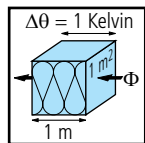


Allgemein

Kennwerte

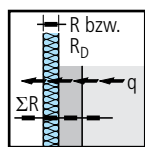


Wärmeleitfähigkeit λ bzw. λ_D W/(m·K)

Materialeigenschaft: Wärmestrom, welcher im stationären Zustand pro m^2 durch eine homogene Baustoffschicht von 1 m Dicke fliesst, wenn das Temperaturgefälle 1 Kelvin beträgt.

Die Wärmeleitfähigkeit λ_D ist der produktspezifische, aufgrund der Eigen- und Fremdüberwachung deklarierte und vom SIA bestätigte Nennwert. Der Nennwert gilt für eine Mitteltemperatur von 10°C und den Feuchtegleichgewichtszustand im Normklima; Alterungseffekte sind bei der Deklaration berücksichtigt (vgl. SIA 279 und Merkblatt SIA 2001).

Wird ein überwachtes, jedoch noch nicht festgelegtes Produkt aus einer bestimmten Materialgruppe eingesetzt, ist der höchste Wert für diese Materialgruppe (SIA 279, Spalte «überwacht», Nennwert) zu verwenden. Für Produkte ohne Überwachungsnachweis gelten die materialspezifischen Rechenwerte (SIA 279, Spalte «nicht überwacht»), welche bedeutend schlechter sind als die deklarierten Nennwerte λ_D .



Wärmedurchlasswiderstand R bzw. R_D ($m^2\cdot K$)/W

Der Wärmedurchlasswiderstand ist definiert (Norm SIA 180) als Verhältnis der Temperaturdifferenz zwischen den beiden Seiten einer ebenen Bauteilschicht zur Dichte des Wärmestromes q , welcher diese Schicht im stationären Zustand durchquert. Oder anders formuliert: Der durch eine Temperaturdifferenz hervorgerufenen Wärmestromdichte q setzt der Baustoff einen sogenannten Wärmedurchlasswiderstand $R = d/\lambda$ bzw. $R_D = d/\lambda_D$ entgegen (d = Baustoffdicke in m).

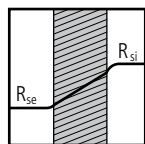
Berechnung des Wärmedurchlasswiderstandes R ($m^2\cdot K$)/W von Gefälldämmungen:

Verfahren nach SN EN ISO 6946, Anhang C (normativ), «Bauteile und keilförmige Schichten».

Faustformel: $R = \frac{\text{mittlere keilförmige Dämmstoffdicke } m \times \text{Korrekturfaktor } R_k}{\text{Wärmeleitfähigkeit } \lambda_D \text{ W/(m·K)}}$

Korrekturfaktor R_k für geometrisch einfache Flächen $\approx 0,9$

Korrekturfaktor R_k für geometrisch verwinkelte Flächen $\approx 0,8$ bis $0,7$

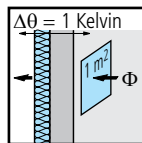


Wärmeübergangswiderstand R_s ($m^2\cdot K$)/W

Der Wärmeübergangswiderstand R_s ist der Widerstand, auf den ein Energiestrom stösst, wenn er von einem Innen- oder Aussenklima in die erste Materialschicht einer Konstruktion oder von der letzten Materialschicht in ein Innen- oder Aussenklima übergeht. Dies hängt von der Richtung des Wärmestroms ab.

In den Bauteilblättern sind gestützt auf Norm SIA 180 folgende Werte berücksichtigt:

- Wärmeübergangswiderstand innen R_{si} $0,13 (m^2\cdot K)/W$
- Wärmeübergangswiderstand aussen R_{se} $0,04 (m^2\cdot K)/W$
- Wärmeübergangswiderstand im Erdreich R_{se} $0,0 (m^2\cdot K)/W$

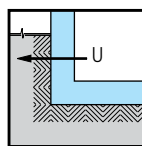


Wärmedurchgangskoeffizient U W/($m^2\cdot K$)

Der Wärmedurchgangskoeffizient U gibt den Wärmestrom Φ an, der in stationärem Zustand bei einer Temperaturdifferenz von 1 Kelvin durch ein Bauteil von $1 m^2$ Fläche fliesst.

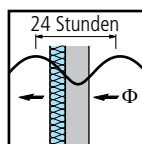
Berechnung nach SN EN ISO 6946, gestützt auf Norm SIA 180.

Die Kennwerte in den Bauteilblättern Decke und Boden verstehen sich ohne allfällige Bauteilheizungen, beispielsweise Bodenheizungen.



U-Wert bei Bauteilen im Erdreich W/($m^2\cdot K$)

Neben dem herkömmlich berechneten U-Wert wird bei Bauteilen im Erdreich auch der U-Wert berechnet gemäss SN EN ISO 13370 angegeben.

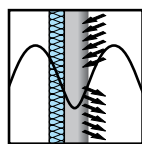


Dynamischer Wärmedurchgangskoeffizient U_{24} W/($m^2\cdot K$)

Wärmestrom, bezogen auf Temperaturschwankungen während einer Periodenlänge von 24 Stunden.

Berechnung nach SN EN ISO 13786, gestützt auf Norm SIA 180.

Dachkonstruktionen über bewohnten Dachräumen müssen gemäss Norm SIA 180, Abs. 5.2.5.1 einen dynamischen Wärmedurchgangskoeffizienten U_{24} von $\leq 0,20 \text{ W/(m}^2\cdot K)$ aufweisen.

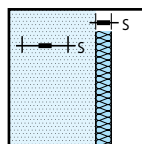


Wärmespeicherfähigkeit C KJ/($m^2\cdot K$)

Wärmeenergie, welche ein Bauteil oder eine Baukonstruktion bei Temperatur- oder Wärmestromschwankungen speichern und dann wieder abgeben kann.

C_{Boden} oder C_{Decke} : Wärmespeicherfähigkeit des Bodens (obere Konstruktionsseite) bzw. der Decke (untere Konstruktionsseite)

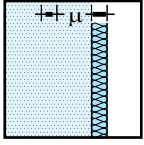
Berechnung nach SN EN ISO 13786, gestützt auf Norm SIA 180.



Diffusionsäquivalente Luftschichtdicke s in m

Dicke einer Luftschicht, die den gleichen Diffusionswiderstand aufweist wie die gegebene Stoffschicht.

$$s = \mu \cdot d = (d / \delta) \cdot \delta_a$$

**Diffusionswiderstandszahl μ**

Kennwert der Dampfdurchlässigkeit von Baustoffen, der angibt, um wievielfach grösser der Diffusionswiderstand einer Stoffschicht ist als derjenige einer gleich dicken Luftschicht.

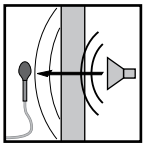
$$\mu = \delta_a / \delta$$

δ_a : Wasserdampfleitfähigkeit der ruhenden Luft (0,72 mg/m·h·Pa)

δ : Wasserdampfleitfähigkeit der homogenen Stoffschicht

Bemessung der Dampfbremse nach SIA 271

- Abs. 2.3.2.3: nicht belüftete Systeme und normale Raumnutzung, Raumluftfeucht nach Norm SIA 180, Tabelle 5, $s \geq 150$ m
- Abs. 2.3.2.4: Begrünungsaufbau mit Wasseranstrau $s \geq 250$ m

**Bewertetes Bauschalldämmmass R'_w dB**

Charakterisiert als Einzahlangabe für das in den einzelnen Terzbändern ermittelte Bauschalldämmmass das Luftschalldämmvermögen eines Bauteiles.

Je grösser der R'_w -Wert ist, desto besser ist der Luftschallschutz.

Der vorhandene Schallschutz $D_{e, tot}$ bei Dächern, der dem Anforderungswert D_e aus Norm SIA 181 entsprechen muss, ergibt sich aus

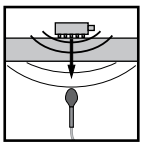
$$R'_w + C_{tr} + \Delta L_{LS} - C_v - K_p \text{ mit:}$$

C_{tr} Spektrum-Anpassungswert zur Bewertung vorrangig tieffrequenter Verkehrslärmanteile (Bauteilkennwert).

ΔL_{LS} Luftschall-Pegelkorrektur: Pegelkorrektur zur Umrechnung von Bauschalldämm-Massen in Standard-Schallpegeldifferenzen, in Abhängigkeit der Trennbaufläche und vom Volumen des Empfangsraums.

C_v Volumenkorrektur: Korrekturwert zur Berücksichtigung grösserer Volumen des Empfangsraumes bezüglich Nachhallzeiten.

K_p Projektierungszuschlag: Korrekturwert zu akustischen Bauteilkennwerten aus Labormessungen, welcher Abweichungen zwischen Labor- und Baubedingungen berücksichtigen soll (Erfahrungswert).

**Bewerteter Norm-Trittschallpegel $L'_{n,w}$ dB**

Charakterisiert als Einzahlangabe für die in den einzelnen Terzbändern ermittelten Werte der Norm-Trittschallpegel L'_n das Trittschalldämmvermögen eines Bauteils. Je kleiner der $L'_{n,w}$ -Wert ist, desto besser ist der Trittschallschutz.

Der Trittschallschutz wird massgeblich durch Schallbrücken, z.B. im Bereich der Trittschalldämmschicht und der Randanschlussfugen, beeinflusst.

Gemäss Norm SIA 181 sind bei der Beurteilung bzw. der Planung des Trittschallschutzes (Anforderungswert L') neben dem Norm-Trittschallpegel $L'_{n,w}$ noch weitere Parameter von Bedeutung:

C_1 Spektrum-Anpassungswert zur Bewertung vorrangig tieffrequenter Trittschallanteile. Dieser Kennwert ist in den Bauteilblättern nicht angegeben.

C_v Volumenkorrektur und

ΔL_{TS} Trittschall-Pegelkorrektur, als Funktion vom Volumen des Empfangsraums.

K_p Projektierungszuschlag.

Indirekte Trittschallübertragung

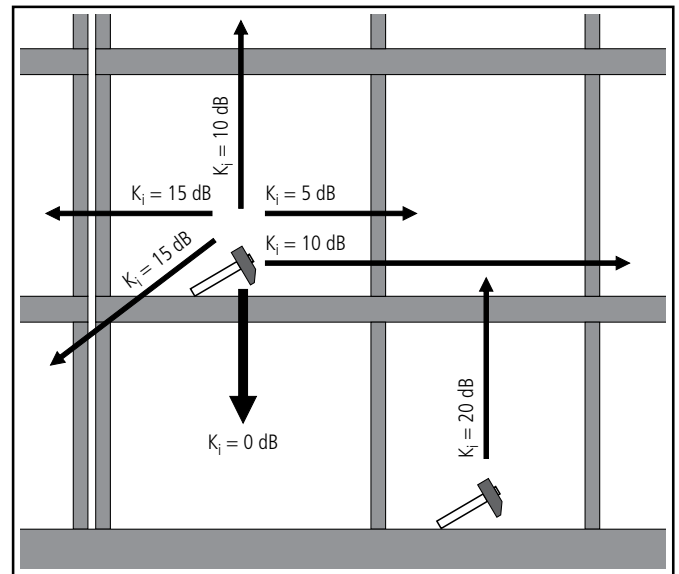
Für eine erste grobe Beurteilung einer indirekten Trittschallübertragung (z.B. bei Boden über Erdreich) kann die Ausbreitungsdämpfung durch die in folgender Abbildung aufgeführten Korrekturwerte (bezogen auf einen Massivbau mit durchlaufenden Decken; Trennwände nicht allzu dünn, kraftschlüssig auf Decken) berücksichtigt werden. Es gilt dann: $L'_{n,w} = L'_{n,w,0} - \Delta L_w - K_i$ dB, mit

$L'_{n,w,0}$ bewerteter Norm-Trittschallpegel der Rohdecke dB

ΔL_w Trittschallverbesserungsmass durch Deckenaufgabe dB

K_i Korrekturwert für indirekte Trittschallübertragung dB

Quelle: Ch. Zürcher, Th. Frank: Bauphysik, vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich (1998)



Bemerkung zum Schallschutz

Es wird in SIA 181 zwischen Mindestanforderungen und erhöhten Anforderungen unterschieden.

Mindestanforderungen gewährleisten einen Schallschutz, der lediglich erhebliche Störungen zu verhindern vermag.

Erhöhte Anforderungen bieten einen Schallschutz, bei dem sich ein Grossteil der Menschen in Gebäuden behaglich fühlt. Bei Doppel- und Reihen-Einfamilienhäusern sowie bei neu gebautem Stockwerkeigentum gelten die erhöhten Anforderungen.

Bei Dächern wird der Schallschutz gegen Luftschall von aussen (z.B. Verkehrslärm) wesentlich durch die Fenster beeinflusst. Je nach Flächenanteil zwischen Fenster und Dach kann das resultierende Schalldämmvermögen nur durch Massnahmen beim Fenster erhöht werden.

Normen, Empfehlungen, Vorschriften

Baukonstruktion / Bauteilnorm

- siehe spezifisch in den nachfolgenden Kapiteln

Baustoffe

- Norm SIA 279 «Wärmedämmende Baustoffe - Allgemeine Anforderungen und wärmetechnische Bemessungswerte für Wärmedämmstoffe, Mauerwerksprodukte und weitere wärmetechnisch relevante Baustoffe» (Ausgabe 2018)
- Norm SIA 279.162/SN EN 13162
«Wärmedämmstoffe für Gebäude – Werkmässig hergestellte Produkte aus Mineralwolle (MW) – Spezifikationen» (Ausgabe 2015)
- Norm SIA 279.163/SN EN 13163
«Wärmedämmstoffe für Gebäude – Werkmässig hergestellte Produkte aus expandiertem Polystyrolschaum (EPS) – Spezifikationen» (Ausgabe 2016)
- Norm SIA 279.164/SN EN 13164
«Wärmedämmstoffe für Gebäude – Werkmässig hergestellte Produkte aus extrudiertem Polystyrolschaum (XPS) – Spezifikationen» (Ausgabe 2015)
- Norm SIA 279.165/SN EN 13165
«Wärmedämmstoffe für Gebäude – Werkmässig hergestellte Produkte aus Polyurethan-Hartschaum (PUR/PIR) – Spezifikationen» (Ausgabe 2016)
- Norm SIA 279.172/SN EN 13172
«Wärmedämmstoffe - Konformitätsbewertung» (Ausgabe 2012)
- Norm SIA 281 «Dichtungsbahnen» (Ausgabe 2017)
- Norm SIA 281/2 «Dichtungsbahnen und flüssig aufgetragene Abdichtungen - Schälzugprüfungen» (Ausgabe 2017)
- Vornorm SIA 281/3 «Bitumenbahnen-Haftzugprüfung» (Ausgabe 2018)
- Produkte-Datenblätter swisspor, unter: www.swisspor.ch

Wärme- und Feuchteschutz / Energie

- Kantonale Energiegesetze (Anforderungen an Wärmeschutz)
- Mustervorchriften der Kantone im Energiebereich (MuKE)
- Norm SIA 180 «Wärme- und Feuchteschutz im Hochbau» (Ausgabe 2014)
- Norm SIA 180.071/SN EN ISO 6946 «Bauteile – Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient – Berechnungsverfahren» (Ausgabe 208)
- Norm SIA 180.073/SN EN ISO 13786
«Wärmetechnisches Verhalten von Bauteilen – Dynamisch-thermische Kenngrössen – Berechnungsverfahren» (Ausgabe 2017)
- Norm SIA 380/1 «Thermische Energie im Hochbau» (Ausgabe 2016)
- Norm SIA 381.101/SN EN 12524
«Baustoffe und -produkte - Wärme- und feuchteschutztechnische Eigenschaften - Tabellierte Bemessungswerte» (Ausgabe 2000)
- Norm SIA 380.103/SN EN ISO 13370
«Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden – Wärmeübertragung über das Erdreich – Berechnungsverfahren» (Ausgabe 2017)
- Merkblatt SIA 2001 «Wärmedämmende Baustoffe - Deklarierte Werte der Wärmeleitfähigkeit und weitere Angaben für bauphysikalische Berechnungen»
www.sia.ch/de/dienstleistungen/sia-norm «download, Baustoffkennwerte» (Ausgabe 2015)
- Geschäftsstelle MINERGIE®, www.minergie.ch

Schallschutz

- Lärmschutzverordnung (LSV)
- Kantonale Lärmschutzverordnung
- Norm SIA 181 «Schallschutz im Hochbau» (Ausgabe 2006)
- Dokumentation SIAD 0189 «Bauteildokumentation Schallschutz im Hochbau - Zusammenstellung gemessener Bauteile» (Ausgabe 2005)

Brandschutz

- Kantonale Feuerpolizei-Vorschriften
- Brandschutzvorschriften der Vereinigung Kantonalen Feuerversicherungen VKF

Ökologie

- swisspor Dämmstoff-Spider, Indikator für ökologisches und ökonomisches Bauen, www.daemmstoff-spider.ch
- Nachhaltig bauen mit MINERGIE-ECO®, www.eco-bau.ch
- Empfehlung SIA 493 «Deklaration ökologischer Merkmale von Bauprodukten» (Ausgabe 1997)
- Bauproduktedeklaration SIA
www.sia.ch/de/dienstleistungen/sia-norm/bauproduktedeklaration
- Dokumentation SIAD 093 «Deklaration ökologischer Merkmale von Bauprodukten nach SIA 493 – Erläuterung und Interpretation» (Ausgabe 1997)
- Umweltdeklaration nach SN EN 15804 A1 (Ausgabe 2013)

Arbeitssicherheit

- SUVA Schweizerische Unfallversicherungsanstalt, 6004 Luzern, www.suva.ch
- Bauarbeitenverordnung (BauAV) EKAS Eidgenössische Koordinationsstelle für Arbeitssicherheit, 6002 Luzern, www.ekas.ch

Fachverbände / Institutionen / Publikationen

- siehe spezifisch in den nachfolgenden Kapiteln

Mitgeltende Bestimmungen/Haftungsausschluss

Bei der vorliegenden Planungshilfe handelt es sich nicht um ein «fertiges Rezept» zur Erstellung von Flachdächern. Anhand von repräsentativen Konstruktionsaufbauten werden jedoch mögliche Materialisierungen und daraus resultierende Bauteilkennwerte publiziert.

Die vorliegenden Angaben sind auf Grund des derzeitigen Wissens- und Erfahrungsstandes, nach bestem Wissen, erarbeitet worden. Betreffend der jeweiligen Ausführungspraxis behalten wir uns jederzeit Änderungen vor. Diese Planungsunterlagen erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Eine rechtliche Verbindlichkeit kann daraus nicht abgeleitet werden.

Es sind insbesondere die für die Konstruktion, die Bauteildimensionierung, die Baustoffwahl, die Verlegung, den Wärme-, Feuchte-, Schall- und Brandschutz betreffenden kantonalen Baugesetzen, Normen und Richtlinien zu beachten.

Steildach

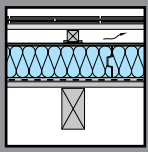
Kapitelübersicht Steildach

Grundlagen Steildach

▪ Systeme, Nutzungen	135
▪ Elemente	136
▪ Schallschutz im Steildach	138
▪ Normen, Empfehlungen, Vorschriften	140

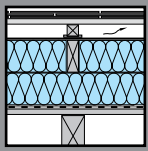
swisspor Systeme für Neubauten

Aufdachdämmung über Holzschalung



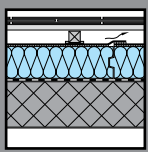
▪ swissporTETTO Alu <i>Alternativ: swissporTETTO Vlies</i>	141
▪ swissporTETTO Alu Difuplan <i>Alternativ: swissporTETTO Vlies Difuplan</i>	142
▪ swissporTETTO Alu Polymer <i>Alternativ: swissporTETTO Vlies Polymer</i>	143
▪ swissporTETTO Kombi Alu/MF	144
▪ swissporTETTO Kombi Alu/MF/Difuplan	145
▪ swissporTETTO Kombi Alu/MF/Polymer	146
▪ swissporEPS Roof <i>Alternativ: swissporLAMBDA Roof</i>	147

Aufdachdämmung zweilagig zwischen Holzlattung



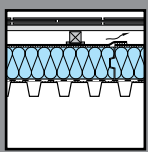
▪ swissporROC Typ 3 und swissporTETTO Roc	148
---	-----

Aufdachdämmung über Beton



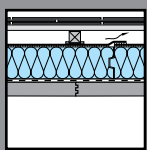
▪ swissporTETTO Alu Difuplan <i>Alternativ: swissporTETTO Vlies Difuplan</i>	150
▪ swissporTETTO Alu Polymer <i>Alternativ: swissporTETTO Vlies Polymer</i>	151

Aufdachdämmung über Profilblech



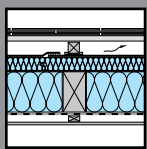
▪ swissporTETTO Alu Difuplan <i>Alternativ: swissporTETTO Vlies Difuplan</i>	152
▪ swissporTETTO Alu Polymer <i>Alternativ: swissporTETTO Vlies Polymer</i>	153

Aufdachdämmung über Massivholz



- swissporTETTO Alu Difuplan | *Alternativ: swissporTETTO Vlies Difuplan* 154
- swissporTETTO Alu Polymer | *Alternativ: swissporTETTO Vlies Polymer* 155

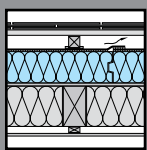
Zwischen- und Aufdachdämmung



- swissporBATISOL® Sparrendämmplatte Difuplan und swissporROC Typ 3 zwischen den Sparren 156
- swissporBATISOL® Sparrendämmplatte Polymer und swissporROC Typ 3 zwischen den Sparren 157
- swissporTETTO Alu Polymer und swissporROC Typ 3 zwischen den Sparren | *Alternativ: swissporTETTO Alu Difuplan* 158
- swissporTETTO Vlies Polymer und swissporROC Typ 3 zwischen den Sparren | *Alternativ: swissporTETTO Vlies Difuplan* 159

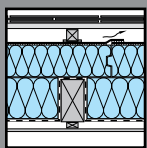
swisspor Systeme für Renovationen

Renovation neue Aufdachdämmung



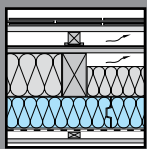
- swissporTETTO Alu Polymer und OSB-Platte | *Alternativ: swissporTETTO Alu Difuplan* 160
- swissporTETTO Vlies Polymer und OSB-Platte | *Alternativ: swissporTETTO Vlies Difuplan* 161
- swissporBATISOL® Sparrendämmplatte Polymer und Mineralwolle bestehend zwischen den Sparren | *Alternativ: swissporBATISOL® Sparrendämmplatte Difuplan* 162
- swissporTETTO Alu Polymer und Mineralwolle bestehend zwischen den Sparren | *Alternativ: swissporTETTO Alu Difuplan* 164
- swissporTETTO Vlies Polymer und Mineralwolle bestehend zwischen den Sparren | *Alternativ: swissporTETTO Vlies Difuplan* 165

Renovation neue Zwischen- und Aufdachdämmung



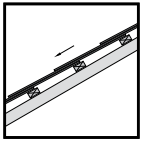
- swissporTETTO Alu Polymer und swissporROC Typ 3 zwischen den Sparren | *Alternativ: swissporTETTO Alu Difuplan* 166
- swissporTETTO Vlies Polymer und swissporROC Typ 3 zwischen den Sparren | *Alternativ: swissporTETTO Vlies Difuplan* 167

Renovation neue Innendämmung



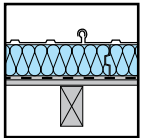
- swissporTETTO Alu und Mineralwolle bestehend zwischen den Sparren 168
- swissporTETTO Vlies und Mineralwolle bestehend zwischen den Sparren 169
- swissporPIR Premium Plus und Mineralwolle bestehend zwischen den Sparren 170

Systeme, Nutzungen



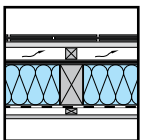
Steildach (geneigtes Dach)

Dach mit einer Neigung, welche eine überlappend verlegte oder gefalzte Deckung zulässt.



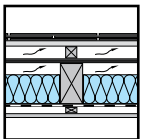
Nicht belüftetes Steildach

Dach mit speziellen Anforderungen bezüglich Feuchteverhalten mit Funktionsnachweis.



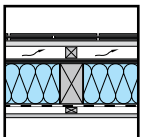
Einfach belüftetes Steildach

Dach mit Durchlüftung zwischen Deckung und Unterdach.



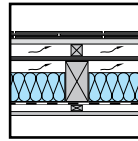
Zweifach belüftetes Steildach

Dach mit Durchlüftungen zwischen Deckung und Unterdach sowie zwischen Unterdach und Folgeschicht, z.B. der Wärmedämmschicht.



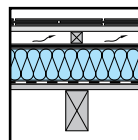
Steildach mit Wärmedämmschicht zwischen dem Tragwerk – Einfach belüftetes Dach (Vollsparrendämmung)

Dachsystem mit Wärmedämmschicht zwischen den tragenden Elementen der Dachkonstruktion, z.B. den Sparren. Die Dicke der Wärmedämmschicht beträgt höchstens die Höhe der tragenden Elemente bzw. der Sparren. Es ist auf eine hohlraumfreie, geschlossene Dämmschicht zu achten. Tragelemente, wie z.B. die Sparren, bilden Wärmebrücken, die bei der Berechnung des U-Wertes zu berücksichtigen sind. Die Durchlüftung erfolgt zwischen Deckung und Unterdach.



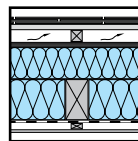
Steildach mit Wärmedämmschicht zwischen dem Tragwerk – Zweifach belüftetes Dach

Dachsystem mit Wärmedämmschicht zwischen den tragenden Elementen der Dachkonstruktion, z.B. den Sparren. Die Dicke der Wärmedämmschicht beträgt höchstens die Höhe der tragenden Elemente bzw. der Sparren, abzüglich der Höhe des minimal erforderlichen Durchlüftungsraumes zwischen Wärmedämmschicht und Unterdach (abhängig von der Sparrenlänge und der Dachneigung). Tragelemente, wie z.B. die Sparren, bilden Wärmebrücken, die bei der Berechnung des U-Wertes zu berücksichtigen sind. Die Durchlüftung erfolgt sowohl zwischen Deckung und Unterdach als auch zwischen Unterdach und Wärmedämmschicht.



Steildach mit Wärmedämmschicht über dem Tragwerk

Durch Anordnung der Wärmedämmung über dem Tragwerk bzw. den Sparren (Aufdachdämmung), in der Regel über einer Holzschalung als Verlegeunterlage, kann eine vollflächige, wärmebrückenfreie Dämmung erreicht werden. Die Durchlüftung erfolgt zwischen Deckung und Unterdach.

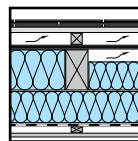


Steildach mit kombinierter Wärmedämmschicht zwischen und über dem Tragwerk

Dachsystem mit Kombinationen der Wärmedämmschichten zwischen und über dem Tragwerk bzw. den Sparren (Zwischen- und Aufdachdämmung). Dieses System ermöglicht die Realisierung von grossen Wärmedämmschichtdicken mit relativ schlanken Dachkonstruktionen.

Zwischen den Dämmschichten dürfen keine sich bewegenden Luftschichten (Konvektion!) vorhanden sein.

Die Durchlüftung erfolgt zwischen Deckung und Unterdach.



Steildach mit kombinierter Wärmedämmschicht zwischen und unter dem Tragwerk

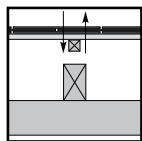
Dachsystem mit Kombinationen der Wärmedämmschichten zwischen und unter dem Tragwerk bzw. den Sparren (Zwischen- und Innendämmung). Dieses System ermöglicht die Realisierung von grossen Wärmedämmschichtdicken mit relativ schlanken Dachkonstruktionen.

Zwischen den Dämmschichten dürfen keine sich bewegenden Luftschichten (Konvektion!) vorhanden sein.

Die Dicke der Wärmedämmschicht hat keine Auswirkung auf die Auslegung der Lastabtragung der Deckung.

Die Durchlüftung kann sowohl einfach (Vollsparrendämmung, zwischen Deckung und Unterdach) als auch zweifach (Durchlüftungshohlraum zwischen Unterdach und Zwischensparrendämmung sowie zwischen Deckung und Unterdach) erfolgen.

Elemente



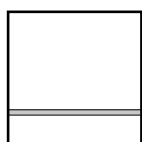
Tragwerk/Unterkonstruktion

Das Tragwerk bilden diejenigen Bauteile, welche für das Gleichgewicht und die Formhaltung eines Bauwerkes notwendig sind.

Als Unterkonstruktion werden Schichten und Bauteile der Dachkonstruktion unterhalb der Deckung bezeichnet, die nicht das Tragwerk des Daches bzw. des Gebäudes betreffen.

Die Übertragung der Dachlasten (Eigenlast, Schneelast, Winddruck, Windsog u.ä.) durch die Schichten der Unterkonstruktion in das Tragwerk des Daches bzw. des Gebäudes muss gewährleistet sein.

Werden Teile der Unterkonstruktion, z.B. Schalungen oder Lattungen, in das Tragwerk einbezogen, so sind sie entsprechend zu dimensionieren und zu befestigen.



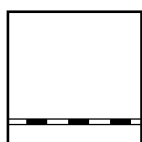
Verlegeunterlage/Schalung

Unterlage für das Verlegen der nachfolgenden Schichten, wie Dampfbremse, Luftdichtung, Wärmedämmschicht oder nicht trittfeste Unterdächer bzw. Deckungen.

Flächige, tragfähige Schicht aus Holz oder Holzwerkstoffen, mit offenen Fugen < 25 mm, stumpf gestossen, gefalzt oder mit Nut und Kamm verleget.

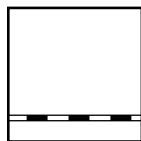
Schalungen aus Holz und Holzwerkstoffen sind ebenflächig und trocken einzubauen. Die Eignung hinsichtlich Tragfähigkeit, Feuchteresistenz und Verformungsverhalten infolge Temperatur und Feuchte ist zu berücksichtigen.

Mit Schalungen kann auch das Schalldämmvermögen der Konstruktion beeinflusst werden; insbesondere durch Erhöhung der flächenbezogenen Masse, z.B. mittels Schwerfolien o.ä., lässt sich der Luftschallschutz verbessern.



Dampfbremse

Bauteilschicht, welche die Aufgabe hat, die Wasserdampfdiffusion durch das Bauteil zu verringern. Sie wird gekennzeichnet durch ihre diffusionsäquivalente Luftschichtdicke s_d oder ihre Diffusionswiderstandszahl μ . Die Notwendigkeit einer Dampfbremse ist gemäss SIA 180 zu prüfen. Die diffusionsäquivalente Luftschichtdicke s_d der Dampfbremse ist in Abhängigkeit der Konstruktion sowie der Wärme- und Feuchtebelastung aus dem Innen- und Aussenklima zu bemessen.



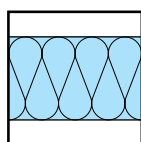
Luftdichtungsschicht

Warmseitig der Wärmedämmung verlaufende luftdichte Schicht.

Wärmedämmte Dächer müssen luftdicht sein. Die Luftdichtheit ist warmseitig der Wärmedämmung sicherzustellen. Hohlräume zwischen Luftdichtung und Wärmedämmung, die eine Konvektion ermöglichen, sind nicht zulässig. Bei Abweichungen muss der bauphysikalische Nachweis der Tauglichkeit erbracht werden.

Die Lage und der Verlauf der Luftdichtung in der Fläche, bei den An- und Abschlüssen sowie bei Durchdringungen muss aufgrund eines Luftdichtigkeitskonzeptes festgelegt werden.

Elektrorohre und andere Installationen müssen raumseitig der Luftdichtung angeordnet werden.



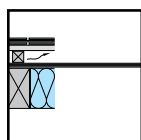
Wärmedämmschicht

Bauteilschicht, welche die Aufgabe hat, im Winter wie im Sommer ein thermisch behagliches und hygienisches Raumklima sowie die Vermeidung von Bauschäden sicherzustellen (Norm SIA 180). Zudem leistet die Wärmedämmschicht einen entscheidenden Beitrag für einen massvollen und wirtschaftlichen Einsatz von Energie für die Raumheizung (kantonale Energiegesetze, Norm SIA 380/1).

Die Materialien und deren Einsatz sind so zu wählen, dass deren Eigenschaften allen Anforderungen und Einwirkungen im Bau- und Gebrauchszustand genügen, und dass dabei keine unzulässigen Veränderungen auftreten.

Durch entsprechende Materialisierung und Bemessung kann der Wärmedurchgangskoeffizient U $W/(m^2 \cdot K)$ beeinflusst werden.

Vorschläge für die Materialisierung, Produktwahl und Verarbeitung sind in den Bauteilblättern aufgeführt.



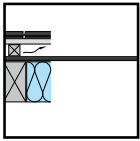
Unterdach

Von der Deckung getrennte Schicht in Form von Bahnen oder Platten zur Ableitung von Wasser. Bei wärmedämmten Dächern ist ein Unterdach oberhalb des Tragwerkes und der Wärmedämmung erforderlich.

Deckungssysteme, Bezugshöhe h_0 , Neigung und Länge eines Daches (Sparrenlänge) sowie die äusseren klimatischen Einflüsse stellen unterschiedliche Anforderungen an die Wasserdichtigkeit des Unterdaches. Nach Material und Ausführung werden unterschieden:

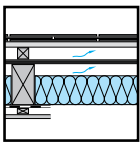
- Unterdach für normale Beanspruchung (Unterdachbahnen mit überlappten oder winddicht verklebten Stössen sowie Unterdachplatten geschuppt oder verfalzt gestossen),
- Unterdach für erhöhte Beanspruchung (Unterdachbahnen oder Unterdachplatten mit wasserdicht verklebten Stössen oder Fugen),
- Unterdach für ausserordentliche Beanspruchung (Unterdachbahnen homogen verschweisst).

Für Bezugshöhen $h_0 > 800$ m und Sparrenlänge über 8,0 m ist ein Unterdach für ausserordentliche Beanspruchungen zu erstellen. Wird das Unterdach als Bauzeitabdichtung eingesetzt, muss die Planung und Materialwahl den zu erwartenden Anforderungen entsprechen.

**Lattung**

Tragfähige Schicht aus Holz, Holzwerkstoffen oder Metallprofilen mit definiertem Zwischenraum > 25 mm. Die Dachlatte ist nach Massgabe von Art und Gewicht der Deckung, Sparrenabstand und Schneelast (gemäss SIA 261 mit der Bezugshöhe für Schneelast h_0) zu dimensionieren. Bei den angegebenen Deckungsmaterialien sind für Holzlatten die minimalen Abmessungen gemäss Tabelle einzuhalten.

Deckungsmaterial	Sparrenabstand (Achsmass)		
	bis 700 mm	bis 850 mm	bis 1000 mm
Dachziegel, Dachsteine aus Beton, Faserzementschiefer und -platten, Naturschiefer	24/48 mm	30/50 mm	36/50 mm
Kurzplatten aus Faserzement oder Metall	40/60 mm	60/60 mm	60/80 mm
Profilplatten aus Faserzement oder Metall	60/60 mm	60/80 mm	80/60 mm

**Durchlüftung**

Durchlüftung zwischen Wärmedämmung und Unterdach.

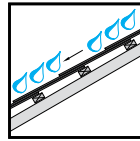
Wird zwischen Wärmedämmung und Unterdach ein Durchlüftungsraum vorgesehen, gelten für dessen minimale Höhe die Werte der folgenden Tabellen, abhängig von Sparrenlänge und Dachneigung.

Minimaler Durchlüftungsraum zwischen Wärmedämmung und Unterdach				
Sparrenlänge	Dachneigung			
	< 15°	15° bis < 20°	20° bis < 25°	> 25°
< 5 m	40 mm	40 mm	40 mm	40 mm
5 bis < 8 m	60 mm	40 mm	40 mm	40 mm
8 bis < 15 m	60 mm	60 mm	60 mm	40 mm
> 15 m	80 mm	80 mm	60 mm	60 mm

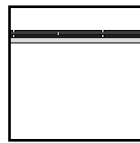
Durchlüftung zwischen Unterdach und Deckung.

Für die minimale Höhe des Durchlüftungsraumes zwischen Unterdach und Deckung (Höhe der Konterlattung) gelten die Werte folgender Tabelle, abhängig von Sparrenlänge, Dachneigung und Bezugshöhe h_0 gemäss SIA 261.

Minimaler Durchlüftungsraum zwischen Unterdach und Deckung								
Sparrenlänge	Dachneigung und Bezugshöhe h_0							
	< 15°		15° bis < 20°		20° bis < 25°		> 25°	
	< 800 m	> 800 m	< 800 m	> 800 m	< 800 m	> 800 m	< 800 m	> 800 m
< 5 m	45 mm	60 mm	45 mm	60 mm	45 mm	45 mm	45 mm	45 mm
5 bis < 8 m	60 mm	80 mm	60 mm	80 mm	45 mm	60 mm	45 mm	60 mm
8 bis < 15 m	80 mm	100 mm	80 mm	100 mm	60 mm	80 mm	60 mm	80 mm
> 15 m	100 mm	120 mm	100 mm	120 mm	80 mm	100 mm	60 mm	100 mm

**Entwässerung**

Wasserableitung vom Dach (Deckung und/oder Unterdach) bis zum Gebäudesockel. Die Entwässerung erfolgt in vorgehängten oder eingelegten Dachrinnen und in aussen geführten Ablaufrohren oder im Gebäude verlegten Regenwasserableitungen.

**Deckung**

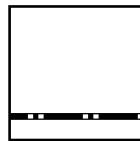
Oberste, der direkten Bewitterung ausgesetzte Schicht des Daches. Üblicherweise kommen folgende Deckungen zur Anwendung:

- Tondachziegel
- Betondachsteine
- Faserzementplatten
- Naturschieferplatten
- grossformatige Dacheindeckung aus opaken oder lichtdurchlässigen Dachplatten
- Metalleindeckungen (Bleche, Profilbleche u.ä.)

Insbesondere bei grossformatigen, plattenförmigen Deckungen oder Metalldeckungen können bei Regen und Hagel Geräusche auftreten, die als störend empfunden werden. Durch konstruktive Massnahmen kann die Schallübertragung reduziert werden.

Die Übertragung der auf die Deckung einwirkenden Dachlasten (Eigenlast, Schneelast, Winddruck und Windsog u.a.) in die Unterkonstruktion muss gewährleistet sein.

Bei geneigten Dächern mit geschuppter Deckung ist das Eindringen von Flugschnee, Schlagregen und Stauwasser unter die Deckung nicht auszuschliessen. Falls die darunter liegenden Konstruktionselemente dagegen geschützt werden müssen (insbesondere bei wärmedämmten Dächern), ist ein den objektspezifischen Anforderungen angepasstes Unterdach einzubauen.

**Trennlage/Gleitlage**

Zwischenlage zur Trennung von zwei Schichten. Sie dienen einerseits als Zwischenlage zur dauernden Trennung von zwei untereinander nicht verträglichen Materialien und ermöglichen andererseits voneinander unabhängige Bewegungen einzelner Schichten des Dachaufbaues.

Schallschutz im Steildach

Bemerkung zum sommerlichen Wärmeschutz (Quelle EPMA Studie):

Der Einfluss der Dämmstoffart ist vernachlässigbar.

Ein dämmstoffartbedingter Unterschied von max. 1°C Innenraumtemperatur ist nur bei Vorliegen folgender Einflussfaktoren nachweisbar: optimale Beschattung (Rafflamellenstoren und Nachtlüftung (dreifacher Luftwechsel pro Stunde), minimierte Fenstergrößen sowie Raumwärmespeicherkapazitäten und interne Wärmelasten. Sobald einer oder mehrere der massgebenden Faktoren wie Fenstergrösse, Beschattung, Nachtlüftung, interne Lasten weniger optimal sind oder eine höhere Raumwärmespeicherkapazität angenommen wird, minimiert sich die Relevanz der Dämmstoffart noch mehr.

Einflussfaktoren auf das Schalldämmvermögen

Bei einschaligen Konstruktionen wird das Schalldämmvermögen primär durch die flächenbezogene Masse der Konstruktion beeinflusst. Abgesehen von Steildachaufbauten über Stahlbetondecken hängt das Schalldämmvermögen aber nicht nur von der Masse ab; Steildächer sind meist nach dem Prinzip des «Masse-Feder-Masse-Systems» aufgebaut. Raumseitig bildet die Verlegeunterlage oder die Deckenbekleidung die eine Masse und über der Wärmedämmschicht das Unterdach und die Deckung die andere Masse. Die Zwischenschicht, z.B. bestehend aus Tragwerk (Sparren) und Wärmedämmschicht, bildet die «Feder», wobei deren Wirksamkeit vom Schalenabstand, der Güte der Trennung (direkte bzw. biegeeweiche Befestigung) und vom Dämpfungsmaterial (Mineralwolle, Luft) abhängt. Durch unterschiedliche Material- und Konstruktionswahl kann das Schalldämmvermögen in etwa wie folgt beeinflusst werden:

- Dacheindeckung $\Delta R'_{w}$ bis etwa 3 dB
z.B. Faserzementschiefer 3 dB besser als Ziegeleindeckung
- Unterdach $\Delta R'_{w}$ bis etwa 6 dB
z.B. fugengedichtete Platten besser als Folienunterdach
- Wärmedämmschicht $\Delta R'_{w}$ bis etwa 10 dB
z.B. Mineralwolleplatten besser als Hartschaumplatten
- Deckenbekleidung/Verlegeunterlage $\Delta R'_{w}$ bis etwa 10 dB
z.B. Holzspanplatte + Holztäfer besser als Holztäfer
- Befestigung der Deckenbekleidung $\Delta R'_{w}$ bis etwa 8 dB
z.B. biegeeweiche Montage (Akustikschwinghänger o.ä.) besser als direkte, «schallharte» Befestigung

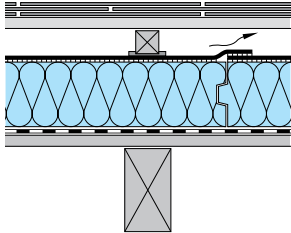
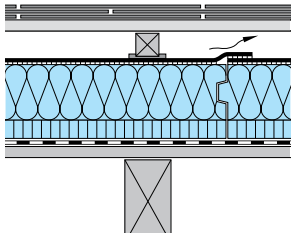
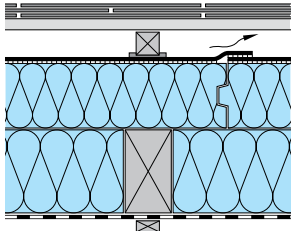
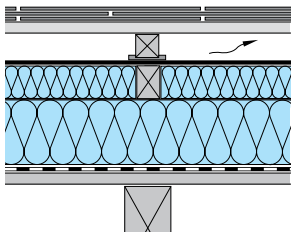
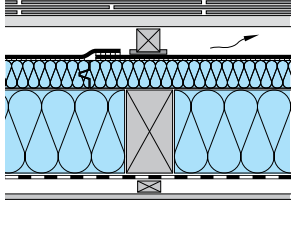
Das Schalldämmvermögen des Steildaches kann auch durch Belüftungsschlitze (zweifach belüftetes Dach), schalltechnisch ungünstige Detailausbildung (z.B. Traufausbildung bzw. Übergang Aussenwand/Dach) und Dacheinbauten (z.B. Dachflächenfenster, Kollektoren u.ä.) beeinflusst werden.

Das präzise Bestimmen des Schalldämmvermögens eines Steildaches ist anhand reiner Berechnungen nicht möglich wegen der vielfältigen Einflussfaktoren bis hin zu den Ausführungstoleranzen. In der Praxis stützt man sich daher bei der schalltechnischen Auslegung von Steildächern oft auf publizierte Messwerte (z.B. SIA-Dokumentation D 0189 «Bauteildokumentation Schallschutz im Hochbau»).

Schalldämmvermögen von Steildächern der swisspor

Die folgende Zusammenstellung von verschiedenen Steildachaufbauten der swisspor soll dem planenden Architekten oder Unternehmer aufzeigen, in welchem Bereich das Schalldämmvermögen der jeweiligen Konstruktionsaufbauten zu erwarten ist, und damit eine Hilfestellung bei der Auswahl des Steildachs, in Abhängigkeit der Anforderungen (SIA 181), geben. Insbesondere dann, wenn an das Schalldämmvermögen hohe Anforderungen gestellt werden müssen, ist der Beizug eines Spezialisten zu empfehlen.

swisspor Steildachaufbauten mit bewertetem Bauschalldämmass R'_w

Prinzipskizze	Schichtaufbauten	Bauschalldämmass R'_w
	Faserzementschiefer ¹⁾ Dachlatte 24x48 mm 60x60 mm Konterlatte mit swissporNageldichtband > 100 mm swissporTETTO Alu Difuplan Luftdichtheitsschicht/Dampfbremse > 19 mm Holzschalung Sparren ¹⁾ mit Tondachziegel -3 dB	37 dB 34 dB
	Faserzementschiefer ¹⁾ Dachlatte 24x48 mm 60x60 mm Konterlatte mit swissporNageldichtband 150 mm swissporTETTO Kombi Alu/MF/Difuplan 0,3 mm Luftdichtheitsschicht/Dampfbremse > 19 mm Holzschalung Sparren ¹⁾ mit Tondachziegel -3 dB	45 dB 42 dB
	Faserzementschiefer ¹⁾ Dachlatte 24x48 mm 60x60 mm Konterlatte mit swissporNageldichtband > 120 mm swissporTETTO Alu Difuplan 80/140 mm Sparren 140 mm Steinwolle swissporROC 0,3 mm Luftdichtheitsschicht/Dampfbremse 12,5 mm Gipsbauplatten ¹⁾ mit Tondachziegel -3 dB	47 dB 44 dB
	Faserzementschiefer ¹⁾ Dachlatte 24x48 mm 60x60 mm Konterlatte mit swissporNageldichtband 0,6 mm swisspor Unterdachbahn 60 mm Steinwolle swissporROC Typ 3 200 mm Steinwolle swissporROC Typ 3 0,3 mm Luftdichtheitsschicht/Dampfbremse 22 mm Schalung Sparrenlage ¹⁾ mit Tondachziegel -3 dB	50 dB 47 dB
	Faserzementschiefer ¹⁾ Dachlatte 24x48 mm 60x60 mm Konterlatte mit swissporNageldichtband 50 mm swissporBATISOL® Sparrendämmplatte 80/140 mm Sparren 140 mm Steinwolle swissporROC Typ 3 0,3 mm Luftdichtheitsschicht/Dampfbremse 12,5 mm Gipsbauplatten ¹⁾ mit Tondachziegel -3 dB	51 dB 48 dB

Normen, Empfehlungen, Vorschriften

Baukonstruktion / Bauteilnorm

- Norm SIA 232/1 «Geneigte Dächer» (Ausgabe 2011)
- Norm SIA 274 «Abdichtungen von Fugen in Bauten» (Ausgabe 2010)
- Dokumentation SIAD 0188 «Wind»

Fachverbände / Institutionen / Publikationen

- GEBÄUDEHÜLLE SCHWEIZ, 9240 Uzwil, www.gebaeudehuelle.swiss
- GH-Schweiz Merkblatt «Sommerlicher Wärmeschutz» (Ausgabe 2012)
- GH-Schweiz Merkblatt «Absturzsicherungen auf geneigten Dächern» (Ausgabe 2017)