu Glaswolle kann Polyester-Wärmedämmmaterial teurer sein. Es kann jedoch für die gleichen Anwendungen wie Glaswolle verwendet werden, wie z.B. Gewerbe- und Wohnbauten. Das Material ist vorgeschnitten, um in Holzrahmen von Wänden, Decken, Abständen von Unterboden- und Zwischenbodenbalken zu passen. Beispiele für Polyester-Dämmprodukte umfassen: Bradford Polymax, Autex Greenstuf Polyester und Autex Akustiksortiment (Quietspace, Etch, Workstation).

**Eigenschaften und Vorteile von Polyester:** Hergestellt aus recycelten Materialien, das Produkt selbst kann recycelt werden, anti-allergene Partikel, ungiftig und nicht reizend, berührungssicher, nicht brennbar, 50 Jahre Haltbarkeitsgarantie.

## Dämmung aus Steinwolle

Steinwolle-Dämmung wird aus Gestein wie Basalt hergestellt. Bei der Produktion von Steinwolle wird zuerst das Gestein geschmolzen und dann bei hohen Temperaturen gesponnen, um Fasern zu erzeugen, aus denen Dämmmatten oder -rollen entstehen. Während dieses Prozesses wird kein Bindeharz verwendet. Steinwolle-Dämmung ist einer hohen Feuerwiderstandsklasse zuzuordnen, da sie nicht brennbar ist, keine Wärme leitet und Temperaturen von über 1000°C standhält. Die Dämmfähigkeit von Steinwolle beruht darauf, dass Luft zwischen den Fasern eingeschlossen wird, was die Wärmeübertragung einschränkt. Grundsätzlich ist Steinwolle dreimal teurer als Glaswolldämmung. Steinwolle bietet hohe R-Werte, Akustik- und Brandschutzklassen. Sie kann sowohl im Wohn- als auch im Gewerbebereich verwendet werden, obwohl Steinwolle am häufigsten in Wandkonstruktionen zwischen angrenzenden Mietwohnungen verwendet wird. Beispiele für Steinwolle-Dämmprodukte sind: James HardieFire und Bradford Fireseal.

**Eigenschaften und Vorteile von Steinwolle:** sehr langlebig, Leistung wird durch Wasserkontakt nicht beeinträchtigt, Feuerbeständigkeit, nicht brennbar, hohe Schalldämmleistung, hohe Wärmedämmleistung, 10 Jahre Garantie.

## Reflektierende Thermofolien

Diese Art von Dämmung hat eine reflektierende Oberfläche aus Aluminium (oder einem ähnlichen Material). Die Thermofolie ermöglicht einigen Gewerken im Innenraum mit der Arbeit zu beginnen, bevor die Fliesen und Verkleidungen angebracht werden, was die Effizienz der Arbeitsabläufe auf der Baustelle verbessert. Die reflektierende Thermofolie allein hat nur einen geringen R-Wert von etwa R1,0. Bei korrekter Installation mit totem Luftraum (abgedichteter Hohlraum ohne Luftbewegung) können jedoch viel höhere R-Werte erreicht werden. Der tote Luftraum bietet einen zusätzlichen R-Wert, also je größer der tote Luftraum ist desto größer der Gesamt-R-Wert. Die Folie erhöht den Wärmedämmwert des Hauses, indem sie eindringende Wärme in das Gebäude reflektiert. Sie kann im gewerblichen und privaten Bereich verwendet werden. Beispiele für eine reflektierende Folienisolierung sind: Kingspan AIR-CELL Sortiment und Fletcher Dämmsortiment.

**Eigenschaften und Vorteile der reflektierenden Folie:** kostengünstig, dünn und leicht, dadurch einfach zu verarbeiten und anzupassen, kann als Dampfsperre verwendet werden, da sie nicht von Feuchtigkeit beeinflusst wird, nicht abbaubar und nicht brennbar, sie ist ungiftig und nicht krebserregend, wodurch die Installation sicherer und einfacher ist und weniger Sicherheitsausrüstung nötig ist, sehr effektiv in warmen Klimazonen, wo es nützlich ist Gebäude kühl zu halten.

## Harte Dämmplatten (EPS & XPS)

Viele Dämmplatten sind so konzipiert, dass sie hohe R-Werte bei geringer Stärke erreichen. Beispielsweise sind Kingspan Kooltherm und andere so konzipiert, dass sie Wärme reflektieren, wie z.B. Alukaschierte Dämmplatten. Dämmplatten können stabile Innentemperaturen schaffen und minimieren den Wärmeverlust im Winter und die Erhitzung im Sommer. Dämmplatten können entweder eine geschlossene oder eine offene Zellstruktur aufweisen. Geschlossene Zellstrukturen sind härter und fester und wirken als effektive Dampfsperre, die das Risiko des Feuchtigkeitseindringens verringert. Ein Beispiel für eine geschlossene Zellstrukturen von Dämmplatten ist eine extrudierte Polystyrol-Dämmung bzw. XPS-Dämmung. Andererseits ist die offene Zellstruktur weicher und elastischer, und es gibt Luftporen innerhalb des Wärmedämmmaterials. Ein Beispiel für eine offene Zellstruktur von Dämmplatten ist eine Dämmung aus expandiertem Polystyrol bzw. EPS-Dämmung.

Dämmplatten sind ein wirksames Wärmedämmprodukt sowohl für Gewerbe- als auch für Wohnanlagen und eignen sich für eine Vielzahl von Anwendungen: Dächer, Wände, Decken einschließlich Kathedralendecken, Unterbodenkonstruktionen für Wohngebäude, industrielle Fabrikauskleidung.

## Sprühschaumisolierung

Sprühschaum ist in der Regel teurer als die meisten anderen Dämmstoffe. Für die Installation ist ein Gebläse sowie ein geschulter professioneller Installateur erforderlich. Dies impliziert potenziell höhere Gesamtkosten. Sprühschaum dichtet Luftlecks besser ab, verhindert Wasserlecks und minimiert das Schimmelwachstum. Somit wird die Isolierung weniger wahrscheinlich beschädigt, sodass Kontrollen weniger oft erforderlich sind. Schaumspray hat bei trockener Lagerung eine Lebensdauer von ca. 50 Jahren. Ähnlich wie bei Hartplatten gibt es zwei Hauptkategorien von Sprühschäumen: offenzellige Schäume und geschlossenzellige Schäume. Offenzellige Sprühschäume sind aufgrund der Luft, die in die Zellen eindringt, dichter und elastischer, wodurch eine stärkere schalldämpfende Wirkung erzielt wird. Offenzelliger Schaumstoff ist kostengünstiger als geschlossenzelliger. Geschlossene Zellen sind jedoch steifer und fester in ihrer Struktur, wodurch das Eindringen von Luft und Wasser besser verhindert wird. Sprühschaum ist ein wirksames Dämmmaterial in Wohnhäusern und eignet sich für Nachrüstungen.

**Eigenschaften und Vorteile der Sprühschaumisolierung:** Reduzierung der Energiekosten, luftdichte Versiegelung, Reduzierung von Luftzug, verhindert Schimmelbildung, lange Lebensdauer von bis zu ca. 50 Jahren, umweltfreundliches Produkt.

## Holzfasern

Der Rohstoff für Holzfaser-Dämmstoffe stammt aus nachhaltiger Forstwirtschaft, die den strengen Anforderungen des FSC (Forest Stewardship Council) erfüllt. Das Ziel des FSC® ist die Förderung einer umweltgerechten, sozialverträglichen und wirtschaftlich nachhaltigen Waldbewirtschaftung. Damit leistet der Einsatz von Holzfaser-Dämmstoffen einen wesentlichen Beitrag zum Klimaschutz. Ein durchschnittlicher Baum speichert während seines Wachstums etwa 1 Tonne CO² und produziert gleichzeitig 0,7 Tonnen Sauerstoff. Das in den Bäumen in Form von Kohlenstoff gespeicherte CO² verbleibt im fertigen Produkt, während die nachgepflanzten Bäume weiterhin das Treibhausgas CO² aus der Atmosphäre aufnehmen.

Holzfaser-Dämmstoffe zeichnen sich durch eine gute Druckfestigkeit sowie Dimensionsstabilität aus. Zugeschnittene Größen behalten ihre Form und lassen sich auch kopfüber sicher verlegen. Dank des flexiblen Aufbaus des Dämmmaterials lassen sich kleinere Unebenheiten problemlos ausgleichen. Das Material wird in Form von Platten oder zwischen Holzständern geklemmt, verwendet.

## Zellulose-/ Papierfasern

Die Eigenschaften des Dämmstoffs aus Zellulose-/Papierfasern sind ähnlich wie bei Dämmstoffen aus Holzfasern. Das Material wird aus recycelten Zeitungen hergestellt, denen Antifungizide und Antipyrin-Chemikalien hinzugefügt werden. Ökologische Dämmung aus recyceltem Papier und Chemikalien ohne Bor.

**Anwendungsbereiche** - Lufteinblasdämmung für Holzrahmenanwendungen in Dächern, Wänden und Decken. Offen geblasene Dämmung im Dachgeschoss. Vorgefertigte Wand- und Dachkonstruktionen. Ideale Isolierung für die Renovierung von Dächern und Böden. Fugenfrei, kein Schneiden, hochwertige Zellulose durch moderne Produktionsanlagen, hervorragende Wärmedämmung im Winter, hervorragender Hitzeschutz im Sommer, wasserdampfoffen für ein gesundes Raumklima, dauerhafte Standfestigkeit bei minimalem Materialeinsatz, Einsatz mit Maschinen aller Größen, geschulte Installateure sorgen für eine qualitativ hochwertige Installation.

## Übliche Dämmstoffe, „R“-Werte, Vor- und Nachteile

Einige der gebräuchlicheren Dämmmaterialien werden in der folgenden Tabelle 1 mit ihren relativen Isolierwerten und den Vor- und Nachteilen verglichen. Im Allgemeinen sind die teureren Materialien wie Polyurethanschäume bei gegebenen Stärken effizientere Isolatoren. Mit dem Bewertungssystem „R-Wert“ (siehe Definitionen in Abschnitt 2.) können äquivalente „R-Werte“ für verschiedene Dämmstofftypen ermittelt werden.

**Table 1:** Gängige Dämmstoffe, „R-Werte“, Vor- und Nachteile

| **Dämmstoff** | **R-Wert, 25mm** | **Vorteile** | **Nachteile** |
| --- | --- | --- | --- |
| Polyurethan, Platte | 6.25 | Sehr guter R-Wert, kann mit Glasfaserharzen verwendet werden | Nicht immer leicht verfügbar, relativ teuer |
| Polyurethan, gesprüht | 7.0 | Sehr guter R-Wert, kann mit Glasfaserharzen verwendet werden, einfache Verarbeitung mit Sprühgeräten | Nicht immer leicht erhältlich, teuer, erfordert spezielle Sprühgeräte |
| Polyurethan, gegossen (Zweikomponenten-Chemikalie) | 6.6 | Sehr guter R-Wert, kann mit Glasfaserharzen verwendet werden, relativ einfach zu verarbeiten | Nicht immer leicht verfügbar, teuer, erfordert sehr sorgfältige Volumenberechnungen |
| Polystyrol, Platten (weich) Handelsname “Styropor” | 5.0 | Leicht verfügbar, kostengünstig, angemessener R-Wert | Kann nicht mit Glasfaserharzen verwendet werden, wenn sie nicht geschützt sind, da sie leicht beschädigt werden |
| Polystyrol, aufgeschäumte und expandierte geformte Perlen. Bekannt als Isopor, Polypor, etc. | 3.5 - 4.0 | Angemessene R-Werte, geringere Kosten als bei Platten mit glatter Oberfläche | Kann nicht mit Glasfaserharzen verwendet werden, wenn sie nicht geschützt sind, da sie leicht beschädigt werden |
| Korkplatte | 3.33 | Verfügbarkeit auf vielen Märkten, angemessene Kosten, kann mit Glasfaser überzogen werden | Niedrigere R-Werte als Polyurethan |
| Glasfasermatte | 3.3 | Geringe Kosten, einfache Installation | Nimmt leicht Wasser oder andere Flüssigkeiten auf, verliert bei Nässe an Dämmwert |
| Steinwollmatten | 3.7 | Wie oben beschrieben | Wie oben beschrieben |
| Holzspäne | 2.2 | Leicht verfügbar, kostengünstig, nicht allergen | Absorbiert Feuchtigkeit und verliert R-Wert, wenn es nass ist, verrottet |
| Holzfasern | 3.33 | Leicht verfügbar, kostengünstig, nicht allergen | Absorbiert Feuchtigkeit und verliert R-Werte, wenn es nass ist, verrottet |
| Zellulose-/ Papierfasern | 4.16 | Leicht verfügbar, kostengünstig, nicht allergen | Absorbiert Feuchtigkeit und verliert R-Werte, wenn es nass ist, verrottet. |
| Sägemehl | 2.44 | Leicht verfügbar, kostengünstig | Absorbiert Feuchtigkeit und verliert an R-Wert, wenn es nass ist, wird bei Erschütterungen komprimiert. |
| Stroh | 4.75 | Leicht verfügbar, kostengünstig | Absorbiert Feuchtigkeit und verliert an R-Wert, wenn es nass ist, beherbergt Insekten usw. |
| Luftzwischenraum | ~1.0 | Keine Kosten | Muss vollständig abgedichtet werden, um eine Luftzirkulation und damit ein Eindringen von Wärme zu verhindern. |

1. **Anwendung von Materialien**

| **Typ** | **Material** | **Anwendung** | **Installations-methoden** | **Vorteile** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Decke:**  **Matten**  **und**  **Rollen** | Glasfaser  Mineralwolle (Stein oder Schlacke)  Kunststofffasern  Naturfasern | Rohbauwände, einschließlich Grundmauern  Böden und Decken | Wird zwischen Ständern, Pfosten und Balken montiert. | Do-it-yourself.  Geeignet für Standardständer- und Balkenabstände, die relativ frei von Hindernissen sind.  Relativ billig. |
| **Betonstein-dämmung**  **und**  **Isolier-betonsteine** | Schaumstoffplatte, anzubringen an der Außenseite der Wand (meist Neubau) oder der Innenseite der Wand (bestehende Häuser):  Einige Hersteller fügen Schaumperlen oder Luft in die Betonmischung ein, um die R-Werte zu erhöhen | Rohbauwände, einschließlich Grundmauern  Neubau oder größere Renovierungen  Wände (Isolier - Betonsteine ) | Erfordert spezielle Fähigkeiten  Isolier Betonsteine werden manchmal ohne Mörtel gestapelt (trocken gestapelt) und flächig verklebt. | Durch die Dämmung der Außenseite der Betonblockwand wird die Masse in den klimatisierten Raum verlagert, wodurch die Innentemperaturen gemildert werden können.  Porenbeton und Porenbeton-Mauersteine haben einen zehnmal höheren Dämmwert als herkömmlicher Beton. |
| **Hartschaum-platte**  **oder Hartschaum** | Polystyrol  Polyisocyanurat  Polyurethan | Rohbauwände, einschließlich Grundmauern  Böden und Decken  Unbelüftete Flachdächer | Innen-anwendungen: müssen mit 1/2-Zoll-Gipsplatten oder einem anderen zugelassenen Material für die Brandsicherheitabgedeckt werden.  Außenanwendungen: müssen mit wetterfester Verkleidung abgedeckt werden. | Hoher Dämmwert bei relativ geringer Dicke.  Kann thermische Brücken verhindern, wenn sie durchgehend über Rahmen oder Balken verlegt wird. |
| **Isolierbetonformen (ICFs)** | Schaumstoff-platten oder Schaumstoff-blöcke | Rohbauwände, auch Grundmauern für Neubau | Wird als Teil der Gebäude-struktur installiert. | Die Dämmung wird buchstäblich in die Wände des Hauses eingebaut, wodurch ein hoher Wärmewiderstand entsteht. |
| [**Lose**](https://www.energy.gov/energysaver/weatherize/insulation/types-insulation#loosefill) **Füllung und Einblasdämmung** | Zellulose  Glasfaser  Mineralwolle (Stein oder Schlacke) | Geschlossene bestehende Wand oder offene neue Wand-hohlräume  Unfertige Dachböden  Andere schwer zugängliche Orte | Mit Spezialgerät eingeblasen, manchmal eingegossen. | Gut geeignet für die zusätzliche Dämmung von bereits fertiggestellten Bereichen, unregelmäßig geformten Bereichen und bei Hindernissen. |
| **Reflektier-endes System** | Folien-beschichtetes Packpapier, Plastikfolie, Polyethylen-blasen oder Karton | Unfertige Wände, Decken und Böden | Folien, Filme oder Papiere zwischen Holzrahmen-ständern, Trägern, Sparren und Balken. | Do-it-yourself.  Geeignet für Rahmen mit Standardabständen.  Blasenform geeignet bei unregelmäßiger Rahmenstruktur oder bei Vorhandensein von Hindernissen.  Am wirksamsten zur Verhinderung eines Wärmeflusses nach unten, die Wirksamkeit hängt vom Abstand ab. |
| **Starre Fasern oder Faser-dämmung** | Glasfaser  Mineralwolle (Stein oder Schlacke) | Leitung in nicht klimatisierte Räume  Andere Orte, die eine Dämmung erfordern, welche hohen Temperaturen standhält | HKLS -Auftragnehmer fertigen die Dämmung in Kanälen entweder in ihren Werkstätten oder auf den Baustellen an. | Kann hohen Temperaturen standhalten. |
| **Gesprühter Schaum und vor Ort gesprüht** | Zement-gebunden  Phenolharz  Polyisocyanurat  Polyurethan | Geschlossene bestehende Wände  Neue offene Wandhohlräume  Unfertige Dachböden | Anwendung in kleinen Sprühbehältern oder in größeren Mengen als druck-gesprühtes (auf-geschäumtes) Produkt. | Gut geeignet für die zusätzliche Dämmung von bereits fertiggestellten Bereichen, unregelmäßig geformten Bereichen und bei Hindernissen. |
| [**Statisch selbsttragende und wärme-gedämmte Paneele (SIPs)**](https://www.energy.gov/energysaver/weatherize/insulation/types-insulation#sips) | Schaumstoff-platte oder Flüssigschaum-Dämmkern  Strohkerndämmung | Unfertige Wände, Decken, Böden und Dächer für den Neubau | Bauarbeiter bauen SIPs zusammen, um Wände und Dach eines Hauses zu bilden. | SIP-basierte Häuser bieten im Vergleich zu traditionelleren Bauweisen eine bessere und gleichmäßige Dämmung; Sie brauchen auch weniger Zeit zum Bauen. |

Die wirtschaftliche Dicke von Wärmedämmstoffen ist die Wahl der Dämmstoffdicke, die die geringsten Gesamtlebenszykluskosten verursacht. Die wirtschaftliche Betrachtung kann genutzt werden, um:

1. um die optimale Dämmstärke für eine bestimmte Dämmung auszuwählen,
2. um zwei oder mehr Dämmstoffe auf die geringsten Kosten für ein bestimmtes Wärmeleistungsniveau zu bewerten.

In jedem Fall bestimmen ökonomische Erwägungen die wirtschaftlichste Lösung einer Dämmung über einen bestimmten Zeitraum. Die Lebenszykluskostenrechnung berücksichtigt die Anschaffungskosten des Dämmsystems plus den laufenden Wert der Energieeinsparungen über die erwartete Lebensdauer. Die ökonomische Dämmstärke wird als die Stärke definiert, die die Gesamtlebenszykluskosten minimiert. Abbildung 3 zeigt die Installationskosten für eine Mehrlagen-Anwendung. Die Steigung der Kurven ist inkonstant und nimmt mit der Anzahl der Schichten zu, da die Arbeits- und Materialkosten mit zunehmender Stärke schneller steigen. Dämmung wird oft in mehreren Schichten angebracht:

1. Weil Materialien nicht einlagig in ausreichender Stärke hergestellt werden
2. In vielen Fällen, um Ausdehnungen und Schrumpfungen von Isolierungen und Systemkomponenten auszugleichen.

Abbildung 3 zeigt die Kurven der Gesamtkosten, Dämmkosten und Kosten der Energieverluste. Punkt A auf der Gesamtkostenkurve entspricht der ökonomischen Dämmstärke, die in diesem Beispiel bei zwei Lagen liegt. Die Betrachtung der berechneten ökonomischen Dämmstärke als Mindeststärke bietet eine Absicherung gegen unvorhergesehene Rohstoffpreiserhöhungen und spart Energie.



**Abbildung 3:** Bestimmung der ökonomischen Dämmstärke – Punkt A.

Anfangs sinken mit zunehmender Dämmstärke die Gesamtlebenszykluskosten, da der Wert an zusätzlichen Energieeinsparungen höher als die zusätzlichen Kosten der Dämmung ist. Eine zusätzliche Isolierung reduziert die Gesamtkosten bis zu einer Stärke, bei der die Änderung der Gesamtkosten gleich Null ist. Zu diesem Zeitpunkt kann keine weitere Reduzierung erreicht werden; darüber hinaus übersteigen die zusätzlichen Dämmkosten die zusätzlichen Energieeinsparungen, die durch das Hinzufügen einer weiteren Dämmung erzielt werden.

1. **Fehler bei Wärmedämmsystemen – Wärmeverluste**

Transmissionswärmeverlust durch die Bausubstanz lassen sich in zwei Kategorien einteilen:

1. Flächenwärmeverluste: durch die Hauptelemente der Bausubstanz (Dach, Wände, Fenster und Boden). Der U-Wert (W/m2K) einer Konstruktion multipliziert mit der Fläche dieser Konstruktion ergibt den Wärmeverlust in (W/K).
2. Wärmeverluste durch Wärmebrücken: durch Ecken, Anschlüsse und Bauteile, die die Dämmschicht durchdringen.

Flächenwärmeverluste lassen sich relativ einfach durch Hinzufügen einer zusätzlichen Schicht aus Wärmedämmmaterial verhindern.

Eine Wärmebrücke entsteht, wenn eine Lücke zwischen Materialien und Strukturoberflächen besteht. Hauptsächlich befinden sich Wärmebrücken in einem Gebäude an den Verbindungsstellen von Verkleidungen und Böden, Verkleidungen und Wänden; Verkleidungen und Dächer, Verkleidungen. Sie treten auch bei Lücken auf (Türen, Fenster, Loggien usw.). Dies sind strukturelle Wärmebrücken. Diese Wärmebrücken variieren in ihrer Bedeutung je nach Art der Wand oder des Daches (gedämmt oder nicht).

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Termiskie tilti |  | Seite_7_Bild_6 |
| A. |  | B. |

**Abbildung 4:** Wärmebrücken im Bau. A. in der Wärmebildkameraansicht ist die Wärmebrücke blau markiert (Innenraumansicht); B. Foto, das Schimmelbildung an der Decke einer Betonplatte neben einer freiliegenden Wärmebrücke am Plattenrand zeigt. Hier bildet ich Kondensation.

In einem nicht ausreichend gedämmten Gebäude stellen Wärmebrücken vergleichsweise nur geringe Verluste (meist unter 20%) dar, da die Gesamtverluste über Wände und Dach sehr hoch sind (ca. >1W/m²K).

Wenn die Wände und das Dach jedoch sehr gut gedämmt sind, steigt der prozentuale Verlust durch Wärmebrücken (mehr als 30%), aber die allgemeinen Verluste sind sehr gering (weniger als 0,3 W/m²K). Aus diesem Grund ist es in Gebäuden mit niedrigem Energieverbrauch wichtig, sehr hohe Wärmewiderstände für Wände und Dächer zu erreichen, um die Wärmeverluste über die Anschlussstellen gering zu halten.

**Integrierte Wärmebrücken - Wärmedämmungsfehler werden in der Planungsphase gemacht**

Eine Wand oder ein Boden besteht fast immer aus mehreren zusammengeklebten, verschraubten oder mechanisch zusammengefügten Bauteilen. Bei schlechter Planung können diese Montagesysteme Wärmebrücken im System erzeugen, daher der Name integrierte Wärmebrücken.



**Abbildung 5:** Infrarot-Scan einer Balkonwärmebrücke mit höheren Temperaturen an der Außenplatte.

**Was kann gegen Wärmebrücken getan werden?**

Auf der Planungsebene ist es zwingend erforderlich, Konstruktionsverfahren und Komponenten zu wählen, die die Oberflächenverluste so gering wie möglich halten und möglichst geringe Verluste in der Verbindung dieser Oberflächen generieren.

1. **FRAGEN UND ANTWORTEN (FAQS)**

**Frage** 1

Wofür werden Wärmedämmstoffe in Gebäuden benötigt?

**Antwort**

Wärmedämmstoffe werden in Gebäude verwendet, um:

* den Energieverbrauch zum Heizen oder Kühlen des Gebäudes zu reduzieren.
* Die Wärmedämmung von Gebäuden hat das größte Potenzial zur Verringerung der CO2-Emissionen bei Wärme-/Kälteanlagen in Gebäuden.
* Um Schall von außen nach innen und umgekehrt zu reduzieren.
* Um den Brandschutz von Gebäuden zu verbessern.

**Frage 2**

Was ist unter dem Begriff „Wärmebrücke“ zu verstehen?

**Antwort**

Eine Wärmebrücke entsteht, wenn ein Zwischenraum zwischen Materialien und Strukturoberflächen besteht. Am häufigsten befinden sich Wärmebrücken in einem Gebäude an den Verbindungsstellen von Verkleidungen und Böden, Verkleidungen und Wänden; Verkleidungen und Dächer, Verkleidungen.

**Frage 3**

Wie wählt man das geeignetste Dämmmaterial aus vielen Dämmstoffarten aus?

**Antwort**

Um das beste Dämmmaterial zu wählen, sollte zunächst Folgendes bestimmt werden:

* Wo soll/muss die Isolierung installiert/hinzugefügt werden
* Die empfohlenen R-Werte für die Bereiche, die gedämmt werden sollen

1. **FALLSTUDIEN**

## FALLSTUDIE 1

**Aufgabe:** Bitte berechnen Sie den Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) zur Ziegelwand (Utot) mit den folgenden Parametern:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Material** | **Lehm-ziegel** | **Glaswolle** | **Beton-blöcke** | **Gips** |
| Stärke, m **(B)** | 0,100 | 0,100 | 0,100 | 0,013 |
| Leitfähigkeit (k-Wert), W/m⋅K **(K)** | 0,77 | 0,04 | 1,13 | 0,50 |

Außenfläche R-Wert 0,040 Km²/W und Innenfläche R-Wert: 0,130 Km²/W

**Lösung:**

U-Wert-Berechnungen können wie folgt unter Betrachtung der einzelnen Schichten jedes Bauteils durchgeführt werden. Beachten Sie jedoch, dass das nicht für Kältebrücken (z.B. durch Maueranker), Luftspalten rund um die Dämmung oder die unterschiedlichen thermischen Eigenschaften von z.B. Mörtelfugen gilt.

Schritt 1. Berechnen Sie den Widerstandswert (R-Wert) für jedes Material (Ri):

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Material | Stärke | Leitfähigkeit  (k-Wert) | Widerstand  (R-Wert) |
| Gleichung | Bi | Ki | Ri=Bi/Ki |
| Außenfläche | – | – | 0,040 Km²/W |
| Lehmziegel | 0,100 m | 0,77 W/m⋅K | 0,130 Km²/W |
| Glaswolle | 0,100 m | 0,04 W/m⋅K | 2.500 Km²/W |
| Betonblöcke | 0,100 m | 1,13 W/m⋅K | 0,090 Km²/W |
| Gips | 0,013 m | 0,50 W/m⋅K | 0,026 Km²/W |
| Innenfläche | – | – | 0,130 Km²/W |

Schritt 2. Berechnen Sie den Widerstandswert (R-Wert) zur Wand (Rtot):

**Rtot**=ROut+RBricks+RWool+RBlocks+Rplaster+Rins=0,040+0,130+2,500+0,090+

+0,026+0,130=2,916 **K m²/W**

Schritt 3. Berechnen Sie den Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) zur Wand (Utot):

**Utot**=1/Rtot=1/2,916=**0,343 W/m²K**

Beachten Sie, dass im obigen Beispiel die Leitfähigkeiten (k-Werte) von Baustoffen frei online verfügbar sind; insbesondere von Materialherstellern. Tatsächlich verbessert die Verwendung von Herstellerdaten die Genauigkeit, wenn spezifische Produkte bereits zum Zeitpunkt der Berechnung bekannt sind.

## FALLSTUDIE 2

**Aufgabe:** Berechnen Sie den Wärmeübergang (Qtot) durch eine flache Wand (aus Fallstudie 1) mit den Maßen (H)3m x (L)15m und den Temperaturen außen (-15C) und innen (+22C).

**Solution:**

Schritt 1. Berechnen Sie die Wandfläche A.

**A** = HxL = 3x15=**45m2**

Schritt 2. Berechnen Sie die Temperaturdifferenz (ΔT)

**ΔT** = T1 – T2=-15 – 22 = **-37C**

Schritt 3. Berechnen Sie die Wärmeleitfähigkeit aus Fallstudie 1.

**Ktot**=KBricks+KWool+KBlocks+Kplaster = 0,77+0,04+1,13+0,50=**2,44 W/m⋅K**

Schritt 4. Berechnen Sie die Wandstärke

**B**=Summe (Bi) = 0,100+0,100+0,100+0,013=**0,313 m**

Schritt 5. Berechnen Sie den Verlust oder Gewinn durch die Wärmeleitung einer flachen Wand (Q)

**Q** = k x A x ΔT / X = 2,44x45x(-37)/0,313 =  **̴-12980W** = **̴-13 KW**

wobei Q der Wärmeverlust oder -gewinn (W oder Btu/h) ist;

k ist die Wärmeleitfähigkeit (W/mK oder Btu/(hr ft °F));

A ist die Fläche des Wärmestroms (m2 oder ft2);

ΔT ist die Temperaturdifferenz (C oder F);

X ist die Materialstärke (m oder in.).

1. **MULTIPLE CHOICE FRAGEN**

Frage 1: In welcher Bauphase lassen sich Wärmebrücken im Gebäude am einfachsten bestimmen und vorhersagen?

a) Durch eine Wärmebildkamera nach Fertigstellung des Gebäudes.

b) Wenn das Gebäude bewohnt ist. Üblicherweise in der Winterzeit.

**c) In der Entwurfsphase.**

Frage 2: Welches der Symbole steht für den Wärmewiderstand?

1. “λ”
2. “R-Wert”
3. **“U-Wert”**
4. “K- Wert”

Frage 3: Ist es wirtschaftlich, ein Haus mit unbegrenzter Wärmedämmung zu bauen?

1. Ja, mehr Wärmedämmmaterial bedeutet ein wärmeres Gebäude im Winter.
2. **Nein. Das Wärmedämmmaterial sollte der wirtschaftlichen Stärke nahekommen.**
3. Wirtschaftliche Parameter und Stärke des Wärmedämmmaterials sind nicht miteinander verbunden.
4. **FALLSTUDIEN & ANALYSE VON ANWENDUNGSSZENARIEN**

**Aufgabe:** Der Käufer kann sich nicht entscheiden, welches Haus er bauen soll: Holz- oder Ziegelhaus. Aber er möchte ein Gebäude mit durchgehender Stärke (0,35 m) und weniger Wärmeleitverlust haben. Bitte helfen Sie ihm (berechnen Sie nur Wände, ohne Fenster und Türen).

Die Hauswand besteht aus:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Holzhaus** | | | **Ziegelhaus** | | |
| Material | Stärke, mm | Material | | Stärke, mm |
| Gips | 25 | Gips | | 25 |
| Holzfaserplatte | 50 | Holzfaserplatte | | 300 |
| Zellstoff | 210 | Zellstoff | | 50 |
| Holzfaserplatte | 50 | Holzfaserplatte | | 24 |
| Lehm, trocken | 15 | Lehm, trocken | | 15 |

R-Wert für: Außenfläche - 0,040 Km²/W und Innenfläche - 0,130 Km²/W,

Hauswandgröße: 3m (H) x 40m (L)

Der Temperaturunterschied beträgt 41°C.

Die Wärmeleitfähigkeit der Materialien finden Sie in der „Engineering tool box“[[1]](#footnote-2).

**Lösung:**

Der Student muss die Wärmeverluste in beiden Gebäuden berechnen und vergleichen.

1. **Quellen**
2. Steico Steico.com
3. Benjamin Durakovic, Gökhan Yildiz, Mohamed E Yahia (2020) Comparative Performance Evaluation of Conventional and Renewable Thermal Insulation Materials Used in Building Envelope. ISSN 1330-3651 (Print), ISSN 1848-6339 (Online). Accs: [*https://hrcak.srce.hr/file/340548*](https://hrcak.srce.hr/file/340548) DOI: [*https://doi.org/10.17559/TV-20171228212943*](https://doi.org/10.17559/TV-20171228212943)
4. Climat technology centre & network (2021) Building envelope thermal insulation. Accs. <https://www.ctc-n.org/technologies/building-envelope-thermal-insulation>
5. Energy gov (2020) Types of Insulation. Accs. <https://www.energy.gov/energysaver/weatherize/insulation/types-insulation>
6. Ing dep (2017) Termiskie tilti (Thermal bridges). In Latvian. Accs. <http://www.ingdep.lv/lv/termiskie-tilti>
7. Saint Gobain Isover (2020) What is a termal bridge? Accs. <https://www.isover.com/what-thermal-bridge>
8. *ASHRAE (2013) Handbook: Fundamentals, I-P Edition ISBN 978-1-936504-46-6 or ISSN 1523-7230*
9. Engineering tool box. Thermal Conductivity of some selected Materials and Gases. Accs. <https://www.engineeringtoolbox.com/thermal-conductivity-d_429.html>
10. Passipedia (2019) Heating load in Passive Houses. Accs. <https://www.passipedia.org/basics/building_physics_-_basics/heating_load>
11. Dylewski R. and Adamczyk J. (2011) Economic and environmental benefits of thermal insulation of building external walls. Building and Environment, Vol.46, Issue 12, December 2011, Pages 2615-2623
12. Building energy rating Ireland (2011) BER Certs. Accs. http://www.buildingenergyireland.ie/BERCerts.htm

1. Engineering tool box. Wärmeleitfähigkeit einiger ausgewählter Materialien und Gase. Zugriff: <https://www.engineeringtoolbox.com/thermal-conductivity-d_429.html> [↑](#footnote-ref-2)