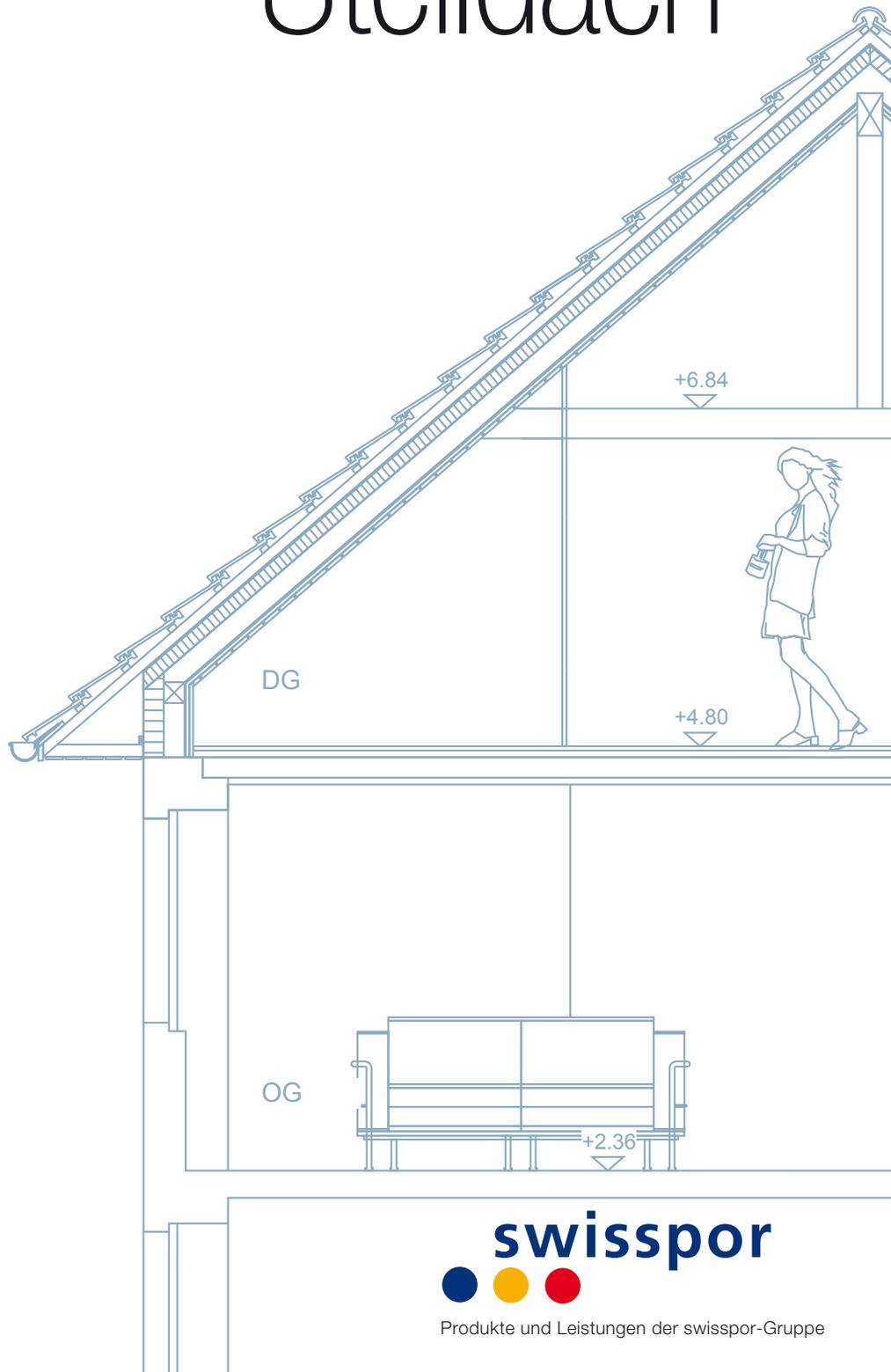




Systemprospekt für das Steildach



Wussten Sie:

mit swisspor Produkten lässt sich problemlos
und einwandfrei nachvollziehbar der
Minergie-ECO Standard realisieren.

MINERGIE®
Leadingpartner

• Steildach von swisspor	3
• Lösung für die Aufdachdämmung über Holzschalung mit swissporTETTO Alu Difuplan/Alu Polymer	4
• Lösung für die Aufdachdämmung über Holzschalung mit swissporTETTO Alu	6
• Lösung für die Aufdachdämmung über Holzschalung mit swissporTETTO Kombi Alu/MF/Difuplan oder swissporTETTO Kombi Alu/MF/Polymer	8
• Lösung für die Aufdachdämmung über Holzschalung mit swissporTETTO Kombi Alu/MF	10
• Lösung für die Aufdachdämmung über Holzschalung mit swissporLAMBDA Roof	12
• Lösung für die Aufdachdämmung über Holzschalung mit swissporROC und swissporTETTO Roc	14
• Lösung für die Aufdachdämmung über Beton mit swissporTETTO Alu Difuplan/Alu Polymer	16
• Lösung für die Aufdachdämmung über Profilblech mit swissporTETTO Alu Difuplan/Alu Polymer	18
• Lösung für die Aufdachdämmung über Massivholz mit swissporTETTO Alu Difuplan/Alu Polymer	20
• Lösung für die Zwischen- und Aufdachdämmung mit swissporBATISOL® Sparrendämmplatte	22
• Lösung für die Zwischen- und Aufdachdämmung mit swissporTETTO Alu Difuplan/Alu Polymer	24
• Lösung für die Zwischen- und Aufdachdämmung mit swissporTETTO Alu Difuplan/Alu Polymer	26
• Absturzsicherungen mit Anschlagpunkten von swisspor	28
• Sommerlicher Wärmeschutz	32
• Ökologie	38

Die detaillierten Bauteilkennwerte entnehmen Sie bitte den Planungsunterlagen.

Die Bildaufbauten sowie Piktogramme sind lediglich schematisch dargestellt. Die Projektierung sowie Ausführung muss den einschlägigen aktuellen Verarbeitungs- und Verlegerichtlinien der swisspor AG sowie den entsprechenden Normen und Richtlinien der Fachverbände entsprechen.

Stand der Technik, Änderung vorbehalten.

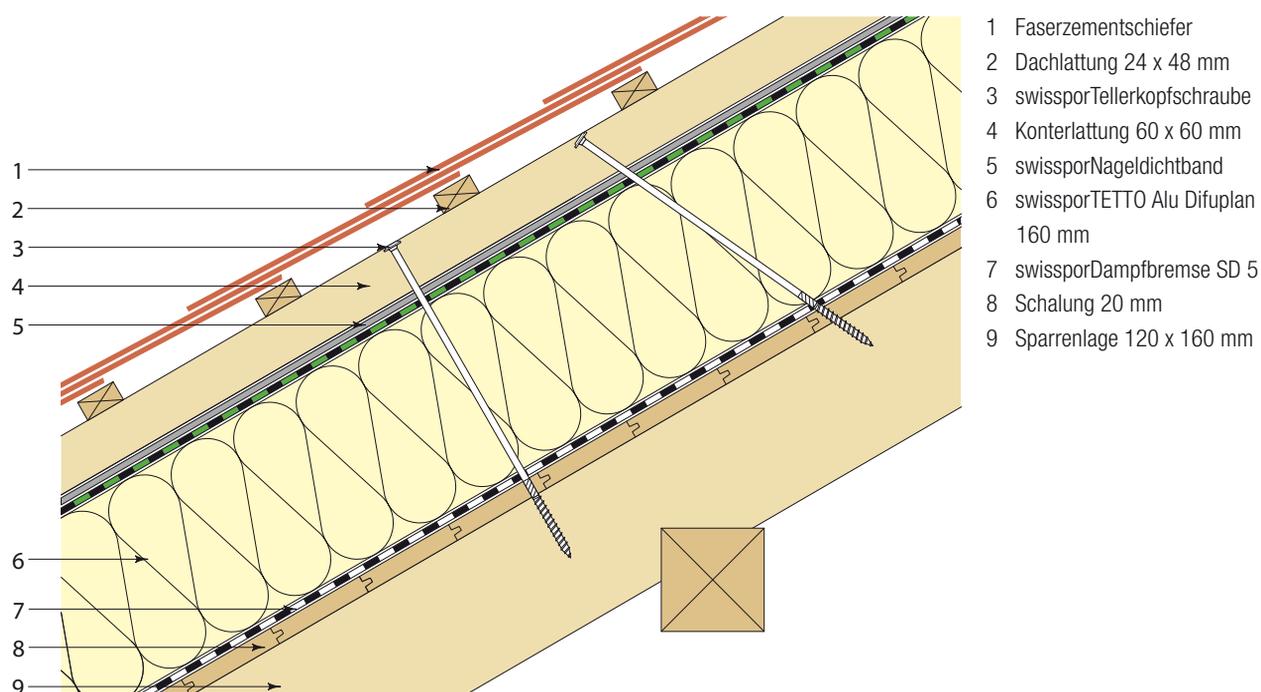
Steildach von swisspor

Das Steildach ist eine in Form und Ästhetik vollkommene Art, das Bauteil Dach auszuführen. Dank der Form und den geometrischen Linien verleiht das Steildach jedem Gebäude Persönlichkeit und Einzigartigkeit. Ob bei Neubauten oder Renovationen - mit dieser Art stehen alle Möglichkeiten offen. Die planerischen Aspekte wie Ökologie, Nachhaltigkeit und Ökonomie sind ebenfalls wichtige Bestandteile in der Gesamtbetrachtung des Bauteiles. Aber auch die praktischen Aspekte wie Langlebigkeit, Detailausführung und Verlegeleistung werden beachtet.

Eine Anwendung und viele Ansprüche von verschiedenen Seiten. Mit dieser Dokumentation möchten wir zeigen, welche Möglichkeiten sich anhand des breiten Produktesortiments von swisspor anbieten, um diese Anwendung technisch einwandfrei und nach höchsten Qualitätsmerkmalen auszuführen. Von swissporTETTO Alu Difuplan über swissporTETTO Kombi Alu/MF/Difuplan bis hin zu swissporBATISOL® Sparrendämmplatten stehen verschiedene Produkte und Systeme zur Auswahl.

Das aufkaschierte Unterdach auf den swissporTETTO Difuplan-Platten erfüllt die Anforderungen an ein Unterdach für erhöhte Beanspruchung. Ein Unterdach für erhöhte Beanspruchung ist zulässig bis zu einer Bezugshöhe h_0 von 800 m; dies unter der Voraussetzung, dass die Deckung in Abhängigkeit von der Dacheindeckung ein solches Unterdach zulässt. Ab einer Bezugshöhe h_0 über 800 m ist mindestens ein Unterdach für ausserordentliche Beanspruchung zu wählen. Hierzu empfehlen wir die swissporUnterdachbahn Difuplan Top oder die swissporTETTO-Elemente mit aufkaschiertem Polymerunterdach.

Der minimale Durchlüftungsraum zwischen Unterdach und Deckung ist abhängig von Dachneigung, Bezugshöhe h_0 und Sparrenlänge. Bei den aufgezeigten Aufbauten ist es zu empfehlen, die Höhe des Durchlüftungsraumes von 60 mm nicht zu unterschreiten.



Es sind die Konstruktions- und Verarbeitungsrichtlinien der swisspor AG sowie die entsprechenden Normen und Richtlinien der Fachverbände zu beachten.

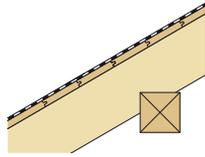
Lösung für die Aufdachdämmung über Holzschalung

mit swissporTETTO Alu Difuplan
oder swissporTETTO Alu Polymer



Unterkonstruktion 1	Dampfbremse 2	Beschreibung
---------------------	---------------	--------------

Sparrenlage mit Holzschalung

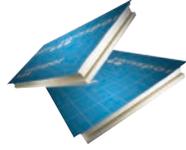


swissporDampfbremse SD 5
swissporVAPACELL 50R
swissporVAPACELL 100R

Polypropylen-Vlies S_d - Wert ¹⁾ = 5.00 m
Elastomerbitumen S_d - Wert ¹⁾ = 60.00 m
Elastomerbitumen S_d - Wert ¹⁾ = 100.00 m

Wärmedämmung 3	Wärmeleitfähigkeit λ_D	Beschreibung und Unterdach
----------------	--------------------------------	----------------------------

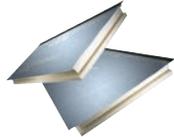
swissporTETTO Alu Difuplan



0.022 W/(m·K)

Polyurethanplatte mit beidseitiger Aluminiumkaschierung. Oberseitig aufkaschierte Unterdachbahn aus Polypropylen-Vlies. Anforderungen an ein Unterdach für erhöhte Beanspruchung erfüllt. Umlaufend mit Nut und Kamm.

swissporTETTO Alu Polymer

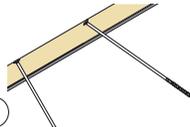


0.022 W/(m·K)

Polyurethanplatte mit beidseitiger Aluminiumkaschierung. Oberseitig aufkaschierte Unterdachbahn aus Polymerbitumenbahn. Anforderungen an ein Unterdach für aussergewöhnliche Beanspruchung erfüllt. Umlaufend mit Nut und Kamm.

Durchlüftungsraum	Beschreibung
-------------------	--------------

swissporNageldichtband 4



Konterlattung 5

swissporTellerkopfschraube 6

Polyethylen-Schaumdichtband

Belüftung

Tellerkopfschrauben ²⁾

Dacheindeckung

Hierfür können alle handelsüblichen Deckmaterialien, abhängig von der Lage des Objektes, der Sparrenlänge sowie der Dachneigung, eingesetzt werden.

¹⁾ Wasserdampfdiffusionsäquivalente Luftschichtdicke

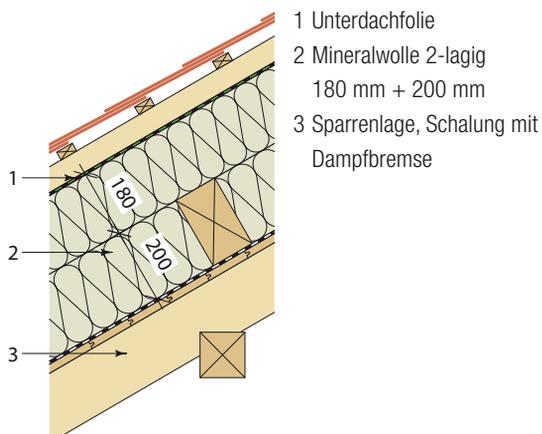
²⁾ Die statischen Berechnungen müssen objektspezifisch gemacht werden.

Kursiv: Hier können verschiedene Produkte zur Komplettierung des Aufbaus verwendet werden.

Die aufgeführten Produkte zeigen alle relevanten Möglichkeiten auf und sind entsprechend einsetzbar.

Vergleich Steildachaufbau inkl. Befestigung mit U-Wert 0.10 W/(m²·K)

Mineralwolle kreuzweise mit Holzlattung

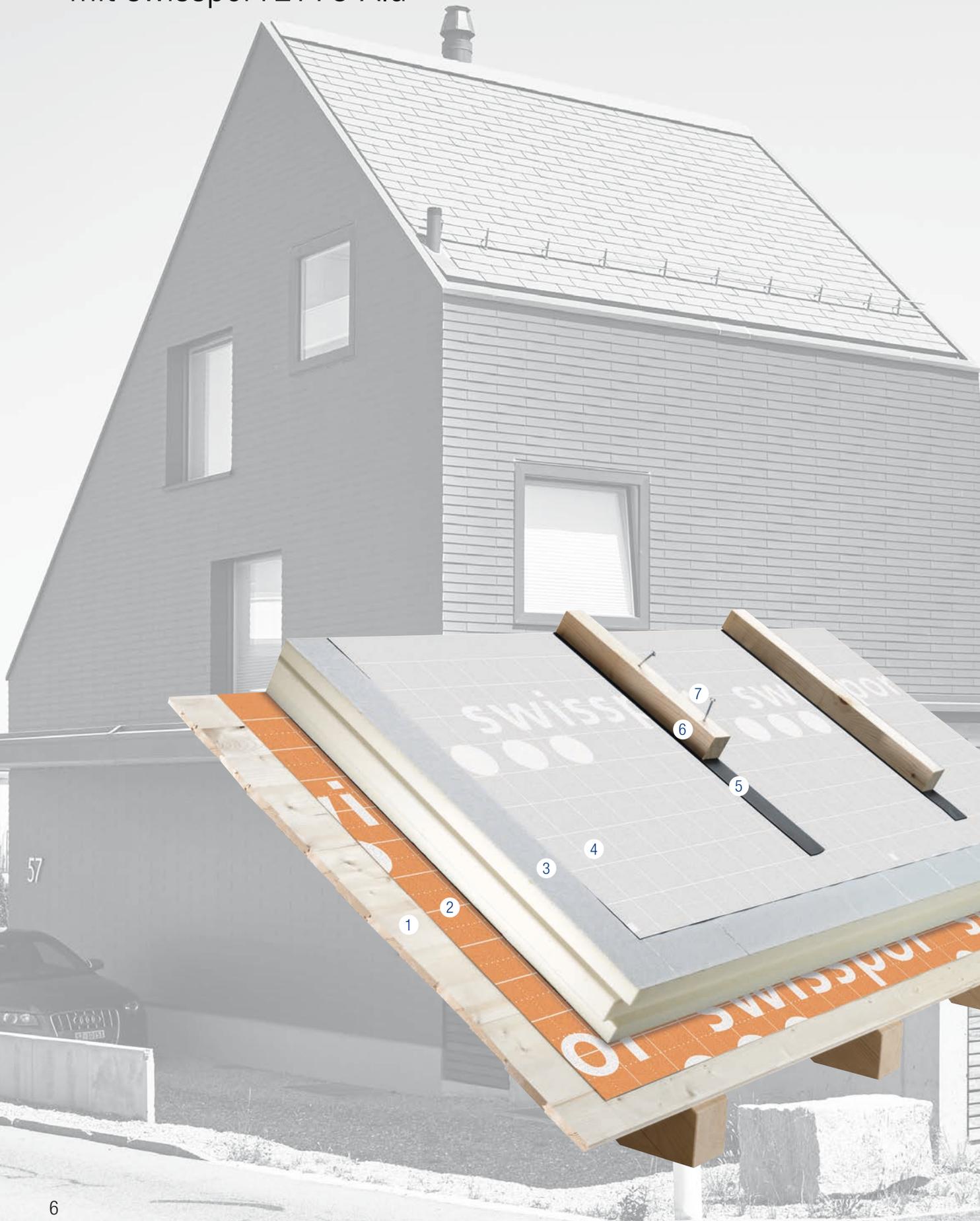


swissporTETTO Alu Difuplan bzw. Polymer



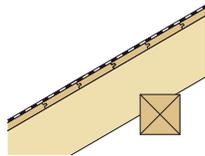
Lösung für die Aufdachdämmung über Holzschalung

mit swissporTETTO Alu



Unterkonstruktion 1	Dampfbremse 2	Beschreibung
---------------------	---------------	--------------

Sparrenlage mit Holzschalung

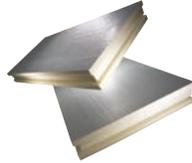


swissporDampfbremse SD 5
swissporVAPACELL 50R
swissporVAPACELL 100R

Polypropylen-Vlies S_d - Wert ¹⁾ = 5.00 m
Elastomerbitumen S_d - Wert ¹⁾ = 60.00 m
Elastomerbitumen S_d - Wert ¹⁾ = 100.00 m

Wärmedämmung 3	Wärmeleitfähigkeit λ_D	Beschreibung
----------------	--------------------------------	--------------

swissporTETTO Alu



0.022 W/(m·K)

Polyurethanplatte mit beidseitiger Aluminiumkaschierung. Umlaufend mit Nut und Kamm.

Unterdachfolie 4	Beschreibung	Anwendung
------------------	--------------	-----------

swissporUnterdachbahn Difuplan



Polypropylen-Vlies mit innenliegendem monolithischem Film

Unterdach für erhöhte Beanspruchung. Überlappungen verdeckt verkleben.

swissporUnterdachbahn Difuplan Top



Polyestervlies mit beidseitiger monolithischer Polyurethan-Funktionsbeschichtung

Unterdach für ausserordentliche Beanspruchung. Überlappungen mit Heissluft oder swissporQuellschweissmittel homogen verschweissen.

swissporUnterdachbahn Polymer

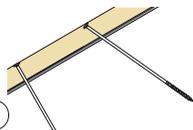


Polymerbitumen mit Polyesterträger. Oberseitig mit rutschfestem Polypropylen. Längs- und Querstösse selbstklebend mit zusätzlichem Schweissrand

Unterdach für erhöhte und ausserordentliche Beanspruchung. Fugenlose homogene Verschweissung mittels Heissluft.

Durchlüftungsraum	Beschreibung
-------------------	--------------

swissporNageldichtband 5



Polyethylen-Schaumdichtband

Konterlattung 6

Belüftung

swissporTellerkopfschraube 7

Tellerkopfschrauben ²⁾

Dacheindeckung

Hierfür können alle handelsüblichen Deckmaterialien, abhängig von der Lage des Objektes, der Sparrenlänge sowie der Dachneigung, eingesetzt werden.

¹⁾ Wasserdampfdiffusionsäquivalente Luftschichtdicke

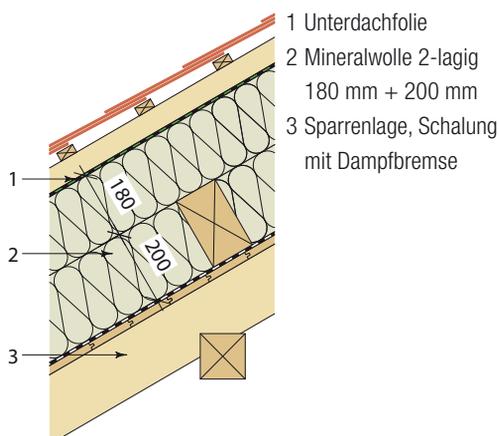
²⁾ Die statischen Berechnungen müssen objektspezifisch gemacht werden.

Kursiv: Hier können verschiedene Produkte zur Komplettierung des Aufbaus verwendet werden.

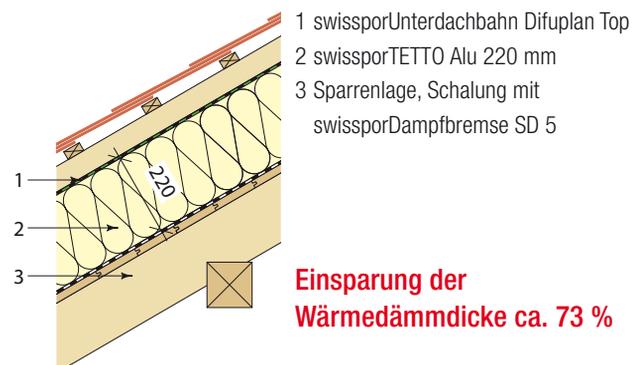
Die aufgeführten Produkte zeigen alle relevanten Möglichkeiten auf und sind entsprechend einsetzbar.

Vergleich Steildachaufbau inkl. Befestigung mit U-Wert 0.10 W/(m²·K)

Mineralwolle kreuzweise mit Holzlattung



swissporTETTO Alu



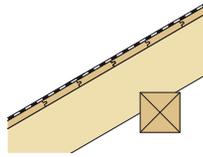
Lösung für die Aufdachdämmung über Holzschalung

mit swissporTETTO Kombi Alu/MF/Difuplan
oder swissporTETTO Kombi Alu/MF/Polymer



Unterkonstruktion 1	Dampfbremse 2	Beschreibung
---------------------	---------------	--------------

Sparrenlage mit Holzschalung

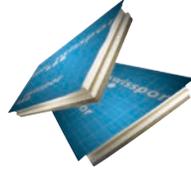


swissporDampfbremse SD 5
swissporVAPACELL 50R
swissporVAPACELL 100R

Polypropylen-Vlies S_d - Wert ¹⁾ = 5.00 m
Elastomerbitumen S_d - Wert ¹⁾ = 60.00 m
Elastomerbitumen S_d - Wert ¹⁾ = 100.00 m

Wärmedämmung 3	Wärmeleitfähigkeit λ_D	Beschreibung und Unterdach
----------------	--------------------------------	----------------------------

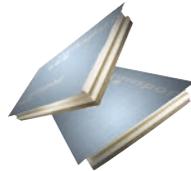
swissporTETTO Kombi Alu/MF/Difuplan



PUR 0.022 W/(m·K)
MF 0.035 W/(m·K)

Polyurethanplatte mit beidseitiger Aluminiumkaschierung. Unterseitig mit 30 mm Mineralfaserplatte versehen. Oberseitig aufkaschierte Unterdachbahn aus Polypropylen-Vlies. Anforderungen an ein Unterdach für erhöhte Beanspruchung erfüllt. Umlaufend mit Nut und Kamm.

swissporTETTO Kombi Alu/MF/Polymer



PUR 0.022 W/(m·K)
MF 0.035 W/(m·K)

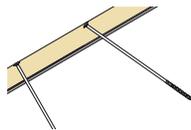
Polyurethanplatte mit beidseitiger Aluminiumkaschierung. Unterseitig mit 30 mm Mineralfaserplatte versehen. Oberseitig aufkaschierte Unterdachbahn aus Polymerbitumenbahn. Anforderungen an ein Unterdach für aussergewöhnliche Beanspruchung erfüllt. Umlaufend mit Nut und Kamm.

Durchlüftungsraum	Beschreibung
-------------------	--------------

swissporNageldichtband 4

Konterlattung 5

swissporDachschraube 6



Polyethylen-Schaumdichtband

Belüftung

Doppelgewindeschraube lastabtragend ²⁾

Dacheindeckung

Hierfür können alle handelsüblichen Deckmaterialien, abhängig von der Lage des Objektes, der Sparrenlänge sowie der Dachneigung, eingesetzt werden..

¹⁾ Wasserdampfdiffusionsäquivalente Luftschichtdicke

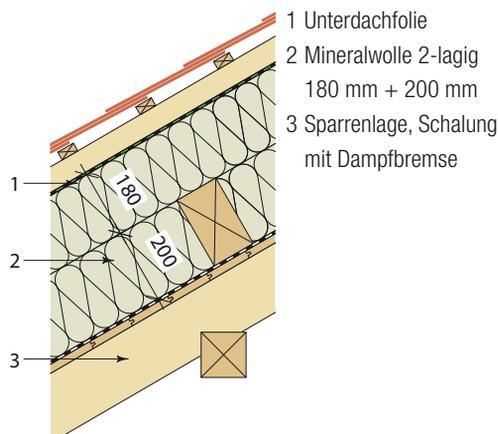
²⁾ Die statischen Berechnungen müssen objektspezifisch gemacht werden.

Kursiv: Hier können verschiedene Produkte zur Komplettierung des Aufbaus verwendet werden.

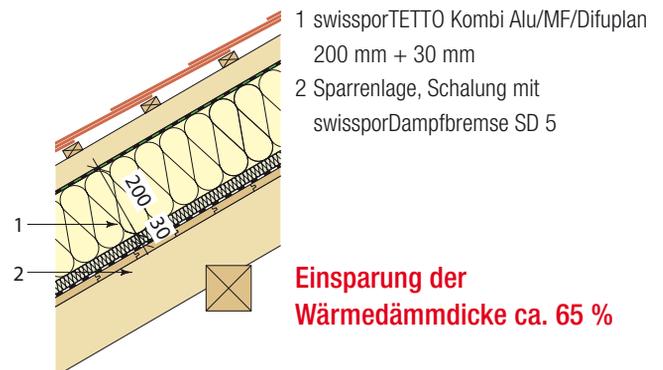
Die aufgeführten Produkte zeigen alle relevanten Möglichkeiten auf und sind entsprechend einsetzbar.

Vergleich Steildachaufbau inkl. Befestigung mit U-Wert 0.10 W/(m²·K)

Mineralwolle kreuzweise mit Holzlattung

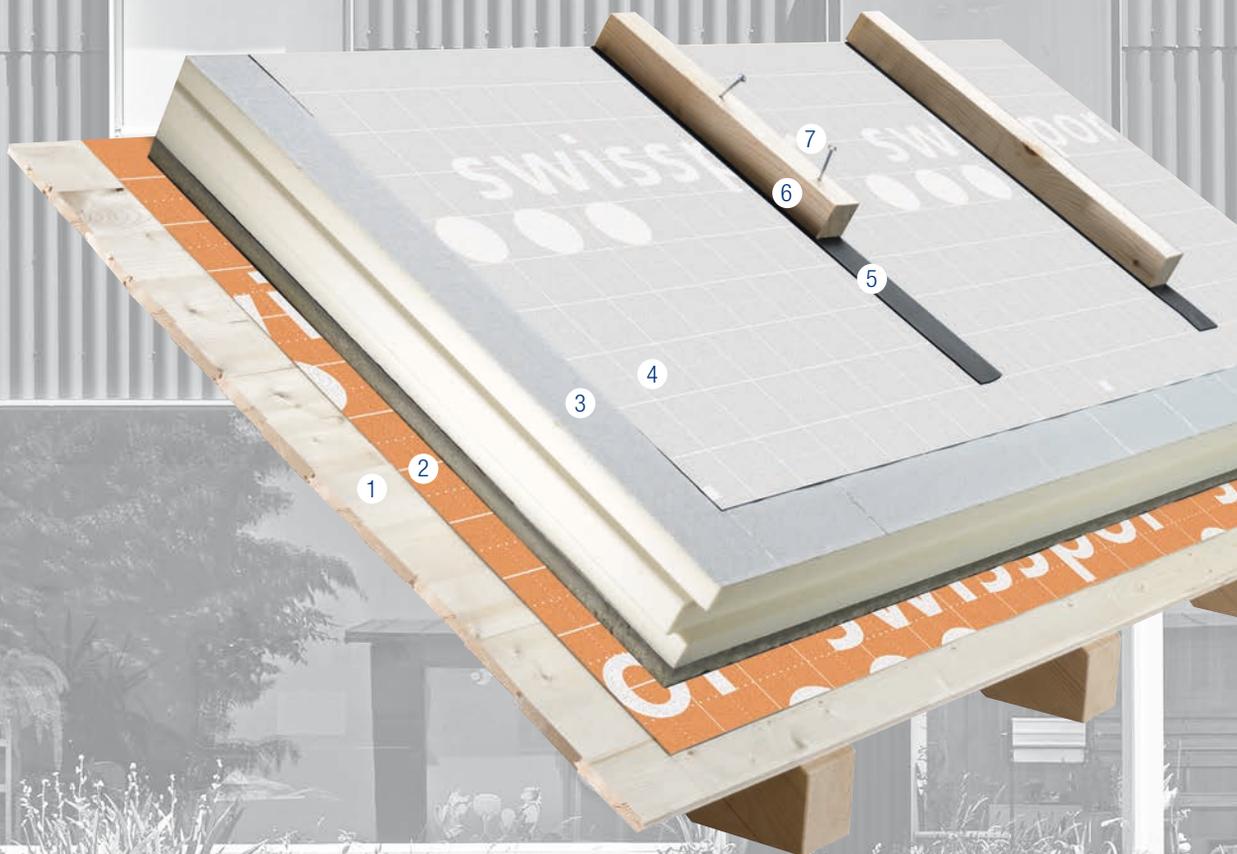


swissporTETTO Alu/MF/Difuplan bzw. Polymer



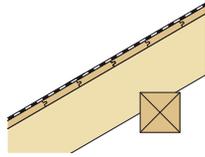
Lösung für die Aufdachdämmung über Holzschalung

mit swissporTETTO Kombi Alu/MF



Unterkonstruktion 1	Dampfbremse 2	Beschreibung
---------------------	---------------	--------------

Sparrenlage mit Holzschalung

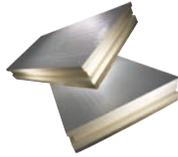


swissporDampfbremse SD 5
swissporVAPACELL 50R
swissporVAPACELL 100R

Polypropylen-Vlies S_d - Wert ¹⁾ = 5.00 m
Elastomerbitumen S_d - Wert ¹⁾ = 60.00 m
Elastomerbitumen S_d - Wert ¹⁾ = 100.00 m

Wärmedämmung 3	Wärmeleitfähigkeit λ_D	Beschreibung
----------------	--------------------------------	--------------

swissporTETTO Kombi Alu/MF



PUR 0.022 W/(m·K)
MF 0.035 W/(m·K)

Polyurethanplatte mit beidseitiger Aluminiumkaschierung. Unterseitig mit 30 mm Mineralfaserplatte versehen. Umlaufend mit Nut und Kamm.

Unterdachfolie 4	Beschreibung	Anwendung
------------------	--------------	-----------

swissporUnterdachbahn Difuplan



Polypropylen-Vlies mit innenliegendem monolithischem Film

Unterdach für erhöhte Beanspruchung. Überlappungen verdeckt verkleben.

swissporUnterdachbahn Difuplan Top



Polyestervlies mit beidseitiger monolithischer Polyurethan-Funktionsbeschichtung

Unterdach für ausserordentliche Beanspruchung. Überlappungen mit Heissluft oder swissporQuellschweissmittel homogen verschweissen.

swissporUnterdachbahn Polymer

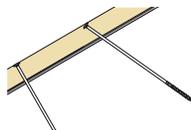


Polymerbitumen mit Polyesterträger. Oberseitig mit rutschfestem Polypropylen. Längs- und Querstösse selbstklebend mit zusätzlichem Schweissrand

Unterdach für erhöhte und ausserordentliche Beanspruchung. Fugenlose homogene Verschweissung mittels Heissluft.

Durchlüftungsraum	Beschreibung
-------------------	--------------

swissporNageldichtband 5



Polyethylen-Schaumdichtband

Konterlattung 6

Belüftung

swissporDachschraube 7

Tellerkopfschrauben ²⁾

Dacheindeckung

Hierfür können alle handelsüblichen Deckmaterialien, abhängig von der Lage des Objektes, der Sparrenlänge sowie der Dachneigung, eingesetzt werden.

¹⁾ Wasserdampfdiffusionsäquivalente Luftschichtdicke

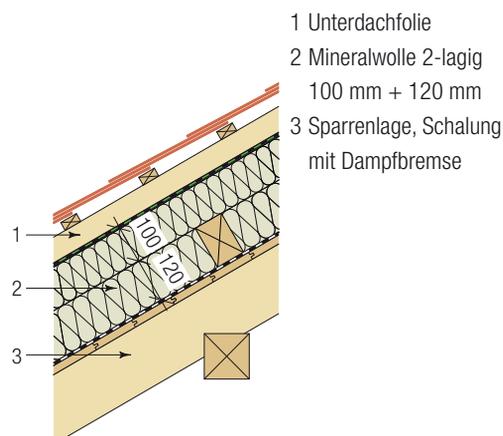
²⁾ Die statischen Berechnungen müssen objektspezifisch gemacht werden.

Kursiv: Hier können verschiedene Produkte zur Komplettierung des Aufbaus verwendet werden.

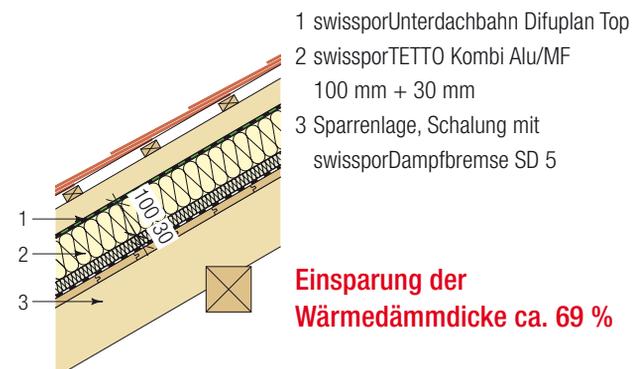
Die aufgeführten Produkte zeigen alle relevanten Möglichkeiten auf und sind entsprechend einsetzbar.

Vergleich Steildachaufbau inkl. Befestigung mit U-Wert 0.17 W/(m²·K)

Mineralwolle kreuzweise mit Holzlattung

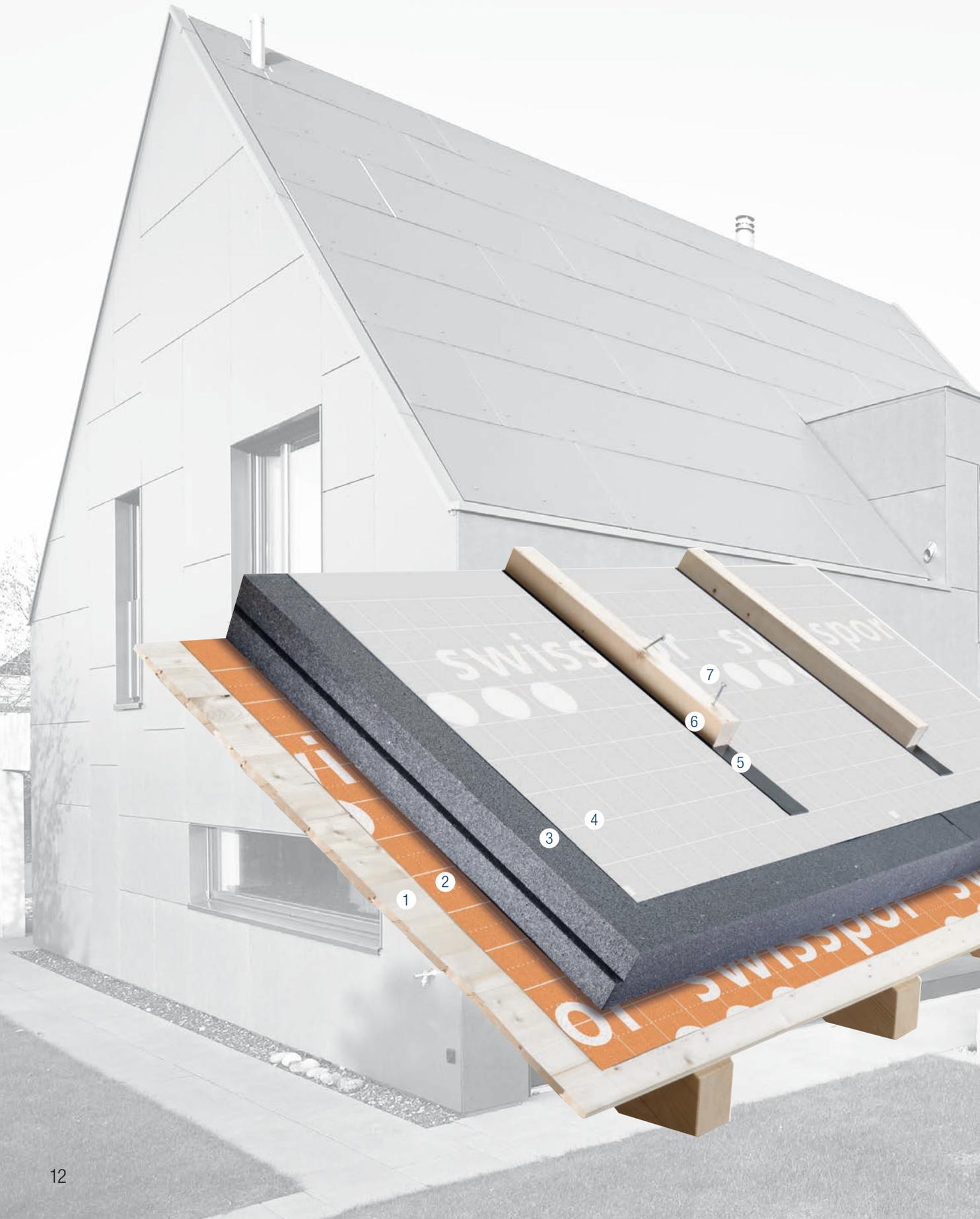


swissporTETTO Kombi Alu/MF



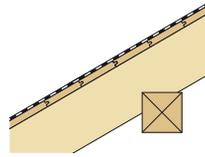
Lösung für die Aufdachdämmung über Holzschalung

mit swissporLAMBDA Roof



Unterkonstruktion 1	Dampfbremse 2	Beschreibung
---------------------	---------------	--------------

Sparrenlage mit Holzschalung



swissporDampfbremse SD 5
swissporVAPACELL 50R
swissporVAPACELL 100R

Polypropylen-Vlies S_d - Wert ¹⁾ = 5.00 m
Elastomerbitumen S_d - Wert ¹⁾ = 60.00 m
Elastomerbitumen S_d - Wert ¹⁾ = 100.00 m

Wärmedämmung 3	Wärmeleitfähigkeit λ_D	Beschreibung
----------------	--------------------------------	--------------

swissporLAMBDA Roof



0.029 W/(m·K)

Expandierter Polystyrol-Hartschaum mit Graphit-Zusatz, mit allseitigem Stufenfalz

Unterdachfolie 4	Beschreibung	Anwendung
------------------	--------------	-----------

swissporUnterdachbahn Difuplan



Polypropylen-Vlies mit innenliegendem monolithischem Film

Unterdach für erhöhte Beanspruchung. Überlappungen verdeckt verkleben.

swissporUnterdachbahn Difuplan Top



Polyestervlies mit beidseitiger monolithischer Polyurethan-Funktionsbeschichtung

Unterdach für ausserordentliche Beanspruchung. Überlappungen mit Heissluft oder swissporQuellschweissmittel homogen verschweissen.

swissporUnterdachbahn Polymer

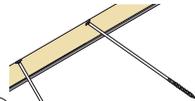


Polymerbitumen mit Polyesterträger. Oberseitig mit rutschfestem Polypropylen. Längs- und Querstösse selbstklebend mit zusätzlichem Schweissrand

Unterdach für erhöhte und ausserordentliche Beanspruchung. Fugenlose homogene Verschweissung mittels Heissluft.

Durchlüftungsraum	Beschreibung
-------------------	--------------

swissporNageldichtband 5



Polyethylen-Schaumdichtband

Konterlattung 6

Belüftung

swissporTellerkopfschraube 7

Tellerkopfschrauben ²⁾

Dacheindeckung

Hierfür können alle handelsüblichen Deckmaterialien, abhängig von der Lage des Objektes, der Sparrenlänge sowie der Dachneigung, eingesetzt werden.

¹⁾ Wasserdampfdiffusionsäquivalente Luftschichtdicke

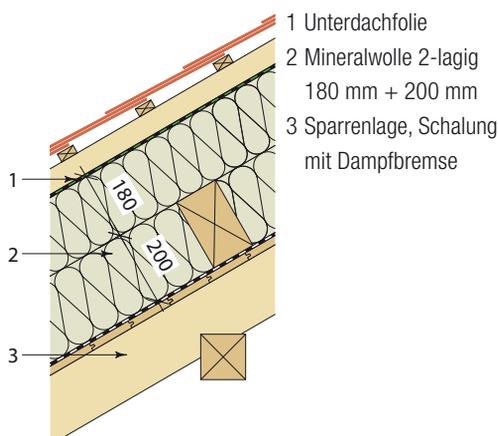
²⁾ Die statischen Berechnungen müssen objektspezifisch gemacht werden.

Kursiv: Hier können verschiedene Produkte zur Komplettierung des Aufbaus verwendet werden.

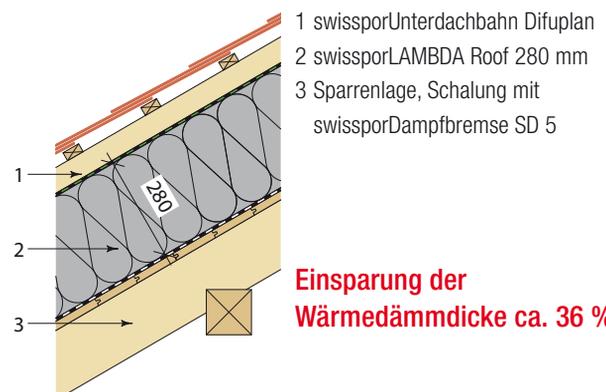
Die aufgeführten Produkte zeigen alle relevanten Möglichkeiten auf und sind entsprechend einsetzbar.

Vergleich Steildachaufbau inkl. Befestigung mit U-Wert 0.10 W/(m²·K)

Mineralwolle kreuzweise mit Holzlattung

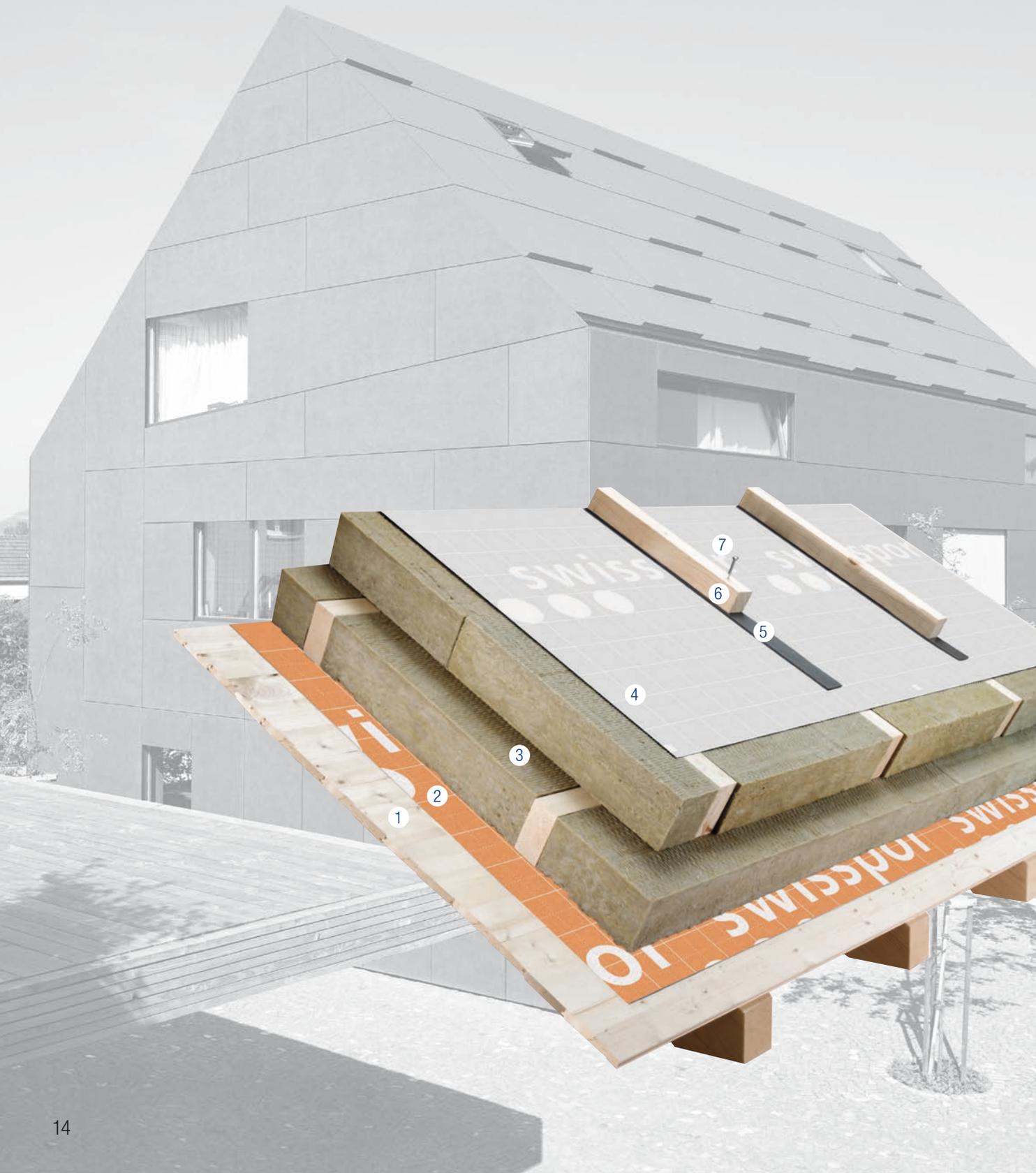


swissporLAMBDA Roof



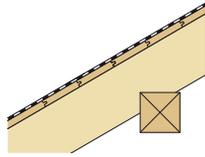
Lösung für die Aufdachdämmung über Holzschalung

mit swissporROC Typ 3
und swissporTETTO Roc



Unterkonstruktion 1	Dampfbremse 2	Beschreibung
---------------------	---------------	--------------

Sparrenlage mit Holzschalung

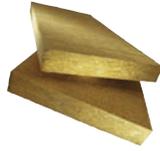


swissporDampfbremse SD 5
swissporVAPACELL 50R
swissporVAPACELL 100R

Polypropylen-Vlies S_d - Wert ¹⁾ = 5.00 m
Elastomerbitumen S_d - Wert ¹⁾ = 60.00 m
Elastomerbitumen S_d - Wert ¹⁾ = 100.00 m

Wärmedämmung 3	Wärmeleitfähigkeit λ_D	Beschreibung
----------------	--------------------------------	--------------

swissporROC Typ 3



0.034 W/(m·K)

Steinwollplatten ca.60 kg/m³

swissporTETTO Roc

0.034 W/(m·K)

Steinwollplatten mit verdichteter Vorderseite ca. 110 kg/m³

Unterdachfolie 4	Beschreibung	Anwendung
------------------	--------------	-----------

swissporUnterdachbahn Difuplan



Polypropylen-Vlies mit innenliegendem monolithischem Film

Unterdach für erhöhte Beanspruchung. Überlappungen verdeckt verkleben.

swissporUnterdachbahn Difuplan Top



Polyestervlies mit beidseitiger monolithischer Polyurethan-Funktionsbeschichtung

Unterdach für ausserordentliche Beanspruchung. Überlappungen mit Heissluft oder swissporQuellschweissmittel homogen verschweissen.

swissporUnterdachbahn Polymer

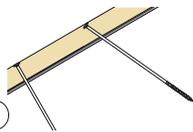


Polymerbitumen mit Polyesterträger. Oberseitig mit rutschfestem Polypropylen. Längs- und Querstösse selbstklebend mit zusätzlichem Schweissrand

Unterdach für erhöhte und ausserordentliche Beanspruchung. Fugenlose homogene Verschweissung mittels Heissluft.

Durchlüftungsraum	Beschreibung
-------------------	--------------

swissporNageldichtband 5



Polyethylen-Schaumdichtband

Konterlattung 6

Belüftung

swissporTellerkopfschraube 7

Tellerkopfschrauben ²⁾

Dacheindeckung

Hierfür können alle handelsüblichen Deckmaterialien, abhängig von der Lage des Objektes, der Sparrenlänge sowie der Dachneigung, eingesetzt werden.

¹⁾ Wasserdampfdiffusionsäquivalente Luftschichtdicke

²⁾ Die statischen Berechnungen müssen objektspezifisch gemacht werden.

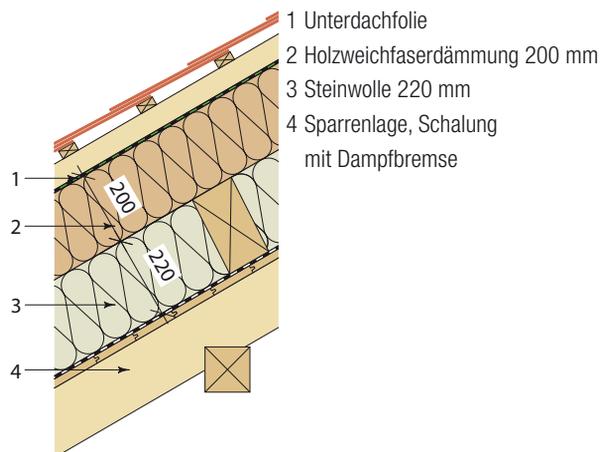
Kursiv: Hier können verschiedene Produkte zur Komplettierung des Aufbaus verwendet werden.

Die aufgeführten Produkte zeigen alle relevanten Möglichkeiten auf und sind entsprechend einsetzbar.

Vergleich Steildachaufbau inkl. Befestigung mit U-Wert 0.10 W/(m²·K)

Mineralwolle kreuzweise mit Holzlattung und Holzweichfaserdämmung

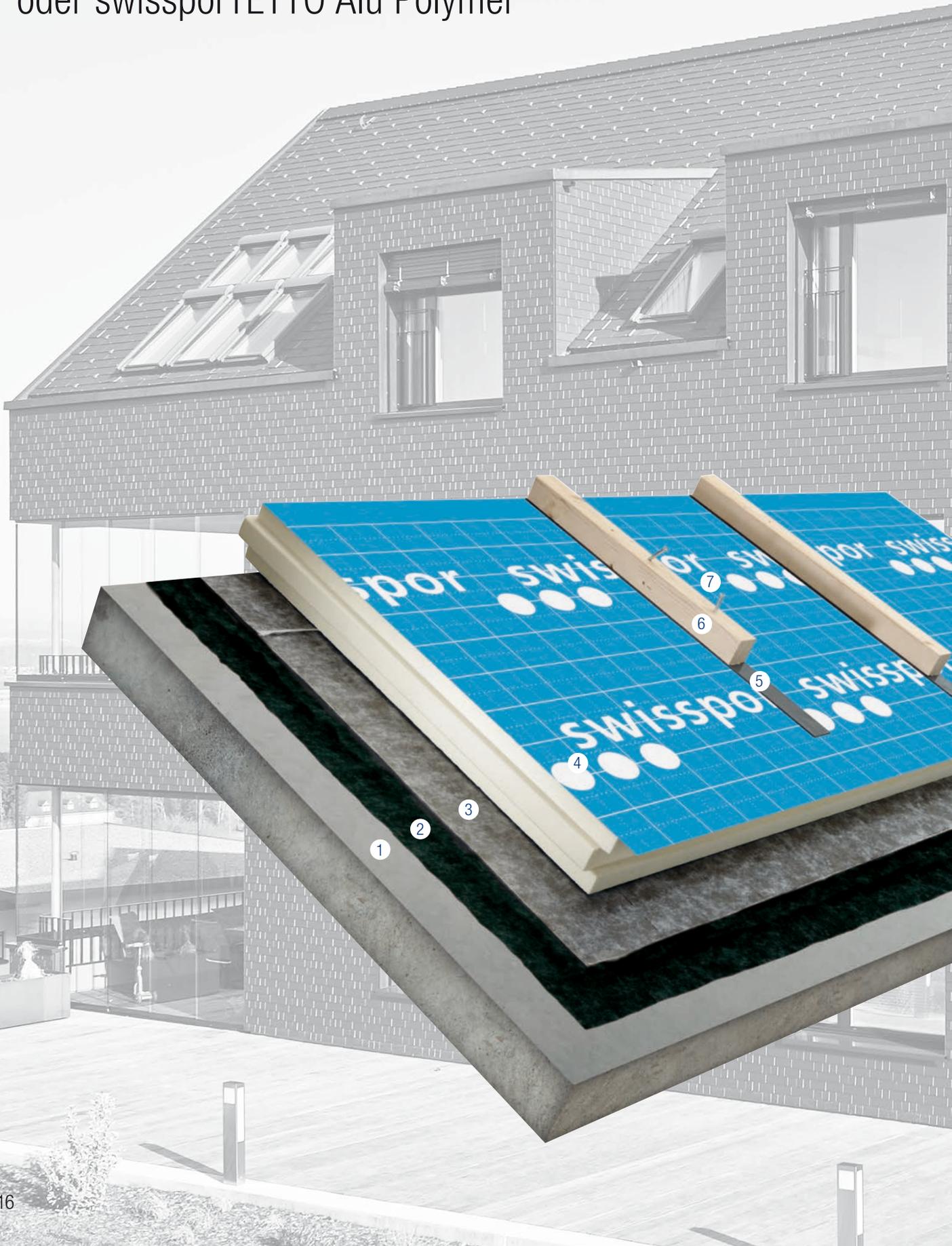
swissporTETTO Roc + swissporROC Typ 3



Einsparung der Wärmedämmstärke ca. 11 %

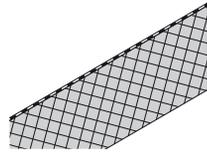
Lösung für die Aufdachdämmung über Beton

mit swissporTETTO Alu Difuplan
oder swissporTETTO Alu Polymer



Unterkonstruktion 1	Haftvermittler 2	Dampfbremse 3
---------------------	------------------	---------------

Stahlbeton

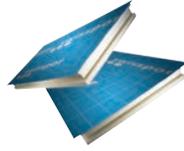


Bitumenlack VS 100
 Bitumenlack VS BASIC
 GREEN LINE Bitumenemulsion

swissporBIKUPLAN EGV 3.5 v flam
 Elastomerbitumen S_d - Wert ¹⁾ = 175.00 m

Wärmedämmung 4	Wärmeleitfähigkeit λ _D	Beschreibung und Unterdach
----------------	-----------------------------------	----------------------------

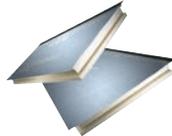
swissporTETTO Alu Difuplan



0.022 W/(m·K)

Polyurethanplatte mit beidseitiger Aluminiumkaschierung. Oberseitig aufkaschierte Unterdachbahn aus Polypropylen-Vlies. Anforderungen an ein Unterdach für erhöhte Beanspruchung erfüllt. Umlaufend mit Nut und Kamm.

swissporTETTO Alu Polymer

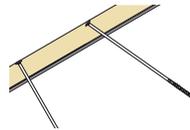


0.022 W/(m·K)

Polyurethanplatte mit beidseitiger Aluminiumkaschierung. Oberseitig aufkaschierte Unterdachbahn aus Polymerbitumenbahn. Anforderungen an ein Unterdach für aussergewöhnliche Beanspruchung erfüllt. Umlaufend mit Nut und Kamm.

Durchlüftungsraum	Beschreibung
-------------------	--------------

swissporNageldichtband 5



Konterlattung 6

Befestigung 7

Polyethylen-Schaumdichtband

Belüftung

Rahmendübel ²⁾

Dacheindeckung

Hierfür können alle handelsüblichen Deckmaterialien, abhängig von der Lage des Objektes, der Sparrenlänge sowie der Dachneigung, eingesetzt werden.

¹⁾ Wasserdampfdiffusionsäquivalente Luftschichtdicke

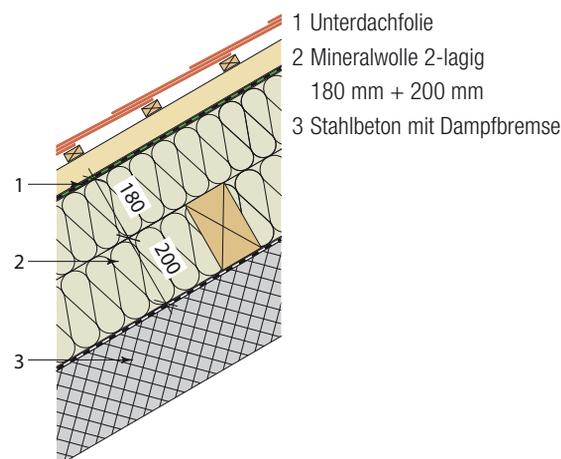
²⁾ Die statischen Berechnungen müssen objektspezifisch gemacht werden.

Kursiv: Hier können verschiedene Produkte zur Komplettierung des Aufbaus verwendet werden.

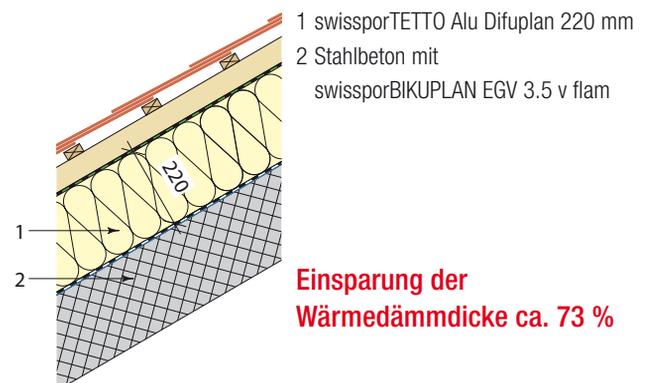
Die aufgeführten Produkte zeigen alle relevanten Möglichkeiten auf und sind entsprechend einsetzbar.

Vergleich Steildachaufbau inkl. Befestigung mit U-Wert 0.10 W/(m²·K)

Mineralwolle kreuzweise mit Holzlattung



swissporTETTO Alu Difuplan bzw. Polymer



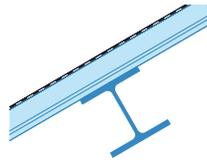
Lösung für die Aufdachdämmung über Profilblech

mit swissporTETTO Alu Difuplan
oder swissporTETTO Alu Polymer



Unterkonstruktion 1	Dampfbremse 2	Beschreibung
---------------------	---------------	--------------

Profilblech

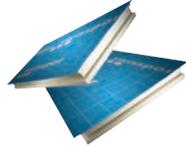


swissporBIKUVAP KS Alu
swissporBIKUPLAN LL VARIO v

Elastomerbitumen S_d - Wert ¹⁾ = 2200.00 m
Elastomerbitumen S_d - Wert ¹⁾ = 180.00 m

Wärmedämmung 3	Wärmeleitfähigkeit λ_D	Beschreibung und Unterdach
----------------	--------------------------------	----------------------------

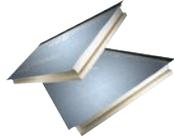
swissporTETTO Alu Difuplan



0.022 W/(m·K)

Polyurethanplatte mit beidseitiger Aluminiumkaschierung. Oberseitig aufkaschierte Unterdachbahn aus Polypropylen-Vlies. Anforderungen an ein Unterdach für erhöhte Beanspruchung erfüllt. Umlaufend mit Nut und Kamm.

swissporTETTO Alu Polymer

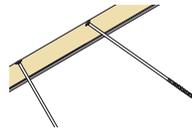


0.022 W/(m·K)

Polyurethanplatte mit beidseitiger Aluminiumkaschierung. Oberseitig aufkaschierte Unterdachbahn aus Polymerbitumenbahn. Anforderungen an ein Unterdach für aussergewöhnliche Beanspruchung erfüllt. Umlaufend mit Nut und Kamm.

Durchlüftungsraum	Beschreibung
-------------------	--------------

swissporNageldichtband 4



Konterlattung 5

Befestigung

Polyethylen-Schaumdichtband

Belüftung

Konstruktionsabhängig ²⁾

Dacheindeckung

Hierfür können alle handelsüblichen Deckmaterialien, abhängig von der Lage des Objektes, der Sparrenlänge sowie der Dachneigung, eingesetzt werden.

¹⁾ Wasserdampfdiffusionsäquivalente Luftschichtdicke

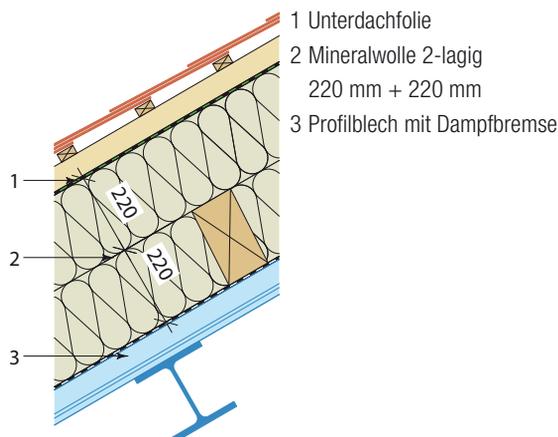
²⁾ Die statischen Berechnungen müssen objektspezifisch gemacht werden.

Kursiv: Hier können verschiedene Produkte zur Komplettierung des Aufbaus verwendet werden.

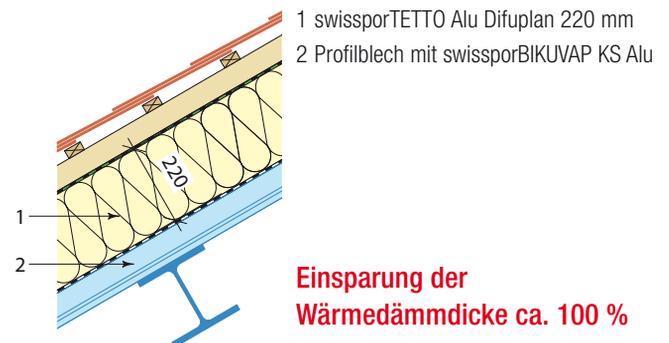
Die aufgeführten Produkte zeigen alle relevanten Möglichkeiten auf und sind entsprechend einsetzbar.

Vergleich Steildachaufbau inkl. Befestigung mit U-Wert 0.10 W/(m²·K)

Mineralwolle kreuzweise mit Holzlattung

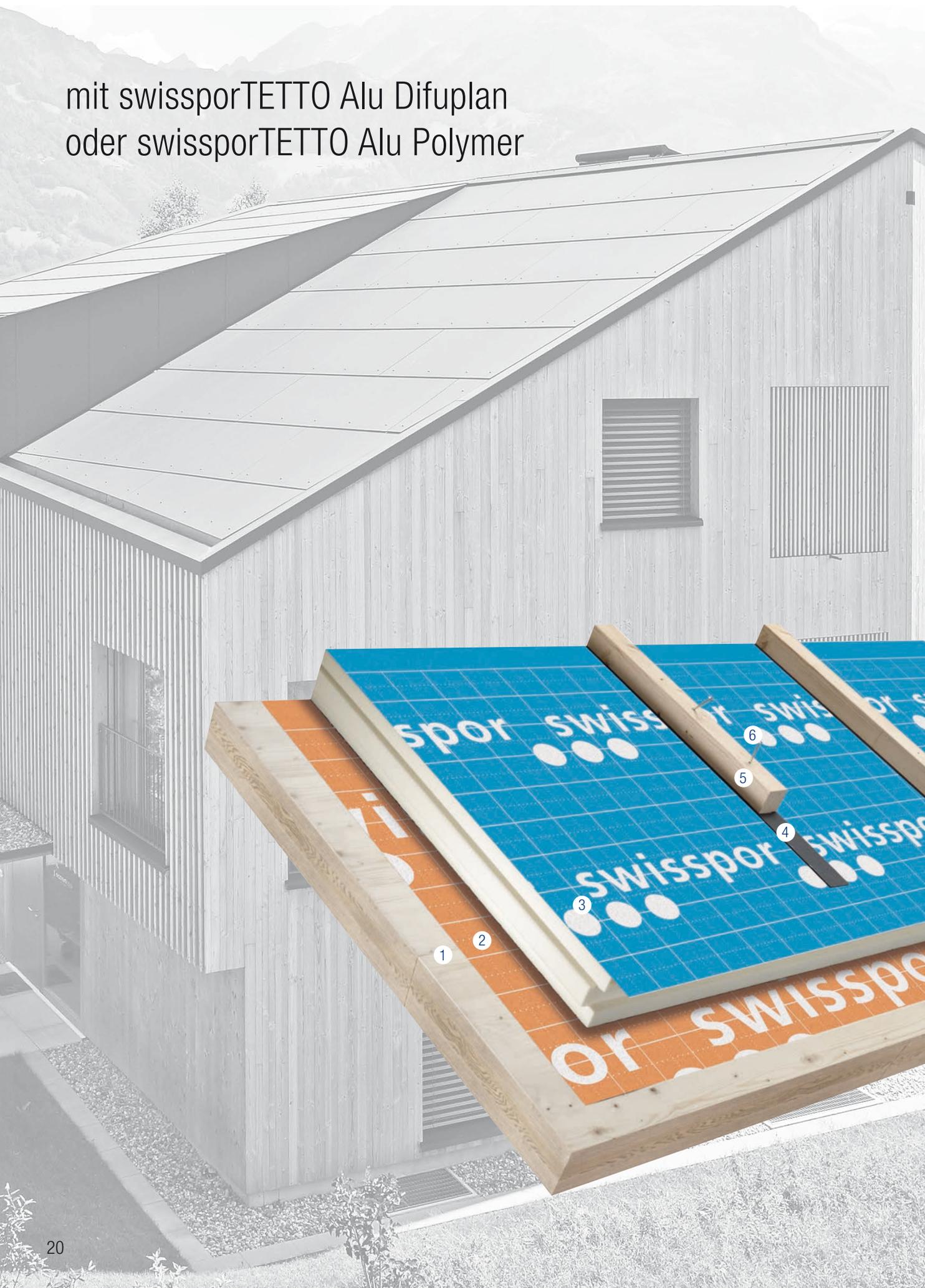


swissporTETTO Alu Difuplan bzw. Polymer



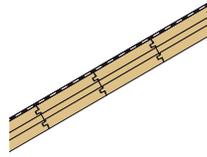
Lösung für die Aufdachdämmung über Massivholz

mit swissporTETTO Alu Difuplan
oder swissporTETTO Alu Polymer



Unterkonstruktion 1	Dampfbremse 2	Beschreibung
---------------------	---------------	--------------

Massivholzelement

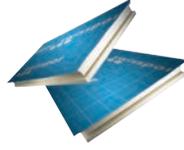


swissporDampfbremse SD 5
swissporVAPACELL 50R
swissporVAPACELL 100R

Polypropylen-Vlies S_d - Wert ¹⁾ = 5.00 m
Elastomerbitumen S_d - Wert ¹⁾ = 60.00 m
Elastomerbitumen S_d - Wert ¹⁾ = 100.00 m

Wärmedämmung 3	Wärmeleitfähigkeit λ_D	Beschreibung und Unterdach
----------------	--------------------------------	----------------------------

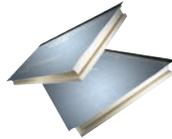
swissporTETTO Alu Difuplan



0.022 W/(m·K)

Polyurethanplatte mit beidseitiger Aluminiumkaschierung. Oberseitig aufkaschierte Unterdachbahn aus Polypropylen-Vlies. Anforderungen an ein Unterdach für erhöhte Beanspruchung erfüllt. Umlaufend mit Nut und Kamm.

swissporTETTO Alu Polymer

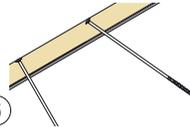


0.022 W/(m·K)

Polyurethanplatte mit beidseitiger Aluminiumkaschierung. Oberseitig aufkaschierte Unterdachbahn aus Polymerbitumenbahn. Anforderungen an ein Unterdach für aussergewöhnliche Beanspruchung erfüllt. Umlaufend mit Nut und Kamm.

Durchlüftungsraum	Beschreibung
-------------------	--------------

swissporNageldichtband 4



Konterlattung 5

swissporTellerkopfschraube 6

Polyethylen-Schaumdichtband
Belüftung
Tellerkopfschrauben ²⁾

Dacheindeckung

Hierfür können alle handelsüblichen Deckmaterialien, abhängig von der Lage des Objektes, der Sparrenlänge sowie der Dachneigung, eingesetzt werden.

¹⁾ Wasserdampfdiffusionsäquivalente Luftschichtdicke

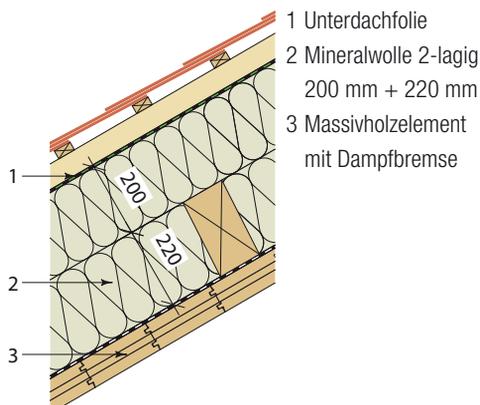
²⁾ Die statischen Berechnungen müssen objektspezifisch gemacht werden.

Kursiv: Hier können verschiedene Produkte zur Komplettierung des Aufbaus verwendet werden.

Die aufgeführten Produkte zeigen alle relevanten Möglichkeiten auf und sind entsprechend einsetzbar.

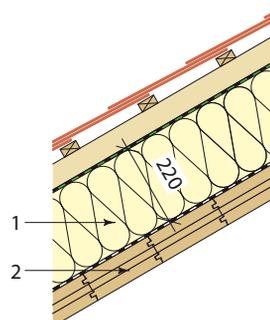
Vergleich Steildachaufbau inkl. Befestigung mit U-Wert 0.10 W/(m²·K)

Mineralwolle kreuzweise mit Holzlattung



- 1 Unterdachfolie
- 2 Mineralwolle 2-lagig
200 mm + 220 mm
- 3 Massivholzelement
mit Dampfbremse

swissporTETTO Alu Difuplan bzw. Polymer

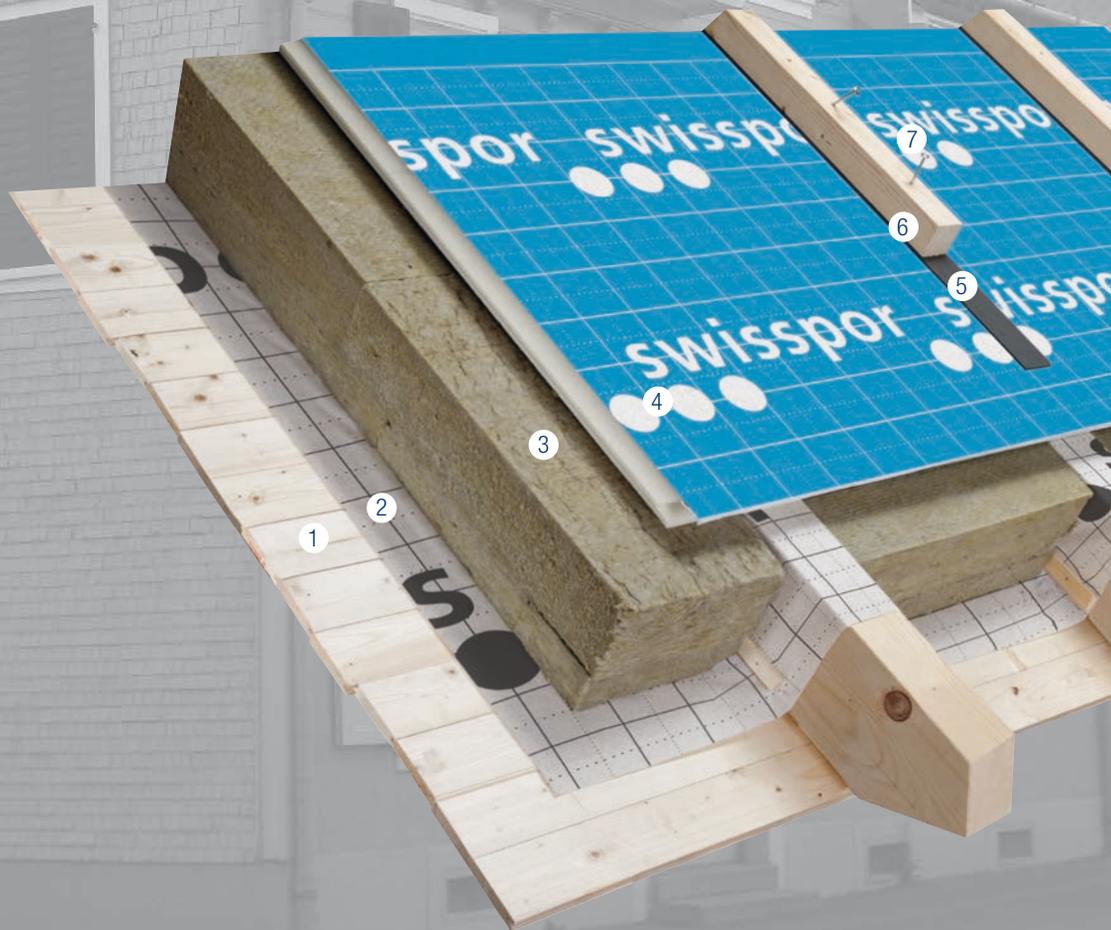


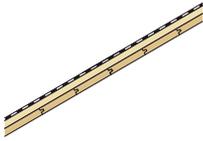
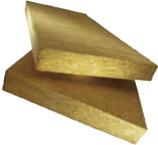
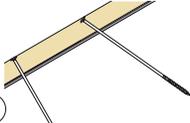
- 1 swissporTETTO Alu Difuplan 220 mm
- 2 Massivholzelement
mit
swissporDampfbremse SD 5

**Einsparung der
Wärmedämmdicke ca. 91 %**

Lösung für die Zwischen- und Aufdachdämmung

mit swissporBATISOL® Sparrendämmplatte
oder swissporBATISOL® Sparrendämmplatte Polymer



Unterkonstruktion 1	Dampfbremse 2	Beschreibung
Raumseitige Deckenbekleidung 	swissporDampfbremse SD 2 Reno	Polypropylen-Vlies S_d - Wert ¹⁾ = 2.00 m
Zwischensparrendämmung 3	Wärmeleitfähigkeit λ_D	Unterdach
swissporRoc Typ 3  	0.034 W/(m·K)	Steinwollplatte ca. 60 kg/m ²
Aufdachdämmung 4	Wärmeleitfähigkeit λ_D	Beschreibung und Unterdach
swissporBATISOL® Sparrendämmplatte  	0.028 W/(m·K)	<i>Polyurethanplatte beidseitig mit einer reissfesten Spezialdeckschicht versehen, Kriterien für beschränkte Durchbruchsicherheit erfüllt. Oberseitig aufkaschierte Unterdachbahn aus Polypropylen-Vlies. Anforderungen an ein Unterdach für erhöhte Beanspruchung erfüllt. Umlaufend mit Keilstoss.</i>
swissporBATISOL® Sparrendämmplatte Polymer  	0.028 W/(m·K)	<i>Polyurethanplatte beidseitig mit einer reissfesten Spezialdeckschicht versehen, Kriterien für beschränkte Durchbruchsicherheit erfüllt. Oberseitig aufkaschierte Unterdachbahn Polymer. Anforderungen an ein Unterdach für ausserordentliche Beanspruchungen erfüllt. Umlaufend mit Keilstoss.</i>
Durchlüftungsraum		Beschreibung
swissporNageldichtband 5 Konterlattung 6 swissporTellerkopfschraube 7 		Polyethylen-Schaumdichtband Belüftung Tellerkopfschrauben ²⁾

Dacheindeckung

Hierfür können alle handelsüblichen Deckmaterialien, abhängig von der Lage des Objektes, der Sparrenlänge sowie der Dachneigung, eingesetzt werden.

¹⁾ Wasserdampfdiffusionsäquivalente Luftschichtdicke

²⁾ Die statischen Berechnungen müssen objektspezifisch gemacht werden.

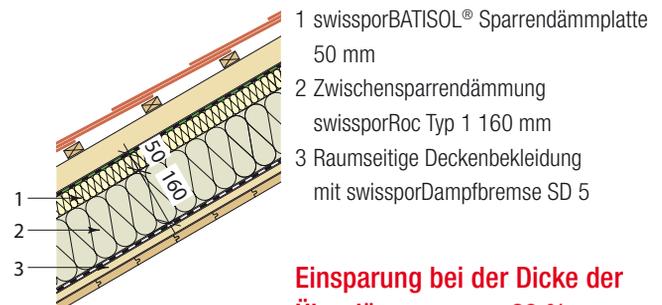
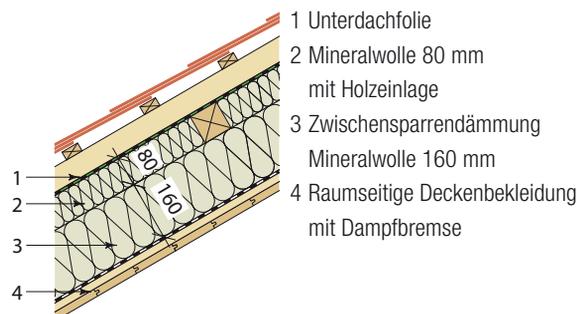
Kursiv: Hier können verschiedene Produkte zur Komplettierung des Aufbaus verwendet werden.

Die aufgeführten Produkte zeigen alle relevanten Möglichkeiten auf und sind entsprechend einsetzbar.

Vergleich Steildachaufbau inkl. Befestigung mit U-Wert 0.17 W/(m²·K)

Mineralwolle kreuzweise mit Holzlattung und Zwischensparrendämmung

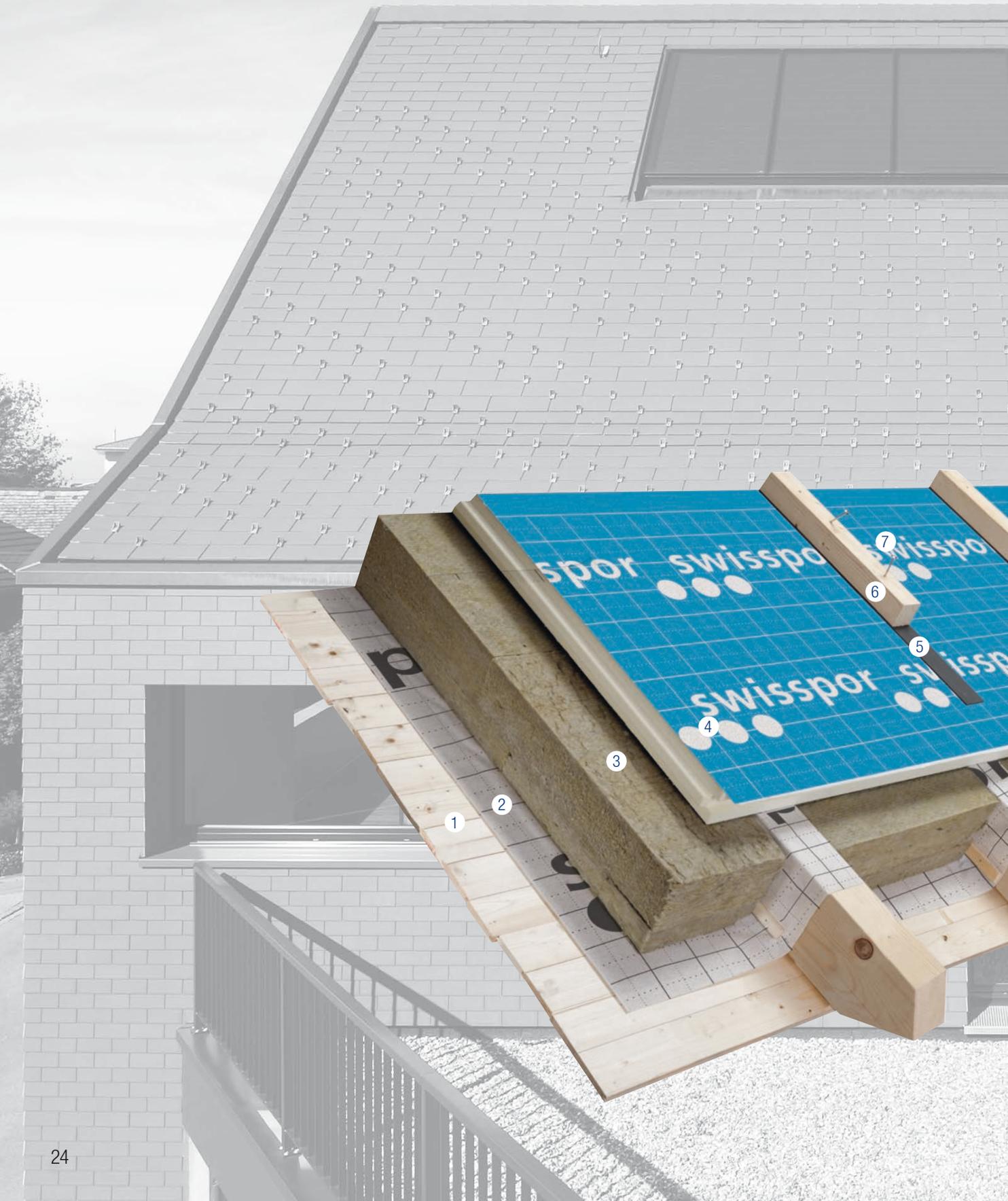
swissporBATISOL® Sparrendämmplatte und Zwischensparrendämmung



Einsparung bei der Dicke der Überdämmung ca. 60 %

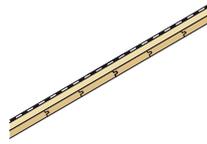
Lösung für die Zwischen- und Aufdachdämmung

mit swissporTETTO Alu Difuplan
oder swissporTETTO Alu Polymer



Unterkonstruktion 1	Dampfbremse 2	Beschreibung
---------------------	---------------	--------------

Raumseitige Deckenbekleidung

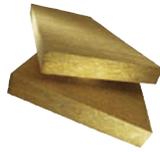


swissporDampfbremse SD 2 Reno

Polypropylen-Vlies S_d - Wert 1) = 2.00 m

Zwischensparrendämmung 3	Wärmeleitfähigkeit λ_D	Unterdach
--------------------------	--------------------------------	-----------

swissporROC Typ 3

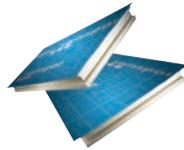


0.034 W/(m·K)

Steinwollplatte ca. 60 kg/m²

Aufdachdämmung 4	Wärmeleitfähigkeit λ_D	Beschreibung und Unterdach
------------------	--------------------------------	----------------------------

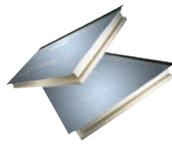
swissporTETTO Alu Difuplan



0.022 W/(m·K)

Polyurethanplatte mit beidseitiger Aluminiumkaschierung. Oberseitig aufkaschierte Unterdachbahn aus Polypropylen-Vlies, Kriterien für beschränkte Durchbruchssicherheit erfüllt. Anforderungen an ein Unterdach für erhöhte Beanspruchung erfüllt. Umlaufend mit Nut und Kamm.

swissporTETTO Alu Polymer

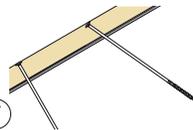


0.022 W/(m·K)

Polyurethanplatte mit beidseitiger Aluminiumkaschierung. Oberseitig aufkaschierte Unterdachbahn aus Polymerbitumenbahn, Kriterien für beschränkte Durchbruchssicherheit erfüllt. Anforderungen an ein Unterdach für aussergewöhnliche Beanspruchung erfüllt. Umlaufend mit Nut und Kamm.

Durchlüftungsraum	Beschreibung
-------------------	--------------

swissporNageldichtband 5



Konterlattung 6

swissporTellerkopfschraube 7

Polyethylen-Schaumdichtband

Belüftung

Tellerkopfschrauben ²⁾

Dacheindeckung

Hierfür können alle handelsüblichen Deckmaterialien, abhängig von der Lage des Objektes, der Sparrenlänge sowie der Dachneigung, eingesetzt werden.

¹⁾ Wasserdampfdiffusionsäquivalente Luftschichtdicke

²⁾ Die statischen Berechnungen müssen objektspezifisch gemacht werden.

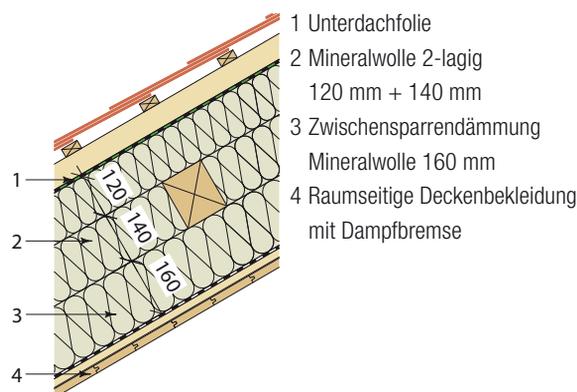
Kursiv: Hier können verschiedene Produkte zur Komplettierung des Aufbaus verwendet werden.

Die aufgeführten Produkte zeigen alle relevanten Möglichkeiten auf und sind entsprechend einsetzbar.

Vergleich Steildachaufbau inkl. Befestigung mit U-Wert 0.10 W/(m²·K)

Mineralwolle kreuzweise mit Holzlattung und Zwischensparrendämmung

swissporTETTO Alu Difuplan bzw. Polymer und Zwischensparrendämmung



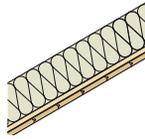
Lösung für die Zwischen- und Aufdachdämmung

mit swissporTETTO Alu Difuplan
oder swissporTETTO Alu Polymer



Unterkonstruktion 1

Raumseitige Deckenbekleidung mit bestehender Mineralwolle



Verlegeunterlage 2

Grobspanplatten OSB ¹⁾

Dampfbremse 3

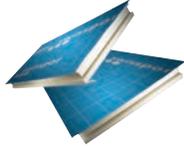
swissporDampfbremse SD 5

Beschreibung

Polypropylen-Vlies S_d - Wert ¹⁾ = 5.00 m

Wärmedämmung 4

swissporTETTO Alu Difuplan

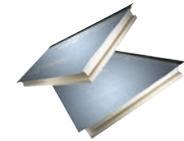


0.022 W/(m·K)

Beschreibung und Unterdach

Polyurethanplatte mit beidseitiger Aluminiumkaschierung. Oberseitig aufkaschierte Unterdachbahn aus Polypropylen-Vlies. Anforderungen an ein Unterdach für erhöhte Beanspruchung erfüllt. Umlaufend mit Nut und Kamm.

swissporTETTO Alu Polymer



0.022 W/(m·K)

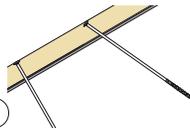
Polyurethanplatte mit beidseitiger Aluminiumkaschierung. Oberseitig aufkaschierte Unterdachbahn aus Polymerbitumenbahn. Anforderungen an ein Unterdach für aussergewöhnliche Beanspruchung erfüllt. Umlaufend mit Nut und Kamm.

Durchlüftungsraum

swissporNageldichtband 5

Konterlattung 6

swissporTellerkopfschraube 7



Beschreibung

Polyethylen-Schaumdichtband

Belüftung

Tellerkopfschrauben ²⁾

Dacheindeckung

Hierfür können alle handelsüblichen Deckmaterialien, abhängig von der Lage des Objektes, der Sparrenlänge sowie der Dachneigung, eingesetzt werden.

¹⁾ Die minimale Dicke der Verlegeunterlage, richtet sich nach dem Achsmass der bestehenden Sparrenkonstruktion.

²⁾ Wasserdampfdiffusionsäquivalente Luftschichtdicke

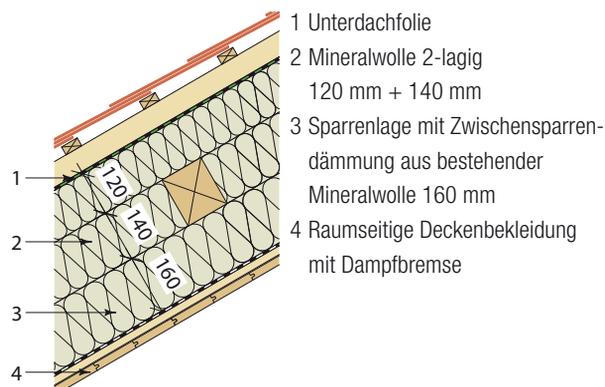
³⁾ Die statischen Berechnungen müssen objektspezifisch gemacht werden.

Kursiv: Hier können verschiedene Produkte zur Komplettierung des Aufbaus verwendet werden.

Die aufgeführten Produkte zeigen alle relevanten Möglichkeiten auf und sind entsprechend einsetzbar.

Vergleich Steildachaufbau inkl. Befestigung mit U-Wert 0.10 W/(m²·K)

Mineralwolle kreuzweise mit Holzlattung

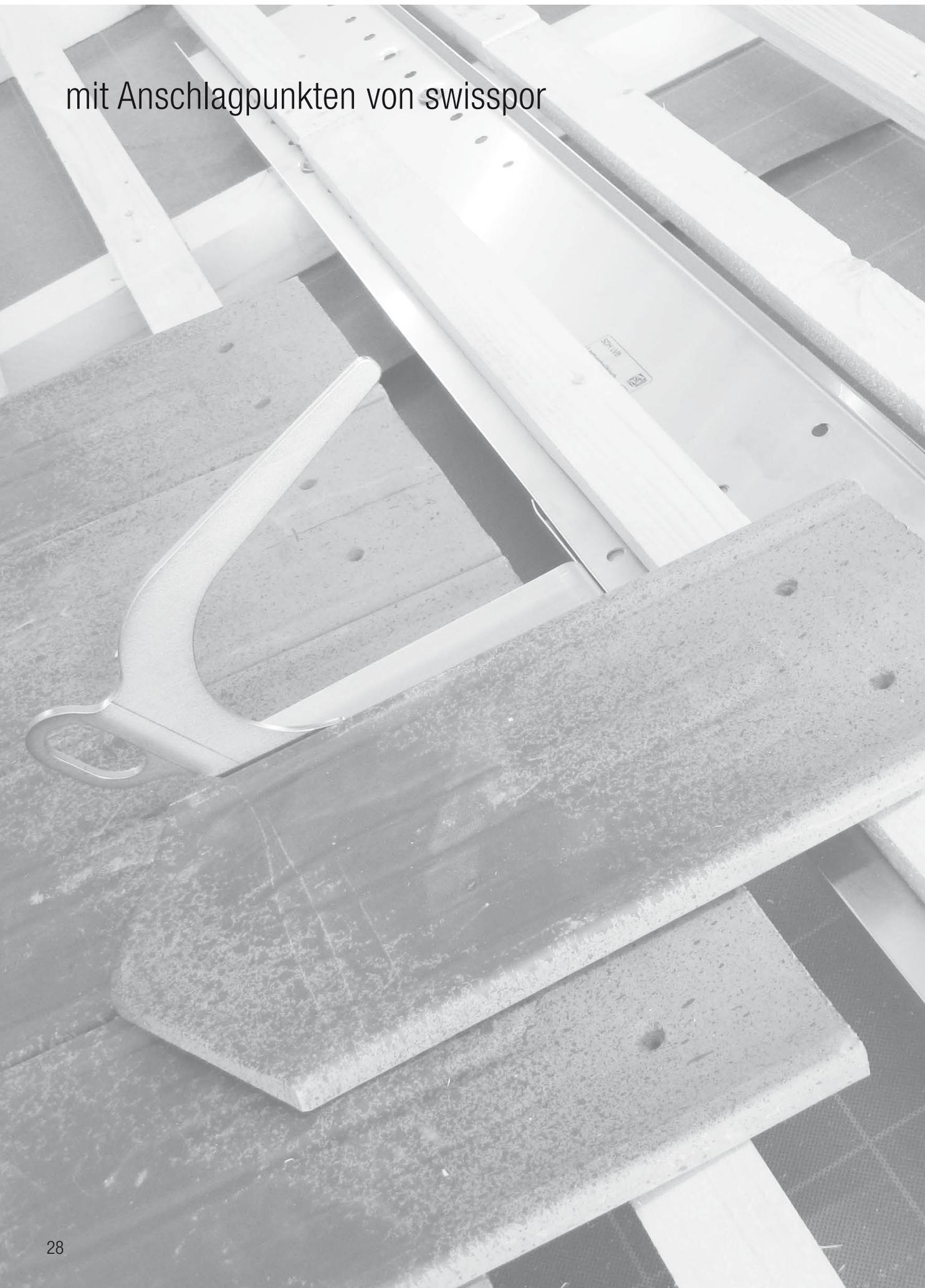


swissporTETTO Alu Difuplan bzw. Polymer



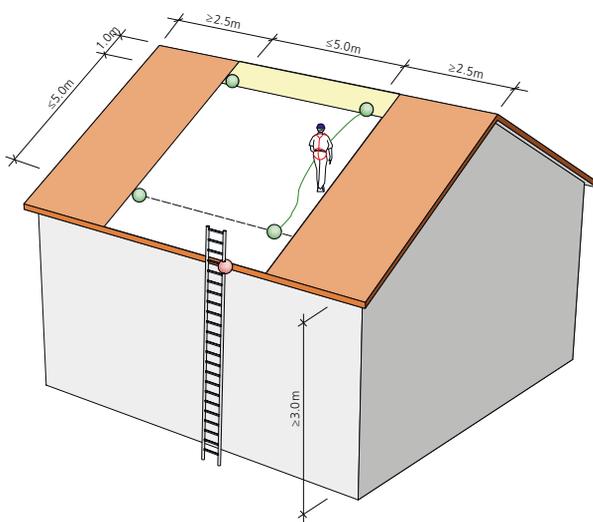
Absturzsicherungen

mit Anschlagpunkten von swisspor



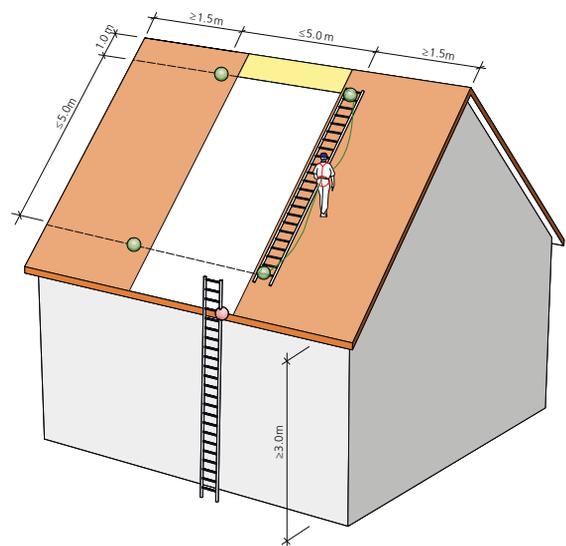
Einleitung

- Bei Arbeiten auf Dächern sind ab 3 m Absturzhöhe Massnahmen gegen Absturz gesetzlich vorgeschrieben (BauAV Art. 28,29,32).
- Für Unterhalts- und Kontrollarbeiten auf geneigten Dächern dürfen Arbeiten von kurzer Dauer (bis max. 2 Personenarbeitstage) im Individualschutz (PSAgA) ausgeführt werden (BauAV Art. 32).
- Für kurzzeitige Arbeiten, wie Kontroll- und Unterhaltsarbeiten, ist der Individualschutz immer möglich.
- Bei Arbeiten mit Anseilschutz müssen die Mitarbeitenden mit regelkonformer PSAgA ausgerüstet und im Umgang damit geschult sein (VUV Art. 5,8 und 32a), mindestens 1 Tag Grundausbildung.
- Auch der Werkeigentümer/Bauherr/Planer steht in der Pflicht, Wartung und Unterhalt sicherzustellen (Norm SIA 232/1 und OR Art. 58).
- Bei einer direkten Montage auf Blechdächern, Blechprofilen usw. ist vor der Montage der Nachweis der geforderten Tragfähigkeit zu erbringen.



- Fixe Anschlagpunkte
- Leiterbefestigung

Gefahrenbereiche Dachneigung $< 40^\circ$ (die Darstellung ist eine Empfehlung).
Der erste Anschlagpunkt muss von der Leiter aus erreichbar sein.
Besonderer Gefahrenbereich = rote Fläche



- Fixe Anschlagpunkte
- Leiterbefestigung

Gefahrenbereiche Dachneigung $\ge 40^\circ$ (die Darstellung ist eine Empfehlung). Bei einer Dachneigung zwischen 40° und 60° müssen zusätzlich Dachleitern verwendet werden. Bei Dächern über 60° sind Hubarbeitsbühnen oder gleichwertige Vorrichtungen (Gerüst) zu verwenden.
Besonderer Gefahrenbereich = rote Fläche

Ablaufplanung Absturzsicherung

1. Nutzungsvereinbarung (Eigentümer / Bauherr, Planer)
2. Unterhaltskonzept (Unternehmer)
 - 2.1 Unterhaltskonzept, Absturzsicherungskonzept (Planer)
3. Ausführung gemäss Anleitung (Unternehmer \rightarrow Bauherr)
4. Benutzeranleitung (Unternehmer \rightarrow Bauherr)
5. Kompletter Dokumentationssatz für den Eigentümer / Bauherrn (Unternehmer \rightarrow Bauherr)

Die Basis für die Planung eines Absturzsicherungssystems ist die Nutzungsvereinbarung mit dem Bauherrn oder Eigentümer (Nutzungskategorien A, B, C).

Mindestausstattung von geneigten Dächern mit Einrichtungen zum Schutz gegen Absturz

Die Gefahr eines Sturzes durch die Dachfläche ist separat und unabhängig dieser Matrix zu betrachten.

Die Massnahmen gemäss Art. 33-36 der BauAV sind zu berücksichtigen.

Personengruppen	Nutzungs-/Wartungsintensität (Nutzungskategorie)	A Wartungsintervall gering ca. einmal jährlich	B Wartungsintervall mittel ein- bis zweimal jährlich	C Wartungsintervall hoch mehrmals jährlich
			· Geneigte Dächer ohne technische Anlagen	· Technische Anlagen
Personen, welche die Ausbildung PSAgA absolviert haben ^{1) 2)}		Ausstattungsstufe 1 ^{1) 2)}	Ausstattungsstufe 2 ^{1) 2)}	Ausstattungsstufe 3
		· Sturzraum beachten · Dauer der Arbeiten max. 2 Personenarbeitstage	· Rückhaltesystem · Dauer der Arbeiten max. 2 Personenarbeitstage	· Dachdeckerschutzwand · Gerüst, Geländer · Dauer der Arbeiten > 2 Personenarbeitstage / PSAgA nicht zulässig

Es dürfen nur ausgebildete Personen zu Wartungsarbeiten das Dach betreten.

Bei der Planung der Ausstattungsstufe auf einem geneigten Dach sind folgende Punkte zu berücksichtigen:

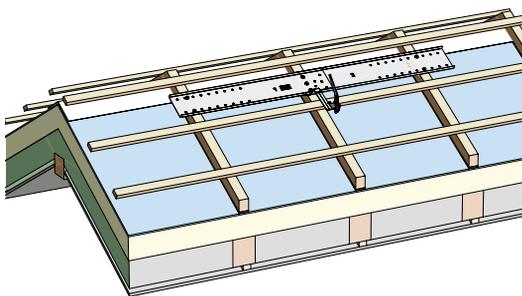
- Wenn nur bestimmte Dachbereiche mit technischen Anlagen belegt sind, kann die Dachfläche in verschiedene Ausstattungsstufenbereiche unterteilt werden.
- Der Wartungsintervall (gering, mehrmals) muss bekannt sein oder definiert werden.

¹⁾ Alleinarbeit ist nicht zulässig

²⁾ Arbeiten mit PSA gegen Absturz dürfen nur durch nachweislich ausgebildetes Personal ausgeführt werden gem. VUV Art. 5 und 8. (Praxisorientierte Grundausbildung, Mindestdauer 1 Tag).

Ausstattungsstufe 1 – Einzelanschlagpunkt (EAP)

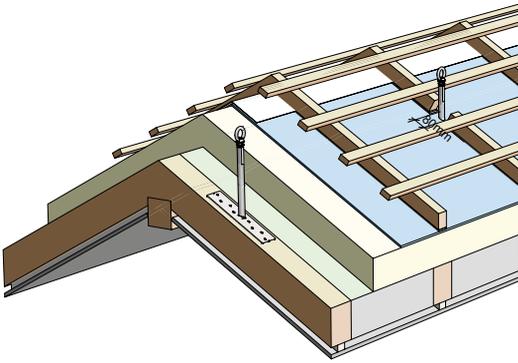
Regeln/Massnahmen



EAP bei Übersparrendämmung mit swissporTETTO auf Sparrenlage montiert

- Anschlageinrichtungen mit Einzelanschlagpunkten sind auch temporär zulässig.
- Belichtungselemente sind permanent und dauerhaft gegen Durchbruch zu sichern (z. B. mit Auffangnetz, Gitter etc.).
- Der Zugang zur Dachfläche kann erfolgen:
 - über eine Anstellleiter (Anstellleitern sind gegen Kippen, Drehen und Wegrutschen von der Dachkante zu sichern).
 - durch das Gebäude über Dachfenster etc.
- Alleinarbeit ist ausgeschlossen.
- Personen im Anseilschutz müssen ausgebildet sein (mind. eintägiger Kurs in PSA gegen Absturz).
- Rettung muss mit eigenen Mitteln innerhalb 10 bis 20 Minuten sichergestellt sein.
- Entsprechend dem Sturzraum Installationen anbringen.

Regeln/Massnahmen



Seilsicherungssystem

- Belichtungselemente sind permanent und dauerhaft gegen Durchbruch zu sichern (z. B. mit Auffangnetz, Gitter etc.).
- Der Zugang zur Dachfläche kann erfolgen:
 - über eine Anstelleiter (Anstelleitern sind gegen Kippen, Drehen und Wegrutschen von der Dachkante zu sichern).
 - durch das Gebäude über Dachfenster etc.
- Bei einem Absturzschutzsystem kombiniert mit EAPs oder mit unterschiedlichen Abständen zum Dachrand, ist Alleinarbeit nicht zulässig.
- Personen im Anseilschutz müssen ausgebildet sein (praxisorientierte Grundausbildung, Mindestdauer 1 Tag).
- Rettung muss mit eigenen Mitteln innerhalb 10 bis 20 Minuten sichergestellt sein.
- Darf nur bei Arbeitseinsätzen bis max. zwei Personenarbeitstage verwendet werden.

Sommerlicher Wärmeschutz

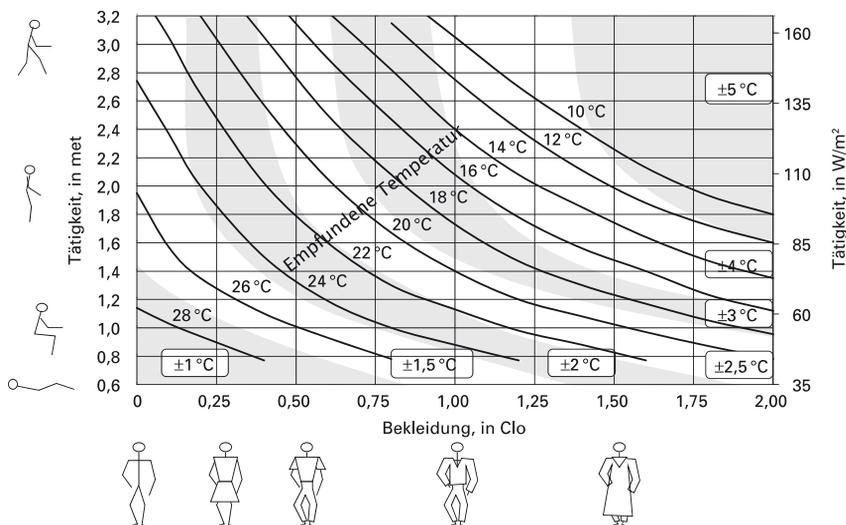
Das Wichtigste in einem Satz:

«Wärmelasten im Sommer so gering wie möglich halten und diese nachts durch Lüftungsmassnahmen wieder abführen.»



1. Thermische Behaglichkeit

Die thermische Behaglichkeit eines Menschen in einem Raum hängt ab von den Einflüssen des Raumes (Raumlufttemperatur, mittlere Oberflächentemperatur, Luftbewegung, relative Luftfeuchte) sowie den Einflüssen des Menschen (Tätigkeit, Bekleidung, physiologischer Zustand). Die optimale empfundene Raumtemperatur gemäss SIA 180 in Abhängigkeit der Tätigkeit und Bekleidung ist im Diagramm unten dargestellt.



Quelle: Ref. [1]

In EN 15251 ist eine differenziertere Abstufung der Komfortanforderungen in 4 Kategorien des erwarteten Anteils Unzufriedener (Predicted Percentage of Dissatisfied, PPD) enthalten, welche die folgenden Temperaturbereiche für den Sommer bei einer sitzenden Tätigkeit (1.2 met) und leichter Sommerbekleidung (0.5 clo) angibt:

Kat.	Beschreibung	PPD	Raumtemperaturbereich
I	Hohe Erwartung an das Raumklima, empfohlen für Räume mit gesundheitlich anfälligen Personen, solchen mit Behinderungen, Ältere und Kranke sowie sehr kleinen Kindern	< 6%	23.5 – 25.5 °C
II	Normales Mass an Erwartungen an das Raumklima, empfohlen für neue und modernisierte Gebäude	< 10%	23.0 – 26.0 °C
III	Normales Mass an Erwartungen an das Raumklima, empfohlen für neue und modernisierte Gebäude	< 15%	22.0 – 27.0 °C
IV	Nicht empfohlen	> 15%	22.0 bzw. > 27.05 °C

Das Gebäude soll seiner Bestimmung entsprechend die Anforderungen an die thermische Behaglichkeit sicherstellen, und zwar normalerweise ohne aktive Kühlung. Davon ausgenommen sind Hitzetage, an denen die Aussentemperatur über 30° C steigt.

Dabei wird vorausgesetzt, dass die Sonnenschutzeinrichtungen richtig eingesetzt werden und dass die interne spezifische Wärmelast im Tagesmittel (über 24 h) in Arbeitsräumen unter 7 W/m² und in Wohnräumen unter 5 W/m² liegt.

2. Einflussfaktoren auf die Raumtemperatur

Der zeitliche Verlauf der Raumtemperatur wird durch viele Einflussfaktoren bestimmt.

Wärmegewinne sind die Ursache für Temperaturanstiege. Diese kommen einerseits von internen Wärmequellen wie Haushaltgeräte, Computer, Beleuchtung, Multimediageräte etc. sowie den Bewohnern selber. Eine wichtige Rolle spielen auch solare Gewinne durch Fenster. Diese Gewinne hängen stark von der Fensterfläche und -orientierung, dem Energie-Durchlassgrad (g-Wert) des Glasaufbaus und von der Beschattung ab. Solare Gewinne resultieren auch von absorbiertes, nach innen fliessender Wärme durch opake Wand- und Dachflächen. Diese Faktoren tragen bei heutigen

Dämmstärken allerdings wenig zu den sommerlichen Wärmegewinnen bei.

Durch Wärmespeicherung in oberflächennahen Bauteilschichten wird der Innenraum thermisch träger, wodurch der Temperaturanstieg infolge Wärmegewinne im Tagesverlauf gedämpft wird. Eine ausreichende thermische 'Speicher-masse' kann somit Temperaturspitzen reduzieren, muss aber täglich bzw. nachts immer wieder entladen werden, damit die Pufferung von Wärmegewinnen auch über eine mehrtägige Schönwetterperiode funktioniert.

Wärmeverluste sind im Sommer notwendig, damit die Wärmegewinne wieder abgeführt werden und nicht über längere Zeit akkumuliert werden. Der wichtigste Beitrag ist die Wärmeabgabe durch Ventilation (Nachtlüftung durch Fenster oder mechanische Lüftung). Transmissionswärmeabgabe durch Dach und Wände wie auch Wärmeabgabe durch Infiltration (Fugen und andere Undichtigkeiten in der Gebäudehülle) spielen eine untergeordnete Rolle.

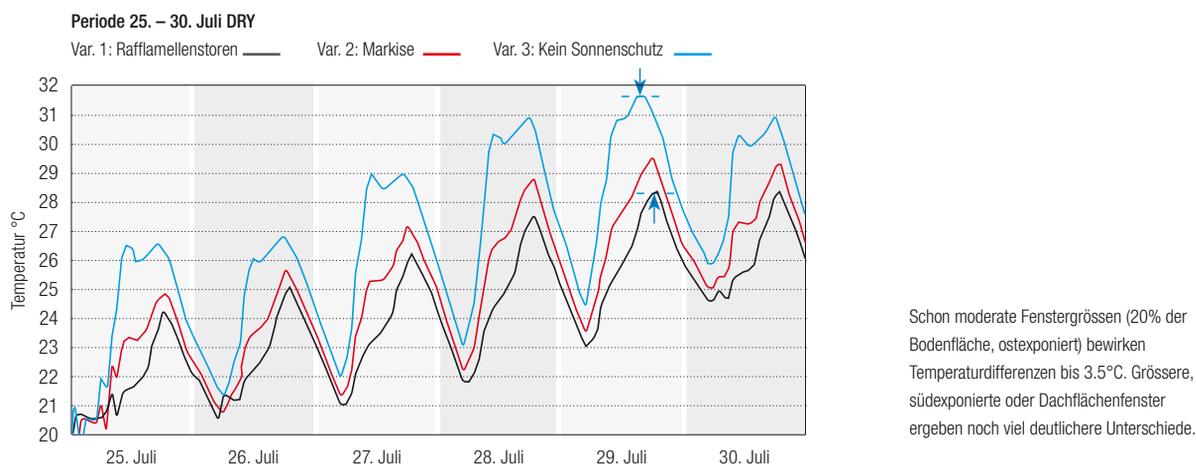
3. Massnahmen

Daraus ergeben sich drei relevante Massnahmen hinsichtlich Planung und Betrieb: Minimieren der internen und externen Wärmelasten, Bereitstellen von ausreichender Wärmespeicherfähigkeit, sowie Abführen der anfallenden Lasten bzw. Entladen der Wärmespeicherschichten. Die Wirkung verschiedener Massnahmen wird im folgenden anhand eines rechnerisch untersuchten Modell-Dachraums (Eckraum unter Steildach, Bodenfläche 20 m², Volumen 53 m³) während einer Hitzeperiode illustriert [2].

3.1. Minimieren der Wärmelasten

Die Fenstergrösse ist hinsichtlich des solaren Wärmeeintrages von sehr grosser Bedeutung. Aus diesem Grund sollte der Glasanteil möglichst klein gehalten werden. Grundsätzlich sollte der Fensteranteil nicht grösser sein als für die vorgesehene Raumnutzung erforderlich ist. Horizontale, süd-, ost- und westexponierte Fensterflächen (in dieser Reihenfolge) wirken sich kritisch auf die Innentemperatur im Sommer aus. Der wichtigste Faktor zur Minimierung des Wärmeeintrages ist der Sonnenschutz, wie das Diagramm unten zeigt.

Einfluss des Sonnenschutzes



Quelle: Ref. [2]

Am effektivsten ist, wenn der Sonnenschutz aussen angebracht wird. Der grösste Teil der Strahlungsenergie wird durch aussenliegende Rafflamellenstoren reflektiert. Ein weiterer Teil der Energie wird durch das Glas reflektiert und nur noch eine geringe Menge wird via Transmission nach innen geleitet. Eine Beschattung auf der Fensterinnenseite ist besser als keine Beschattung, ist aber um ein Vielfaches weniger wirksam als die oben beschriebene Beschattung der Fensteraussenseite. Auch der Einsatz von effizienten Geräten und Beleuchtung zahlt sich aus, da diese die inneren Wärmelasten tief halten. Ein zusätzlicher Faktor ist natürlich auch die Personenbelegung im Raum. Je kleiner die Personenbelegung ist, desto geringer sind die internen Lasten.

3.2. Raumwärmespeicherkapazität

Die Raumwärmespeicherkapazität sowie die Wahl der inneren Beplankung haben einen grossen Einfluss auf die Innentemperatur. Besonders wichtig ist die Materialisierung der oberflächennahen Schichten der inneren Bauteilflächen. Ein merklicher Temperaturdämpfungseffekt wird z.B. durch eine zweilagige Beplankung des Deckenbereichs mit Gipsfaserplatten erreicht.

Die Wärmespeicherfähigkeit des Bodens trägt ebenfalls zur Dämpfung von Temperaturspitzen bei. Vorteilhaft gegenüber einem Teppichbelag ist ein Laminatboden, optimal ist ein Stein- oder Keramikboden. Wenn auch noch die Wandbekleidungen mit Materialien geplant und ausgeführt werden, die über eine optimale Wärmespeicherfähigkeit verfügen, kann ein sehr günstiger Effekt auf die Maximaltemperaturen und somit auf die thermische Behaglichkeit erzielt werden.

3.3. Lüftung / Nachtlüftung

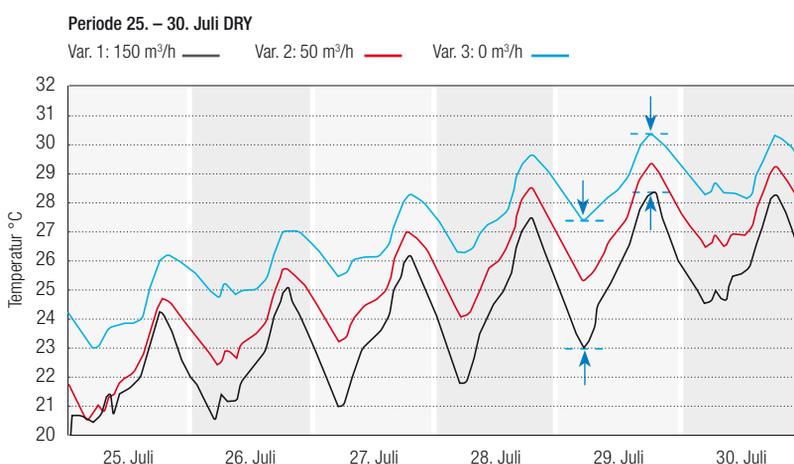
Mit einer konsequenten Nachtlüftung werden die tagsüber aufaddierten Wärmelasten wieder abgeführt bzw. die Speicherkapazitäten entladen. Die Nachtlüftung kann manuell, durch Kippen der Fenster, oder durch eine kontrollierte Raumlüftung gewährleistet werden. Die effizienteste Nachtlüftung wird durch zwei komplett geöffnete gegenüberliegende Fenster erreicht (Querlüftung). Der geringste Lüftungseffekt stellt sich bei gekippten Fenstern mit geschlossenen Rollläden ein. Bandbreiten des erzielbaren Luftwechsels zeigt die folgende Zusammenstellung.

Öffnung	Fenster gekippt Rollladen zu	Fenster gekippt, ohne Rollladen	Fenster halb geöffnet	Fenster ganz geöffnet	2 gegenüberliegende geöffnete Fenster
					
Lufwechsel pro Stunde	0.3 – 1.5	0.8 – 4	5 – 10	9 – 15	ca. 40

Quelle: Ref. [2]

Im berechneten Dachraum lassen sich die Raumtemperaturen durch Erhöhen der Luftwechselrate um bis zu 2° C reduzieren.

Einfluss der Nachtlüftung



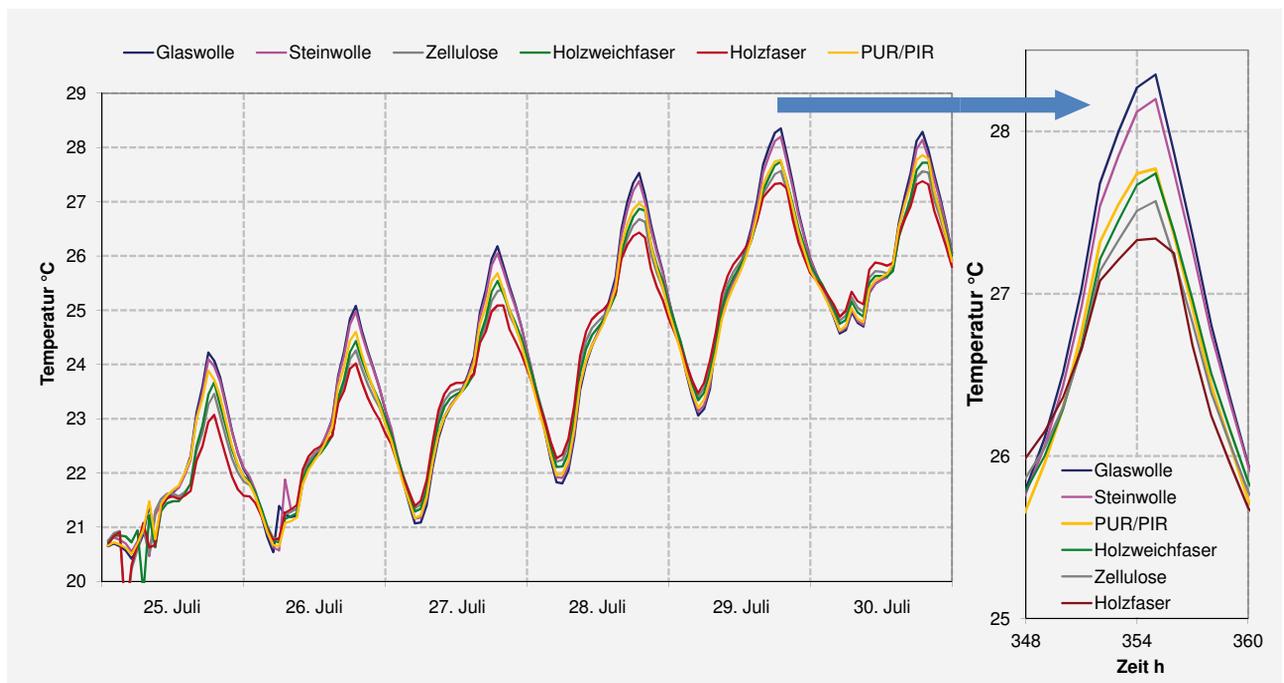
Wie die Temperaturverläufe Schwarz und Blau (3-facher und kein Luftwechsel) zeigen, betragen die Temperaturunterschiede nachts bis zu 4,5°C und am Tag bis 2°C (siehe Pfeile).

Quelle: Ref. [2]

3.4. Konstruktive Massnahmen

Je besser ein Gebäude gedämmt ist, desto geringer ist die sommerliche Wärmelast durch opake Dach- und Wandflächen für die Bewohner. Werden Einzelbauteile nach den heute geltenden Vorschriften gedämmt und die Grenzwerte für Einzelbauteile gemäss SIA 380/1 bzw. MuKEn 2008 eingehalten (Dach/Wand gegen Aussenklima: $U = 0.20 \text{ W/m}^2\text{-K}$), kann abgeschätzt werden, dass der Wärmegewinn durch die opake Dachfläche nur einen geringen Anteil zur gesamten Wärmelast im Dachraum beiträgt. Doch wie wirken sich unterschiedliche Dämmstoffe auf den Temperaturverlauf im Detail aus? Dazu wurde die Raumtemperatur im erwähnten Modell-Dachraum mit $U\text{-Wert} = 0.20 \text{ W/(m}^2\text{-K)}$ für Dach und Wand während einer Hitzeperiode im Juli 2003 berechnet. Die Auswahl von Dämmstoffen umfasste Steinwolle, Glaswolle, Zellulosefaser, Holzweichfaser, Holzfaser und Polyurethan (PUR/PIR).

Die Berechnungen zeigen, dass die Wahl des Dämmstoffs nur einen geringen Einfluss auf die Temperaturentwicklung im Dachraum hat. Die Dämmung mit einer schweren Holzfaserplatte (150 kg/m^3 , $0.042 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$) im Vergleich zu einer leichten Glaswolle (28 kg/m^3 , $0.034 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$) reduziert die maximale Raumtemperatur im Dachraum um weniger als 1°C (siehe folgende Grafik). Die PUR Steildachdämmplatte "swissporTETTO Alu" (30 kg/m^3 , $0.022 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$) ergibt eine Differenz von weniger als 0.5°C zur schweren Holzfaserdämmung und liegt damit auch besser als die Steinwolledämmung (60 kg/m^3 , $0.034 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$). Die Wahl des Dämmstoffes ist also hinsichtlich des sommerlichen Wärmeschutzes von untergeordneter Bedeutung.



Quelle: Ref. [4]

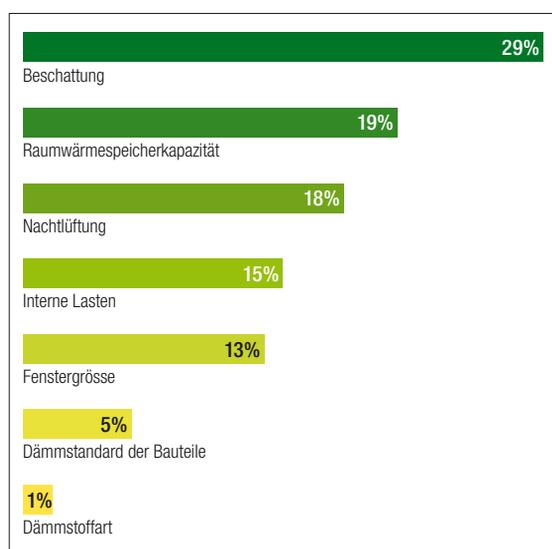
Zusammengefasst: Werden bei Steildachkonstruktionen die Grenzwerte für Einzelbauteile gemäss SIA 380/1 bzw. MuKEn 2008 eingehalten, sind die Anforderungen an die thermische Behaglichkeit im Sommer erfüllt. Einflüsse von Konstruktionsdetails oder der Dämmstoffart sind dann praktisch vernachlässigbar.

4. Fazit

Bei der Erfüllung des sommerlichen Wärmeschutzes spielen viele Einflussfaktoren mit. Eine reine Bauteilbetrachtung, welche sich für die Qualifizierung des sommerlichen Wärmeschutzes nur mit Amplitudendämpfung und Phasenverschiebung befasst, ist sinnlos und führt nicht zum Ziel der angestrebten Behaglichkeit. Der Dämmstandard ($U\text{-Wert}$) der opaken Gebäudehülle ist heute so gut, dass durch die Bauteile keine massgebenden Wärmelasten mehr in den Raum gelangen, aber auch nur eine geringe Wärmeabgabe durch Dach- und Wandflächen erfolgt. Die Wahl des

Dämmstoffes spielt daher aus praktischer Sicht eine untergeordnete Rolle. Bauteilbezogen bleibt noch die innere Wärmespeicherfähigkeit (Ki) als wichtiger beeinflussbarer Bauteilkennwert. Eine seriöse Beurteilung bezüglich des Innenraumklimas im Sommer muss zwingend über eine umfassende Raumbetrachtung erfolgen.

Neben den baulichen Voraussetzungen spielt auch das Nutzerverhalten eine wichtige Rolle, vor allem bei nicht automatisiertem Betrieb. Die Beschattung der Dachflächenfenster sowie die Nachtlüftung durch die Bewohner und die internen Lasten machen gegen 2/3 des Einflusspotentials des sommerlichen Wärmeschutzes aus (siehe Balkendiagramm unten). Das heisst, dass ein Bewohner den grössten Einfluss auf den eigenen thermischen Komfort hat, wenn er die Fenster von aussen beschattet, in der Nacht systematisch lüftet, die Fenster während des Tages geschlossen hält und auf die Effizienz der Haushaltgeräte (z.B. geringe Stand-By-Verluste oder automatische Abschaltung, keine alten Kühl- und Waschgeräte) und der Beleuchtung achtet. Nicht zu vergessen ist der Einfluss bei der Wahl der Bauteiloberflächen, z.B. Bodenbeläge, abgehängte Decken und Akustikbekleidungen. Schliesslich ist auch eine angepasste Personenbelegung zu beachten. Im folgenden Balkendiagramm ist der Einfluss der wesentlichen Faktoren auf den sommerlichen Wärmeschutz in Prozenten dargestellt.



Prozentualer Anteil der Faktoren am Einflusspotenzial

Quelle: Ref. [3]

Das Wichtigste in einem Satz:

«Wärmelasten im Sommer so gering wie möglich halten und diese nachts durch Lüftungsmassnahmen wieder abführen.»

Quellenangabe:

[1] Norm SIA 180 (2014), «Wärmeschutz, Feuchteschutz und Raumklima in Gebäuden»

[2] Empa Bericht Nr.444'383d

[3] Wärmeschutz im Sommer (Isover), Seite 16, Abb. 23 / Sommerlicher Wärmeschutz GH-Schweiz

[4] Berechnung Th. Frank, Bau-Ing. ETH, Uster, basierend auf Randbedingungen aus [2]

Das Wichtigste in einem Satz:
Aus ökologischer Sicht spricht im Bereich Steildach
vieles für Polyurethan.

Für die Bewertung der Ökologie und der Nachhaltigkeit ist ein Steildachaufbau mit Aufsparrendämmung über Holzschalung und einem U-Wert von $0.15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ untersucht worden. Die erforderlichen Dämmstärken wurden für das gesamte Dach inklusive Holzschalung berechnet. Verglichen wurden der Aufbau mit Polyurethan und Steinwolle. Die Unterschiede der Dämmstärken und Flächengewichte zwischen den zwei Produktvarianten sind enorm gross. Die Dämmstärken bewegen sich zwischen 14 cm (PUR) und 26 cm (Steinwolle). Die Variante PUR ist ca. 6mal leichter als die Variante mit Steinwolle. Die notwendigen Festigkeiten in diesem Anwendungsbereich erfordern bei der Steinwolle eine hohe Rohdichte, was sich wiederum in einer erhöhten Wärmeleitfähigkeit und höheren Umweltbelastungswerten niederschlägt.

Hinsichtlich der Ressourcenschonung ist der Anteil an grauer Energie (Herstellung ohne Entsorgung) bei der Verwendung von Polyurethan sowie Steinwolle gemäss den aktuellen Zahlen des KBOB und herstellerinternen Angaben praktisch gleich (MJ/m^2). Beim Indikator "Umweltschonung bei der Herstellung" UBP (Umweltbelastungspunkte Herstellung ohne Entsorgung) schneidet Polyurethan deutlich besser ab als Steinwolle (Polyurethan $19358 \text{ UBP}/\text{m}^2$, Steinwolle $28408 \text{ UBP}/\text{m}^2$). Dasselbe gilt auch bei der Klimafreundlichkeit bzw. dem Treibhauswirtpotential ($\text{kg CO}_{2\text{aeq}}/\text{m}^2$, Herstellung ohne Entsorgung), hier hat Polyurethan den um den Faktor 1.50 geringeren Wert (Polyurethan $18.00 \text{ kg CO}_2/\text{m}^2$, Steinwolle $28.00 \text{ kg CO}_2/\text{m}^2$). Bei der Schadstofffreiheit, das heisst bei der Anzahl und den R-Sätzen von kennzeichnungspflichtigen Bestandteilen, schneiden Steinwolle und Polyurethan vergleichbar ab.

Objekt: Mehrfamilienhaus, 8269 Furthwilen



Objekt: Einfamilienhaus, 9402 Mörschwil



Objekt: Einfamilienhaus, 6374 Buochs



swisspor AG

Bahnhofstrasse 50
CH-6312 Steinhausen
Tel. +41 56 678 98 98
Fax +41 56 678 98 99
www.swisspor.ch

Verkauf

swisspor AG
Industriestrasse
CH-5623 Boswil
Tel. +41 56 678 98 98
Fax +41 56 678 98 99

Vente/support technique

swisspor Romandie SA
Ch. du Bugnon 100-CP 60
CH-1618 Châtel-St-Denis
Tél +41 21 948 48 48
Fax +41 21 948 48 49

Technischer Support

swisspor AG
Industriestrasse
CH-5623 Boswil
Tel. +41 56 678 98 00
Fax +41 56 678 98 01



Produkte und Leistungen der swisspor-Gruppe