Zeitschrift: Schweizer Ingenieur und Architekt
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 108 (1990)
Heft: 20

Artikel: Sanierung von Steildächern
Autor: Joss, Sandro / Ragonesi, Marco
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-77427

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 13.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Sanierung von Steildächern

In Fachkreisen gilt das Steildach über dem kalten Estrich, der eine klimatische Pufferzone bildet, unbestritten als ein unproblematisches Bauteil. Bei wärmegedämmten Steildächern über ausgebauten, beheizten Räumen hingegen sind oft Mängel vorhanden, die vielfach auch zu Schäden führen. Dieser Tatsache trägt auch die Norm SIA 238 «Wärmedämmung in Steildächern» (Ausgabe 1988) Rechnung. Sie definiert den heutigen Stand der Steildachtechnik. Im folgenden wird auf die häufigsten Schäden und Mängel sowie deren Ursachen hingewiesen, und es wird aufgezeigt, wie mangelhafte Steildächer renoviert werden können.

Terminologie

Das Steildach wird in der Norm SIA 238 definiert als: «Dach mit einer Neigung, die eine geschuppte Eindeckung zulässt», und es werden in SIA 238 zwei verschiedene Konstruktionssysteme unterschieden: das Warmdach, als «wärmegedämmtes Steildach ohne Durchlüftungsraum zwischen Wärmedämmschicht und Unterdach», und das Kaltdach, als «wärmegedämmtes Steildach mit Durchlüftungsraum zwischen Wärmedämmschicht und Unterdach».

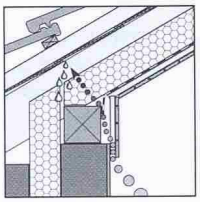
VON SANDRO JOSS UND MARCO RAGONESI, SARNEN

Diese Konstruktionssystematik lässt eine Vielzahl von Konstruktionsvarianten zu. Bei einem Warmdach kann die Wärmedämmschicht sowohl über als auch zwischen der Tragkonstruktion sein, und bei Kaltdächern kann die Wärmedämmschicht unter, zwischen oder über der Tragkonstruktion angeordnet werden. Der folgende Aufsatz beschränkt sich auf die am häufigsten vorkommenden Konstruktionssysteme:

- das Warmdach mit über der Tragkonstruktion liegender Wärmedämmschicht und
- das Kaltdach mit Wärmedämmschicht zwischen der Tragkonstruktion.

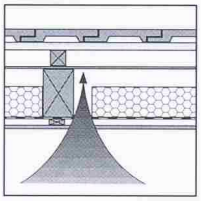
Die häufigsten Mängel

Auch wenn sie kaum publik werden, denn sie betreffen meist «nur» die Besitzer von Ein- oder Mehrfamilienhäusern, so sind die folgenden Mängel, welche bei wärmegedämmten Steildächern leider häufig vorkommen, für die Betroffenen doch ärgerlich und teuer.



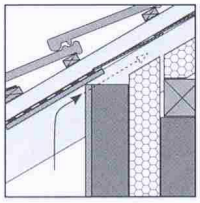
Die warmseitige Luftdichtigkeit ist nicht gewährleistet:

- *Zuglufterscheinungen*
- *Kondensatausscheidungen, Durchfeuchtung der Baukonstruktion*
- *Erhöhte Lüftungswärmeverluste.*



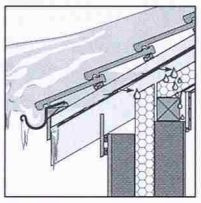
Wärmebrücken, Fehlstellen in der Wärmedämmschicht:

- *Dunkle Verfärbungen, Bildung von Schimmelpilzen*
- *Oberflächenkondensatausscheidungen*
- *Erhöhte Transmissionswärmeverluste.*



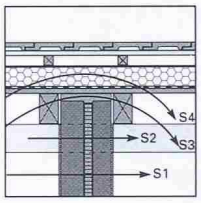
Bei Kaltdachkonstruktionen ist die Durchlüftung zwischen der Wärmedämmschicht und dem Unterdach nicht gewährleistet:

- *Vorhandene Feuchtigkeit («nasses» Holz) kann nicht abgeführt werden, Holzwerk wird geschädigt*
- *Ausgeschiedene Feuchtigkeit (Dampfdiffusion, Luftundichtigkeit) wird nicht abgeführt*
- *Sekundärkondensat wird nicht abgeführt.*



Die Wasserdichtigkeit ist nicht gewährleistet:

- *Wasserinfiltrationen infolge Rückschwellwasser*
- *Wasserinfiltrationen bei An- und Abschlüssen sowie bei Durchdringungen*
- *Wasserinfiltrationen über undichte Unterdächer.*



Anschluss Gebäudetrennwand/Steildach als schalltechnische Schwachstelle:

- *Erhöhte Nebenwegübertragungen*
- *Beeinträchtigung des Luftschalldämmvermögens der Trennwand.*

Es sind meist verschiedene Mängel, die, sich in ihren Auswirkungen überlagernd, zu Schäden führen. Dementsprechend müssen auch mehrere, aufeinander abgestimmte Sanierungsmassnahmen getroffen werden, damit aus einer mangelhaften, Schäden verursachenden Steildachkonstruktion ein funktionstüchtiges System wird.

Nachfolgend wird für die einzelnen Mängel aufgezeigt, welche Schäden sie verursachen, welche Anforderungen zu erfüllen wären und mit welchen Massnahmen der Mangel behoben bzw. das Steildach den gestellten Anforderungen angepasst werden kann.

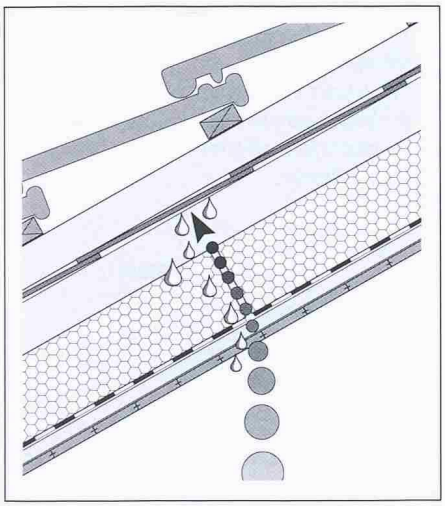
In der Praxis muss der Bausachverständige objektspezifisch ein auf die vorhandene Konstruktion bzw. die vorhandenen Mängel abgestimmtes Sanierungskonzept wählen.

Die warmseitige Luftdichtigkeit ist nicht gewährleistet

Eine Vielzahl der beim wärmegedämmten Steildach auftretenden Schäden sind auf Mängel an der warmseitigen

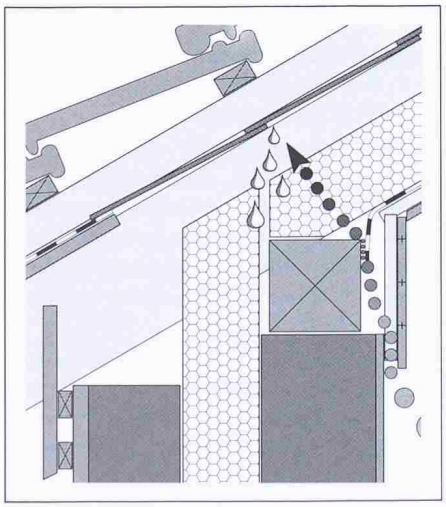
Luftdichtigkeitsebene zurückzuführen. Diesbezügliche Erkenntnisse haben denn auch zu neuen Konstruktionsprinzipien geführt, so z.B. zu separat verlegten Dampfbremsen/-sperren und Luftdichtigkeitsschichten bei Kaltdachkonstruktionen (im Gegensatz zu den auf die Wärmedämmschicht aufkaschierten Dampfbremsen/-sperren), oder zu speziellen Vordachkonstruktionen bei Warmdächern zur Vermeidung von Durchdringungen im Traufbereich.

Problemstellen



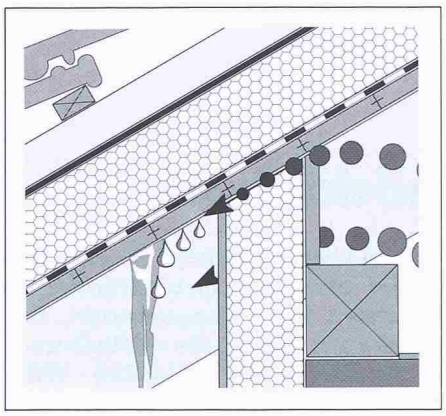
Bei Längsstössen von weichen Wärmedämmstoffen mit aufkaschierter Dampfbremse und Luftdichtigkeitsschicht:

- *Ein für die Gewährleistung der Luftdichtigkeit erforderliches Klebeband ist bei Längsstössen nicht vorhanden oder kann nur ungenügend angepresst werden.*



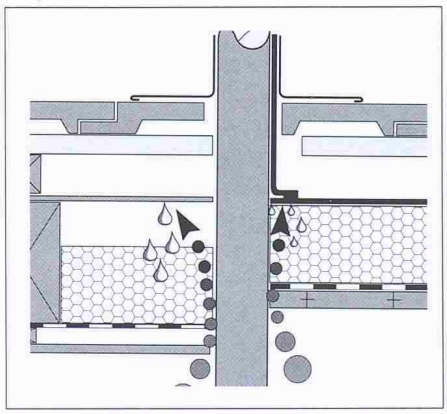
Traufbereich bei Kaltdachkonstruktion:

- *Für luftdichten Anschluss «fehlendes Material» bei aufkaschierten Dampfbremsen und Luftdichtigkeitsschichten*
- *Separate Dampfbremsen und Luftdichtigkeitsschichten sind nicht luftdicht angeschlossen.*



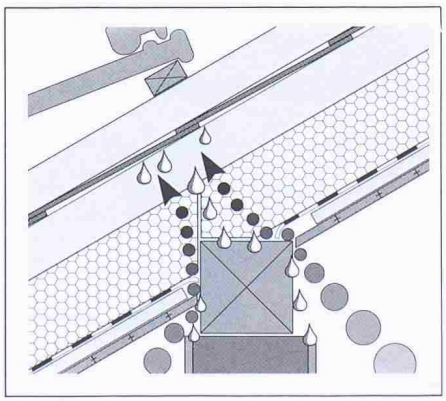
Traufbereich bei Warmdachkonstruktion:

- *Die Dachschalung wird nicht unterbrochen und somit der luftdichte Anschluss nicht ausgeführt*
- *Die Dampfbremse/-sperre und Luftdichtigkeitsschicht wird an die durchdringenden Sparren und das Mauerwerk o.ä. nicht oder nur ungenügend luftdicht angeschlossen.*



Durchdringungen bei Warm- und Kaltdächern:

- *Die Dampfbremse/-sperre und Luftdichtigkeitsschicht ist nicht luftdicht an die durchdringenden Bauteile angeschlossen.*



First- und Mittelpfetten, Zwischenwände bei Kaltdachkonstruktionen:

- *Für luftdichten Anschluss «fehlendes Material» bei aufkaschierten Dampfbremsen und Luftdichtigkeitsschichten*
- *Separate Dampfbremsen und Luftdichtigkeitsschichten sind nicht luftdicht angeschlossen*

Schadencharakteristik

Die Folgen von Luftundichtigkeiten sind einerseits negative Auswirkungen auf die Behaglichkeit von Räumen (Zuglufterscheinungen) und andererseits erhöhte Lüftungswärmeverluste. Als sichtbare Schäden treten diese Auswirkungen nicht in Erscheinung, im Gegensatz zu den Kondenswasserausscheidungen infolge Luftdurchgang, welche den primären Schaden verursachen. Die warme, feuchte Raumluft (z.B. $\upsilon_i = +20\,°C$, $\varphi_i = 50\%$) strömt ungehindert in den Kaltbereich der Konstruktion (z.B. unter das Unterdach oder das Vordach), scheidet dort infolge Abkühlung unter die Taupunkttemperatur überschüssiges Wasser aus, welches die Konstruktion durchfeuchtet (Holzwerk, Wärmedämmschicht, Dekkenverkleidungen usw.), oder gefriert und zu Reif-bzw. Eisbildung führt (Vordachbereich).

Anforderungen

In der Norm SIA 180 «Wärmeschutz im Hochbau» (Ausgabe 1988) sind die Grenzwerte für die maximale Luftdurchlässigkeit der Gebäudehülle aufgeführt. Als Beurteilungswert gilt der n_{L50}, der mit einem Differenzdruckverfahren gemessen wird und eine Beurteilung der Luftdurchlässigkeit bzw. Luftdichtigkeit der gesamten Gebäudehülle, als Summe aller Einzelbauteile, ermöglicht. Das Überschreiten der oberen n_{L50}-Grenzwerte ist oft auf Mängel bei Leichtbauteilen, wie z.B. der Steildachkonstruktion, zurückzuführen.

In der Norm SIA 238 sind für die Luftdichtigkeitsschicht und Dampfbremse oder -sperre folgende Anforderungen definiert:

Ziffer 2.22: Die Luftdichtigkeitsschicht ist an angrenzende Bauteile und bei Durchdringungen dicht anzuschliessen.

Ziffer 4.11: Die Materialien müssen luftdicht sein und luftdichte Stösse und Anschlüsse ermöglichen.

Ziffer 5.21: Überlappungen und Stösse der Luftdichtigkeitsschicht sowie An- und Abschlüsse sind dauerhaft abzudichten. Lose Überlappungen sind nicht zulässig.

Sanierungsmassnahmen

Es tönt zwar lapidar, aber trotzdem: Durch geeignete Massnahmen müssen vorhandene Luftundichtigkeiten behoben werden, damit die Gebäudehülle den erforderlichen n_{L50}-Grenzwert gemäss Norm SIA 180 aufweist und die Konstruktion den in Norm SIA 238 definierten Anforderungen entspricht. Was sind aber geeignete Massnahmen? Diese Frage kann nur objektspezifisch

beantwortet werden; die folgenden Thesen sollen zur Entscheidungsfindung beitragen.

- Das Nachdichten von luftundichten Steildächern ist im allgemeinen sehr schwierig und speziell bei aufkaschierten Dampfbremsen/-sperren und Luftdichtigkeitsschichten auf weichen Wärmedämmstoffen praktisch unmöglich
- Das nachträgliche Ausführen von luftdichten Anschlüssen mit der Kittpistole führt längerfristig kaum zu gewünschten Resultaten
- Dort, wo separate Dampfbremsen/-sperren und Luftdichtigkeitsschichten vorhanden und in der Fläche luftdicht sind, kann die Luftdichtigkeit nachträglich durch lokale Massnahmen, z.B. bei Durchdringungen, gewährleistet werden
- Bei aufkaschierten Dampfbremsen/-sperren und Luftdichtigkeitsschichten (Kaltdach) ist meist das nachträgliche Anbringen von separaten Luftdichtigkeitsschichten erforderlich. Dies kann auf zwei verschiedene Arten geschehen:

Nachträgliches Anbringen der luftdicht angeschlossenen Dampfbremse/-sperre von innen her

Gemäss Norm SIA 238 müssen Elektroleitungen raumseitig der Luftdichtigkeitsschicht angeordnet werden. Dieses Elektro-Lehrrohr ist über der Dampfsperre und Luftdichtigkeitsschicht verlegt und durchdringt diese. Die Dampfsperre muss an das durchdringende Elektro-Lehrrohr luftdicht angeschlossen werden

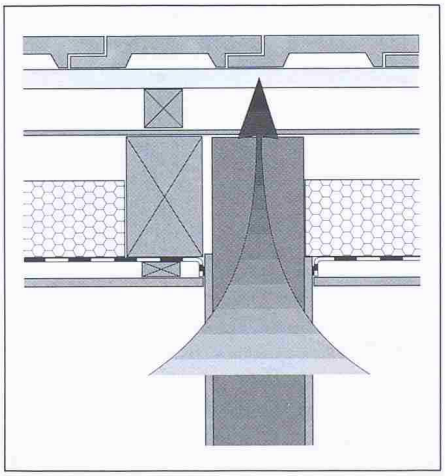
- direkt über der aufkaschierten Dampfbremse, nach dem Entfernen von Deckenverkleidung und Schiftlattung, oder
- über der bestehenden Deckenverkleidung, mit zusätzlicher Schiftlattung und Deckenverkleidung.

Selbstverständlich müssen die nachträglich aufgebrachten Dampfbremsen/-sperren und Luftdichtigkeitsschichten warmseitig luftdicht an angrenzende und durchdringende Bauteile angeschlossen werden.

Wärmebrücken, Fehlstellen in der Wärmedämmschicht

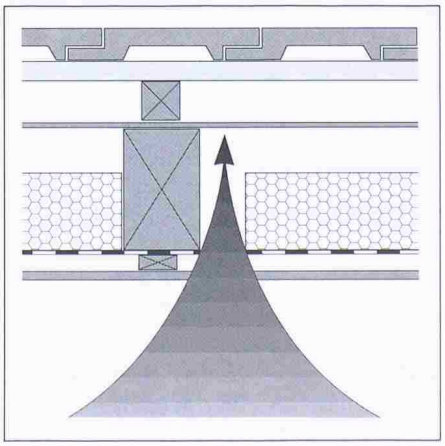
Neben den beim Kaltdach systembedingt unvermeidbaren «Wärmebrükken» durch die von Holzquerschnitten (Sparren) durchdrungene Wärmedämmschicht, welcher gemäss Norm SIA 180 mit der Berechnung des k-Wertes von inhomogenen Konstruktionen Rechnung getragen werden muss, fallen vielfach noch zusätzliche, vermeidbare Wärmebrücken und eigentliche Fehlstellen in der Ebene der Wärmedämmschicht ins Gewicht.

Problemstellen



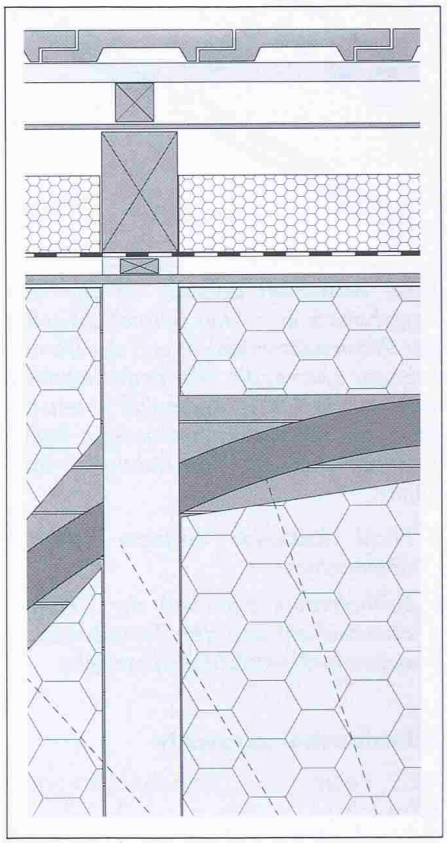
Wärmebrücke bei Zwischenwänden:

- *Zwischenwände o.ä. sind bis OK Sparren gemauert*
- *Die Wärmedämmschicht ist nicht lükkenlos verlegt.*



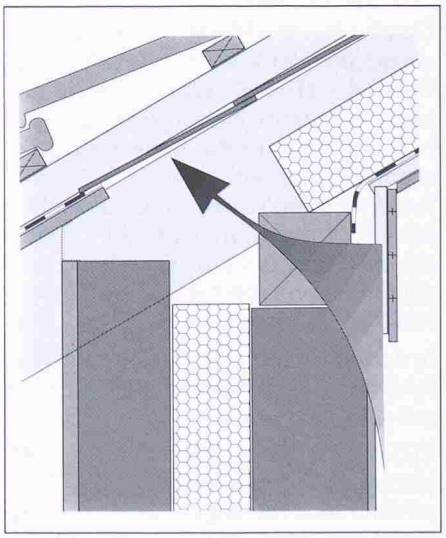
Fehlstelle in der Ebene der Wärmedämmschicht, im Sparrenfeld:

- *Die Breite der Wärmedämmschicht stimmt nicht mit dem Sparrenabstand überein*
- *Bei Wärmedämmschichten mit aufkaschierter Dampfbremse/-sperre ist dies durch die Bauleitung nicht erkennbar.*



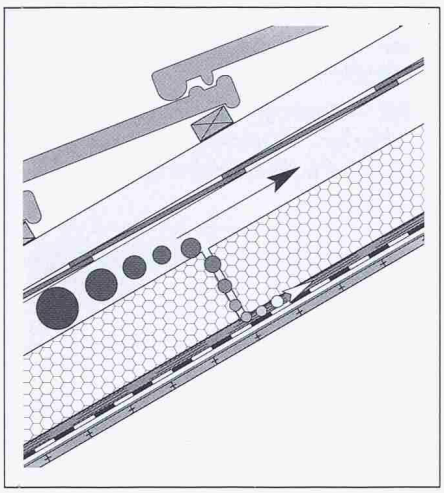
Fehlstelle in der Ebene der Wärmedämmschicht, in Bereichen von nicht ortogonalen Grundrissgeometrien:

- *Die Wärmedämmschicht wird, weil schwierig und arbeitsintensiv, nicht oder nur unvollkommen verlegt bzw. eingepasst.*



Fehlstelle bei Bauteilübergängen, z.B. Aussenwand/Steildach im Traufbereich:

- *Die Wärmedämmschicht im Steildach schliesst nicht lückenlos mit derjenigen in der Aussenwand zusammen.*



Kalte Aussenluft gelangt via Durchlüftungshohlraum in den Bereich zwischen der Wärmedämmschicht und der Dampfbremse/-sperre, die Wärmedämmschicht wird von der kalten Aussenluft unterwandert, das Wärmedämmvermögen beeinträchtigt und die Konstruktion ausgekühlt:

- *Nicht lückenlos verlegte Wärmedämmschicht*
- *Lufthohlraum zwischen der Wärmedämmschicht und der Dampfbremse/-sperre und Luftdichtigkeitsschicht.*

Schadencharakteristik

Als Folge von wärmetechnischen Schwachstellen treten erhöhte Transmissionswärmeverluste auf. Durch den erhöhten Wärmefluss werden die Bauteile zudem ausgekühlt, was zu dunklen Verfärbungen (Thermodiffusionsablagerungen), Schimmelpilzbefall oder gar Oberflächenkondensatausscheidungen führen kann.

Anforderungen

Gemäss Norm SIA 180 gilt ein minimal einzuhaltender k-Wert von 0,5 W/m²K, wobei der Hinweis gemacht wird, dass bei Konstruktionen mit geringer Masse (<50 kg/m² ohne die hinterlüftete Dacheindeckung) ein besserer k-Wert erforderlich sei (thermische Behaglichkeit). In Empfehlung SIA 380/1 «Energie im Hochbau» (Ausgabe 1988) wird ein Grenzwert von 0,4 und ein Zielwert von 0,3 W/m²K gefordert.

In der Norm SIA 238 sind für die Wärmedämmschicht folgende Anforderungen definiert.

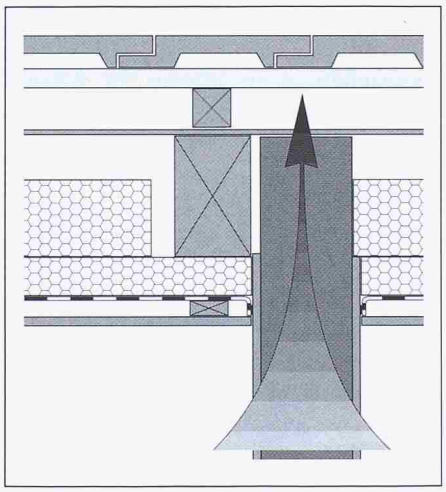
Ziffer 2.33: Latten, Sparren und andere Materialien, die in der Ebene der Wärmedämmschicht liegen, sind, entsprechend der Norm SIA 180, anteilmässig in die Berechnung des k-Wertes einzubeziehen.

Ziffer 5.32: Verlegung, Anschlüsse und Stösse der Wärmedämmschicht sind so auszuführen, dass keine Aussenluft auf die Warmseite der Wärmedämmschicht eindringen kann.

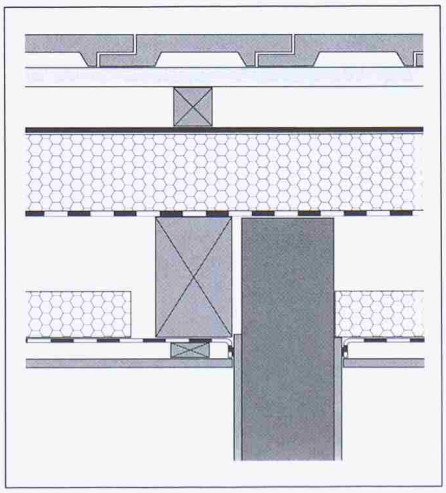
Sanierungmassnahmen

Die Wärmedämmschicht ist nicht sichtbar. Fehlstellen werden entweder zufällig oder mit aufwendigen Thermographieaufnahmen entdeckt. Entsprechend schwierig ist auch die Behebung dieses Mangels. Unter der Voraussetzung, dass man weiss, wo sich die Fehlstelle befindet, kann diese durch nachträgliches Anbringen von Wärmedämmschichten behoben werden.

Wenn davon ausgegangen werden kann, dass viele Fehlstellen vorhanden sind, ist das flächige Anbringen von zusätzlichen Wärmedämmschichten empfehlenswert. Es stehen hierfür zwei grundsätzlich verschiedene Möglichkeiten zur Auswahl.



Raumseitiges Anbringen einer zusätzlichen Wärmedämmschicht (die Wärme- und dampfdiffusionstechnische Funktionstüchtigkeit muss objektspezifisch geprüft werden). Wärmebrücken bei durchdringenden Innenwänden o.ä. können nicht eliminiert werden.



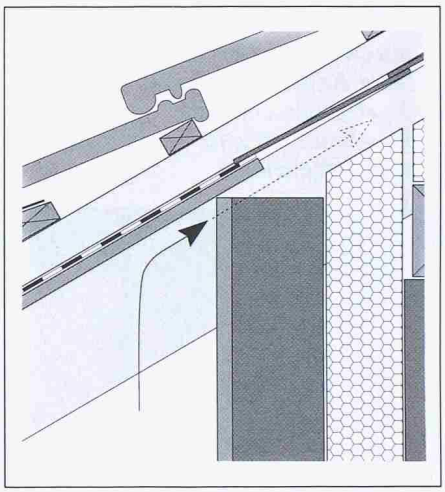
Anbringen einer zusätzlichen Wärmedämmschicht im Warmdachsystem, z.B. mit einem SarnaPanel Standard. Wärmebrücken bei durchdringenden Innenwänden o.ä. können eliminiert werden.

Die Durchlüftung von Kaltdachkonstruktionen ist nicht gewährleistet

Das Kaltdach ist definiert als «wärmegedämmtes Steildach mit Durchlüftungsraum zwischen Wärmedämmschicht und Unterdach».

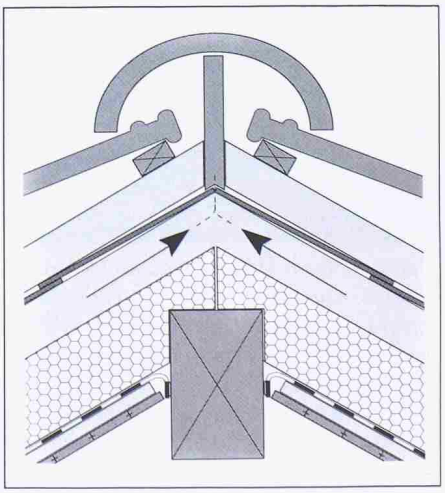
Die im Durchlüftungshohlraum zirkulierende Aussenluft soll anfallende Feuchtigkeit (Restfeuchtigkeit, Diffusionskondensat, Kondensat infolge Luftströmung) aufnehmen und abtransportieren können. Wenn diese Durchlüftung nicht gewährleistet ist, ist auch die Funktionstüchtigkeit von Kaltdachkonstruktionen gefährdet.

Problemstellen



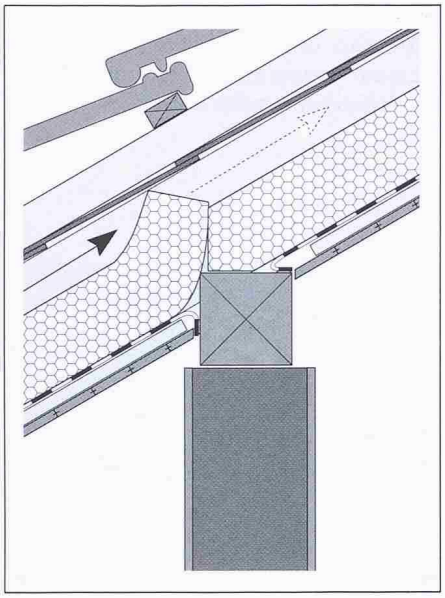
Fehlende Zuluftöffnungen im Traufbereich:

- *Wärmedämmschicht oder äusseres Mauerwerk/Verkleidung bis unter das Unterdach hochgeführt.*



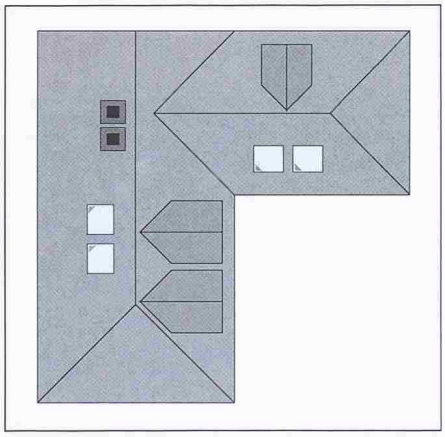
Fehlende Abluftöffnungen im Firstbereich:

- *Die Abluftöffnung im Unterdach fehlt.*



Beeinträchtigung der Durchlüftung innerhalb eines Sparrenfeldes:

- *Die Wärmedämmschicht schliesst den Durchlüftungsquerschnitt ab.*



Die Durchlüftung ist bei geometrisch komplizierten Dachstühlen, mit Graten, Kehlen und Aufbauten, nicht gewährleistet.

Schadencharakteristik

Unter der theoretischen Annahme, dass sämtliche anderen Faktoren wie trockenes Konstruktionsholz (max. 16 Masse-% gemäss Norm SIA 238), warmseitige Luftdichtigkeit und dampfdiffusionstechnische Funktionstüchtigkeit gewährleistet sind, muss eine fehlende oder ungenügende Durchlüftung nicht zwangsläufig zu einem Schaden führen. Die Durchlüftung zwischen Wärmedämmschicht und Unterdach stellt aber eine zusätzliche «Versicherung» gegen Schäden dar, wenn einzelne der vorerwähnten Faktoren nicht zu 100% gewährleistet sind, wie dies in der Praxis vielfach der Fall ist. Feuchtes Holz kann abtrocknen, und am Unterdach kondensierte Feuchtigkeit kann, wenn die Menge nicht zu gross ist, aufgenommen und abtransportiert werden.

Anforderungen

In Abhängigkeit der Sparrenlänge und der Dachneigung muss gemäss Norm SIA 238 eine minimale Höhe des Durchlüftungsraumes zwischen Unterdach und Wärmedämmschicht von 40 bis 80 mm eingehalten werden.

Bei Gebäuden über 800 m ü.M. oder in schneereichen Lagen ist die Höhe des Durchlüftungsraumes fallweise zu bestimmen (Ziffer 2.41.2).

Eine partielle Reduktion der Höhe des Durchlüftungsraumes bei Durchdringungen oder Pfetten und aufgrund der Durchbiegung der Unterdachmaterialien sowie durch Übermasse oder Aufquellen der Wärmedämmschicht ist zulässig. Die minimale Höhe des Durchlüftungsraumes darf dadurch höchstens auf 50% des angegebenen Minimalwertes reduziert werden (Ziffer 2.41.3).

Bei grösseren Durchdringungen wie z.B. Lukarnen, Dachfenstern sowie bei Graten und Kehlen ist die Durchlüftung durch konstruktive Massnahmen sicherzustellen (Ziffer 2.41.4).

Die Querschnitte der Zu- und Abluftöffnungen müssen je mindestens der Hälfte des erforderlichen Querschnitts des Durchlüftungsraumes entsprechen. Querschnittsverminderungen durch Insektengitter o.ä. sind dabei zu berücksichtigen (Ziffer 2.41.5).

Sanierungsmassnahmen

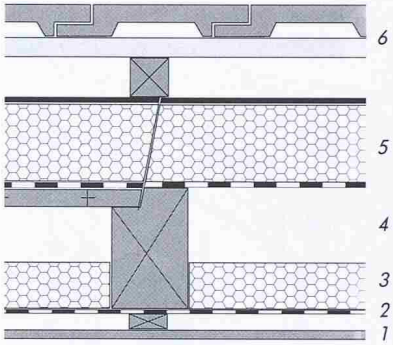
Objektspezifisch muss nach geeigneten Massnahmen gesucht werden, damit die oben definierten Anforderungen erfüllt werden können:

- Nachträgliches Erstellen von Zu- und Abluftöffnungen
- Entfernen oder komprimieren von Wärmedämmschichten im Durchlüftungsquerschnitt.

Wenn die Durchlüftung nachträglich nicht gewährleistet werden kann, z.B. bei geometrisch komplizierten Dachformen, kann das Kaltdach- in ein Warmdachsystem umfunktioniert werden. Damit lassen sich auch andere Mängel, wie Luftundichtigkeiten oder ungenügendes Wärmedämmvermögen, korrigieren.

Die Wasserdichtigkeit ist nicht gewährleistet

Das Steildach muss, als Resultat aller Schichten und Massnahmen, 100% wasserdicht sein. Das Eindringen von Wasser, Schnee oder Eis in den Bereich der Tragkonstruktion, der Wärmedämmschicht und der Deckenverkleidungen bzw. in das Gebäudeinnere muss verhindert werden.



1 bestehende Deckenverkleidung
2 bestehende Dampfsperre
3 bestehende Wärmedämmschicht, die eventuell von oben her entfernt werden muss (dampfdiffusionstechnisches Verhalten!)
4 bestehender Durchlüftungshohlraum (neu abgeschlossener Luftraum mit «ruhender Luftschicht»)
5 neuer Warmdachaufbau über einer Verlegeunterlage oder mit einem wärmedämmenden Unterdachelement
6 bestehende Konter-/Ziegellattung und Hartbedachung (umdecken)

Folgende Parameter entscheiden darüber, ob das Steildach genügend Schutz vor Wasserinfiltrationen bieten kann und somit in dieser Hinsicht funktionstüchtig ist:

- Feuchtigkeitsbelastung (Exposition und Höhenlage)
- Dachneigung (je steiler, desto dichter sind geschuppte Hartbedachungen)
- Hartbedachung (unterschiedlicher Dichtigkeitsgrad in Abhängigkeit von der Dachneigung)
- Unterdach (geschuppt, fugengedichtet, fugenlos)
- Lage/Art der An- und Abschlüsse (obere offene Begrenzungen).

Es ist im Einzelfall nicht immer leicht, die auftretende Feuchtigkeitsbelastung zu beurteilen und zu entscheiden, welche Massnahmen getroffen werden müssen, damit das Steildach genügend wasserdicht ist.

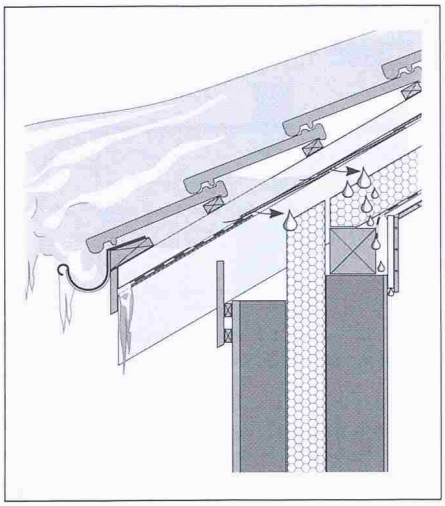
Auf der sicheren Seite ist man in jedem Fall mit einem wasserdichten Unterdach, welches analog einer Flachdachabdichtung ausgebildet ist und somit sämtliches Wasser, das unter die Hartbedachung gelangt, abführen kann.

Problemstellen

Rückschwellwasser im Traufbereich:

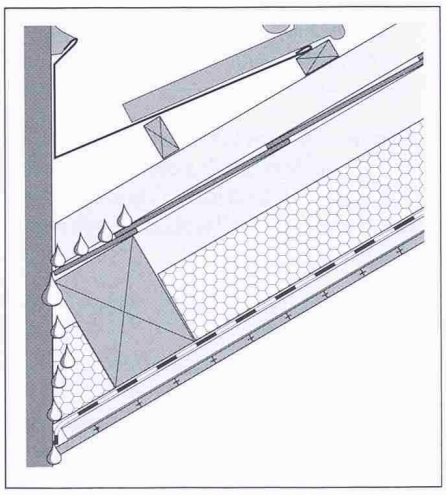
- *Unterstützt von Lüftungs- (Luftundichtigkeiten) und Transmissionswärmeverlusten schmilzt der Schnee, das Schmelzwasser fliesst ab, gefriert im*

Bild nächste Seite



Vordachbereich und bildet dadurch eine Eisbarriere

- *Abfliessendes Schmelzwasser staut sich an der Eisbarriere, gelangt unter geschuppte Unterdächer und schädigt die Baukonstruktion.*



Wasserinfiltrationen bei aufgehenden, das Steildach durchdringenden Bauteilen:

- *Das Unterdach ist nicht genügend dicht an aufgehende Bauteile angeschlossen*
- *Abweisbleche o.ä. fehlen oberhalb der Durchdringungen.*

Schadencharakteristik

Infiltrierendes Wasser durchfeuchtet und schädigt die Baukonstruktion (Holzwerk, Wärmedämmstoffe, Dekkenverkleidungen, Mauerwerke und Putze). Im «Idealfall» tropft das Wasser sofort ins Gebäudeinnere, so dass man die Undichtigkeit frühzeitig erkennt und entsprechend reagieren kann.

Anforderungen

Aus der Norm SIA 238 sind bezüglich der Wasserdichtigkeit von Steildächern folgende Anforderungen relevant.

Ziffer 2.51: Wärmegedämmte Steildächer müssen ein Unterdach aufweisen. Das Unterdach ist über die ganze Dachfläche oberhalb der Tragkonstruktion und über der Wärmedämmschicht anzuordnen.

Ziffer 2.52: Unterdächer oder Bereiche von Unterdächern mit normaler Feuchtigkeitsbelastung müssen gegen frei abfliessendes Wasser dicht sein.

Ziffer 2.53: Unterdächer mit starker Feuchtigkeitsbelastung, wie z.B. bei Dächern mit zu geringer Neigung, bei Energiedächern oder bei Kollektoren unter der Dacheindeckung, sowie rückstaugefährdete Bereiche von Unterdächern sind als wasserdichte Unterdächer auszubilden.

Ziffer 4.32: Materialien für wasserdichte Unterdächer müssen gegen stehendes Wasser dicht sein und bei Stössen sowie An- oder Abschlüssen gegen stehendes Wasser dauerhaft gedichtet werden können.

Ziffer 5.41: Bei überlappend verlegten Unterdächern aus Platten und Bahnen muss die Überlappung so gross sein, dass ein Hinterlaufen durch Wasser verhindert wird.

Ziffer 5.42: Bei wasserdichten Unterdächern sind Anschlüsse an Kamine, Dachfenster, Dunstrohre usw. aufzuborden. Blechanschlüsse sind wasserdicht auszubilden.

Die Entscheidung, welches Unterdach das richtige sei, reduziert sich letztlich auf die Beantwortung der Frage, ob die Feuchtigkeitsbelastung normal oder stark sei.

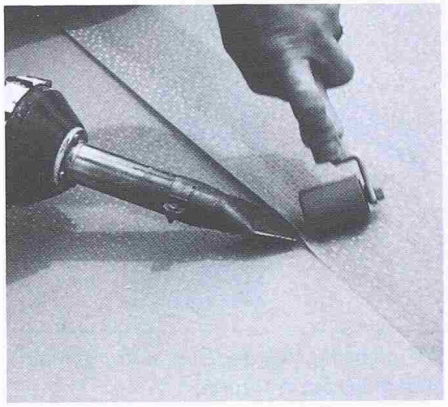
Was ist jedoch normal und was stark? Es kann hier keine klare Antwort gegeben werden, es gibt kein Weiss und kein Schwarz, jedoch eine Menge von Grautönen. Wer sich für «normal» entschieden hat, wird eventuell später erfahren, ob er damit richtig lag. Solche Erfahrungen können aber schmerzhaft sein! Bei einem Entscheid für «stark» und somit ein wasserdichtes Unterdach wird man nie genau wissen, ob er gerechtfertigt war, was aber nicht von Nachteil sein muss.

Sanierungsmassnahmen

Wenn bei einem wasserdichten Unterdach Mängel vorhanden sind, die zu Wasserinfiltrationen führen, müssen diese behoben werden.

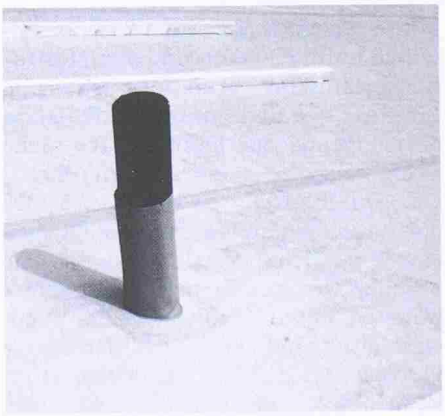
Wenn es bei geschuppten Unterdächern, für normale Feuchtigkeitsbelastung, zu Wasserinfiltrationen kommt, ist zu beurteilen:

- ob dies auf Mängel im Unterdach, unter normaler Feuchtigkeitsbelastung, zurückzuführen ist und mit der Behebung solcher Mängel die Dichtigkeit fortan gewährleistet werden kann oder
- ob die Feuchtigkeitsbelastung zu gross ist und die Dichtigkeit nur mit einem wasserdichten Unterdach gewährleistet werden kann.



Sarnatex wird, als wasserdichtes Unterdach, mit Heissluft verschweisst

Durch Verschweissung oder Verklebung der Sarnatex-Unterdachbahn auf die Einlaufbleche werden die Traufanschlüsse rückstausicher ausgeführt

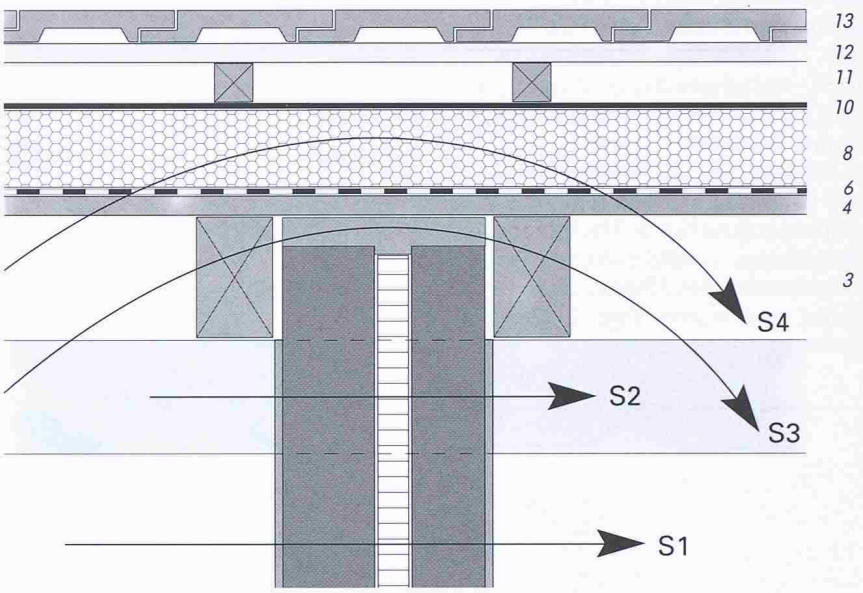


Sarnatex kann auch an Durchdringungen wie Dunstrohre wasserdicht angeschlossen werden

Anschluss Gebäudetrennwand/Steildach als schalltechnische Schwachstelle

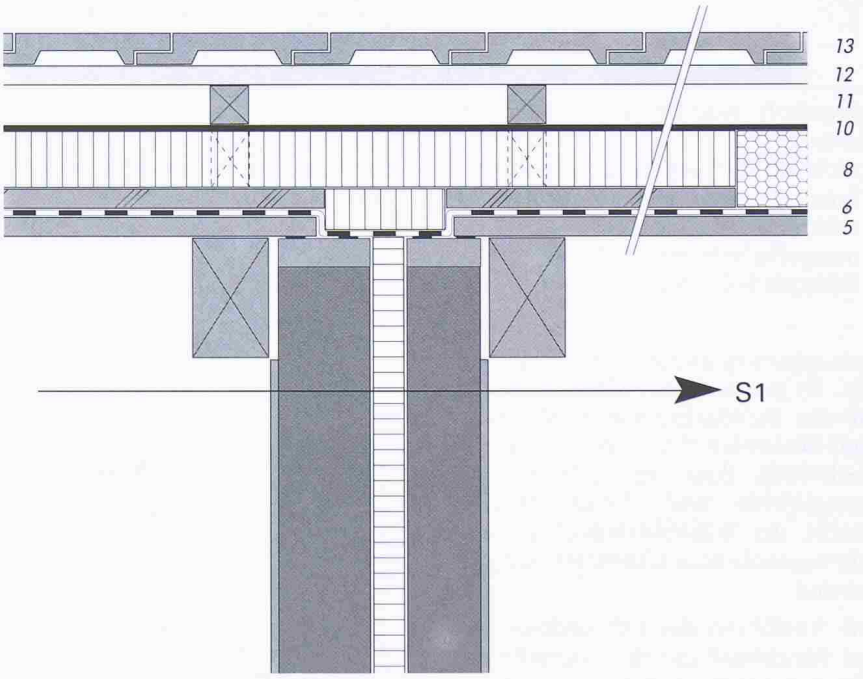
Das Schalldämmvermögen von Wohnungs- oder Gebäudetrennwänden wird neben deren Konstruktionsaufbau auch durch die Anschlussrandbedingungen, z.B. an das Steildach, beeinflusst. Das Steildach neigt, als flankierende Leichtbaukonstruktion (geringe Masse in kg/m²), zu erhöhter Nebenwegübertragung infolge Schallängsleitung.

Durch konstruktive Massnahmen muss diese Nebenwegübertragung soweit reduziert werden, dass das der Trennwand entsprechende Schalldämmass erreicht wird. Das folgende Beispiel zeigt den Einfluss der Anschlussrandbedingung auf das zu ereichende Schalldämmmass der Trennwand.



Mangelhafte Ausbildung (vor der Sanierung), $R'_W \approx 47$ dB

S1 Schallübertragung über die Trennwand
S2 Schallübertragung über durchlaufende Pfette
S3 Schallübertragung über Mörtelbrücken (Störung der zweischaligen Trennwand mit dem Masse/Feder/Masse-Prinzip)
S4 Schallübertragung über flankierende Leichtbaukonstruktion



Funktionstüchtige Ausbildung (Neubau nach Sanierung), $R'_W \approx 59$ dB

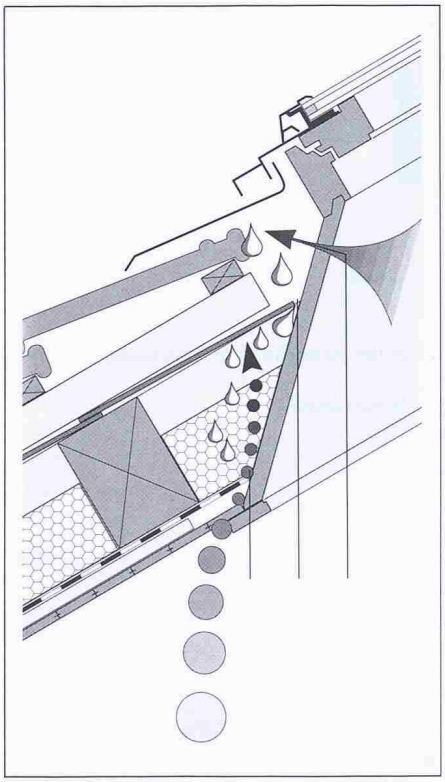
S1 Schallübertragung über die Trennwand (ohne das Schalldämmvermögen beeinflussende Nebenwegübertragungen)

Legende der Baukonstruktionsschichten:

1 *Trennwand zweischalig (Mauerwerk/Faserdämmstoffplatte/Mauerwerk)*
2 *Mörtelbrücke bei Kronenüberzug*
3 *Sparren*
4 *Dachschalung duchlaufend, nicht «schalldicht» an die Mauerkrone angeschlossen*
5 *Dachschalung unterbrochen, «schalldicht» an die Mauerkrone angeschlossen*
6 *Dampfsperre und Luftdichtigkeitsschicht (z.B. Sarnavap)*
7 *Zusätzliche Masse (Duripanel- oder Spanplatte, Schwerfolien o.ä.)*
8 *Wärmedämmschicht aus Schaumkunststoff, z.B. Sarnatherm*
9 *Wärmedämmschicht aus Faserdämmstoff, z.B. Sarnaver oder Sarnaroc*
10 *Sarnatex-Unterdachbahn*
11 *Konterlattung, Durchlüftungshohlraum*
12 *Lattung*
13 *Eindeckung*

Dachflächenfenster - die permanente Schwachstelle?

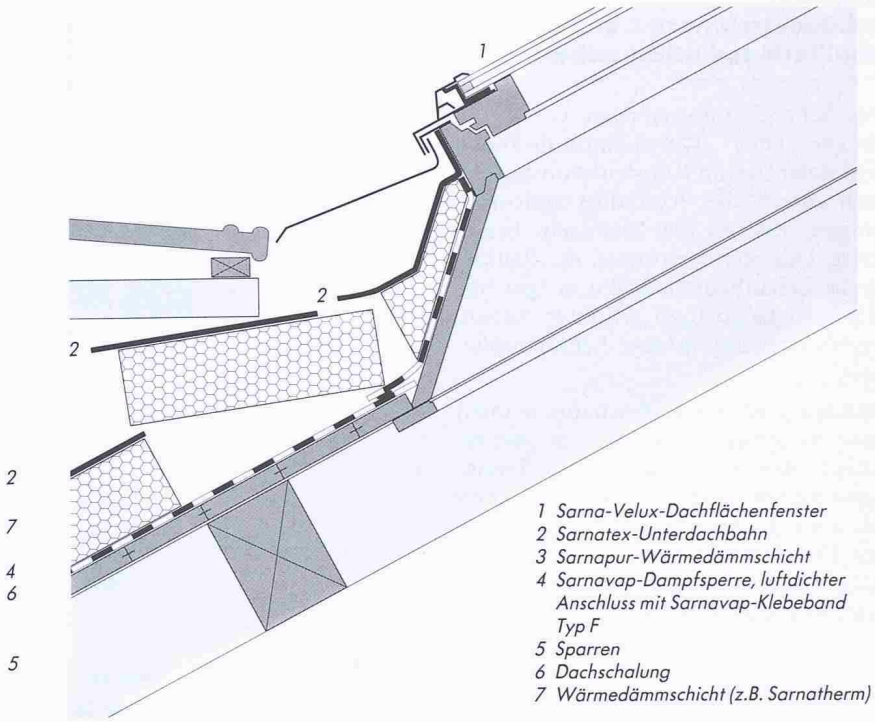
Durch unsachgemässen Einbau von Dachflächenfenstern in wärmegedämmte Steildächer treten immer wieder Schäden auf. Zurückzuführen sind diese hauptsächlich auf fehlende Wärmedämmung zwischen Dachfläche und Fensterfutter, Undichtigkeiten im Anschlussbereich des Unterdaches an das Fenster und warmseitige Luftundichtigkeiten.



Mangelhaft eingebautes Dachflächenfenster:
1 nicht luftdicht angeschlossene Dampfbremse/-sperre und Luftdichtigkeitsschicht
2 mangelhafte Wasserdichtigkeit
3 fehlende Wärmedämmschicht

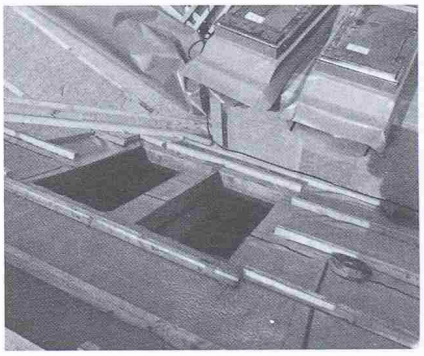
Dem muss jedoch nicht zwangsläufig so sein. Es gibt auf dem Markt spezielle, auf das Steildachsystem abgestimmte Dachflächenfenster, die bereits ab Werk mit dem Fensterfutter, der Dampfsperre und Luftdichtigkeitsschicht, der Wärmedämmschicht und dem wasserdichten Unterdach ausgerüstet sind.

Das Ausführen der aufwendigen An- und Abschlüsse auf der Baustelle entfällt, der Fenstereinbau reduziert sich auf das Anschliessen der einzelnen Schichten in der Fläche.



Auf der Baustelle muss das Sarna/Velux-Dachflächenfenster nur noch in der Fläche an die entsprechenden Schichten des wärmgegedämmten Steildaches angeschlossen werden

Die mit dem Fensterfutter ergänzten Dachflächenfenster werden im Werk mit der Dampfsperre (Bild), der Wärmedämmschicht und dem fugenlosen Unterdach versehen



Das auf Mass gefertigte Sarna/Velux-Dachflächenfenster wird einbaufertig auf die Baustelle geliefert

Die grossen Anforderungen, wie sie an wärmegedämmte Steildächer heute gestellt werden, können auch beim kritischen Bereich der Dachflächenfenster erreicht werden

Auf das SarnaRoof-Steildachsystem abgestimmtes Sarna/Velux-Dachflächenfenster

Der Ausbau des Dachgeschosses als Anlass für die Steildachrenovation

Wohnraum ist knapp, und das Wohnen unter dem Steildach beliebt. Was liegt also näher, als die bestehenden Dachstöcke auszubauen und einer höherwertigen Nutzung zuzuführen, als es der Abstellraum auf dem Estrich war.

Mit dem Entscheid, unter dem Steildach zu wohnen oder zu arbeiten, muss aus dem problemlosen Dach über der wärmetechnischen Pufferzone ein High-Tech-Bauteil werden, welches den vielfältigen Anforderungen Rechnung tragen muss. Welche Möglichkeiten stehen hierfür zur Diskusison?

Am Anfang steht die Frage nach dem Ist-Zustand und dem zukünftig gewünschten Erscheinungsbild.

Das bestehende Steildach ist hauptsächlich durch sein Tragsystem geprägt, welches gerade bei älteren Häusern sehr schön sein kann und zu einem wichtigen (Gestaltungs-)Element des auszubauenden Dachraumes wird.

Über der Tragkonstruktion sind die alten Dächer vergleichbar aufgebaut:
- Eindeckung über einer Lattung (z.B. Ziegel über der Ziegellattung) oder
- Eindeckung über einem Unterdach, z.B. aus Holzschindeln o.ä.

Ein erster Entscheid, den auch der Nichtfachmann mittragen kann, ist, ob das Tragsystem gezeigt werden soll oder nicht.

Wenn ja, müssen diejenigen Schichten, die das Funktionieren der neuen, wärmegedämmten Steildachkonstruktion gewährleisten sollen, über dem Tragsystem aufgebaut werden. Man spricht von einem Warmdachsystem (Bild 1). Wenn nein, stehen beide Systeme, das Warmdachsystem mit zusätzlicher Deckenverkleidung (Bild 1) oder das Kaltdachsystem (Bild 2), zur Auswahl. Diese beiden Systeme unterschieden sich vor allem bezüglich der Möglichkeiten, wie die Luftdichtigkeit und das Wärmedämmvermögen gewährleistet werden können.

Es ist die Aufgabe des Baufachmannes, objektspezifisch das geeignetere System zu wählen.

Warmdachsystem

Beim Warmdachsystem (Bild 1) werden über der Tragkonstruktion bzw. einer Verlegeunterlage die erforderlichen Schichten aufgebaut. Die Tragkonstruktion kann mit einer Deckenverkleidung abgedeckt oder sichtbar bleiben.

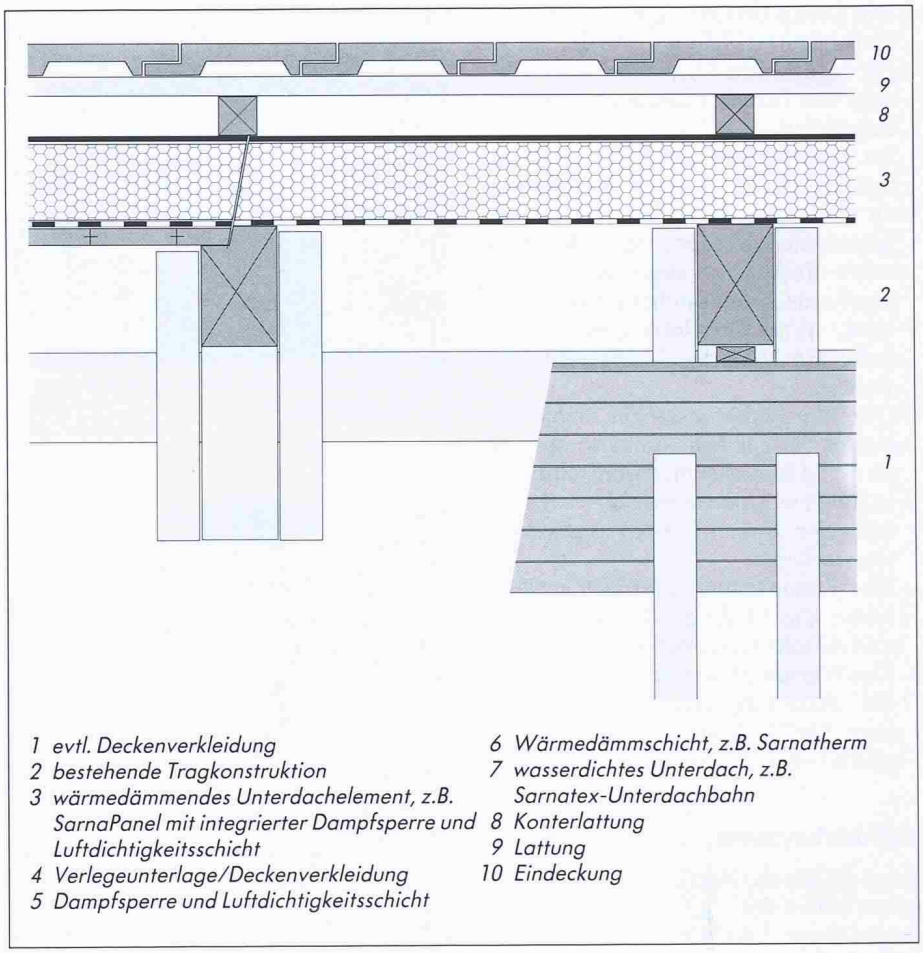


Bild 1. Warmdachaufbau über bestehender Tragkonstruktion

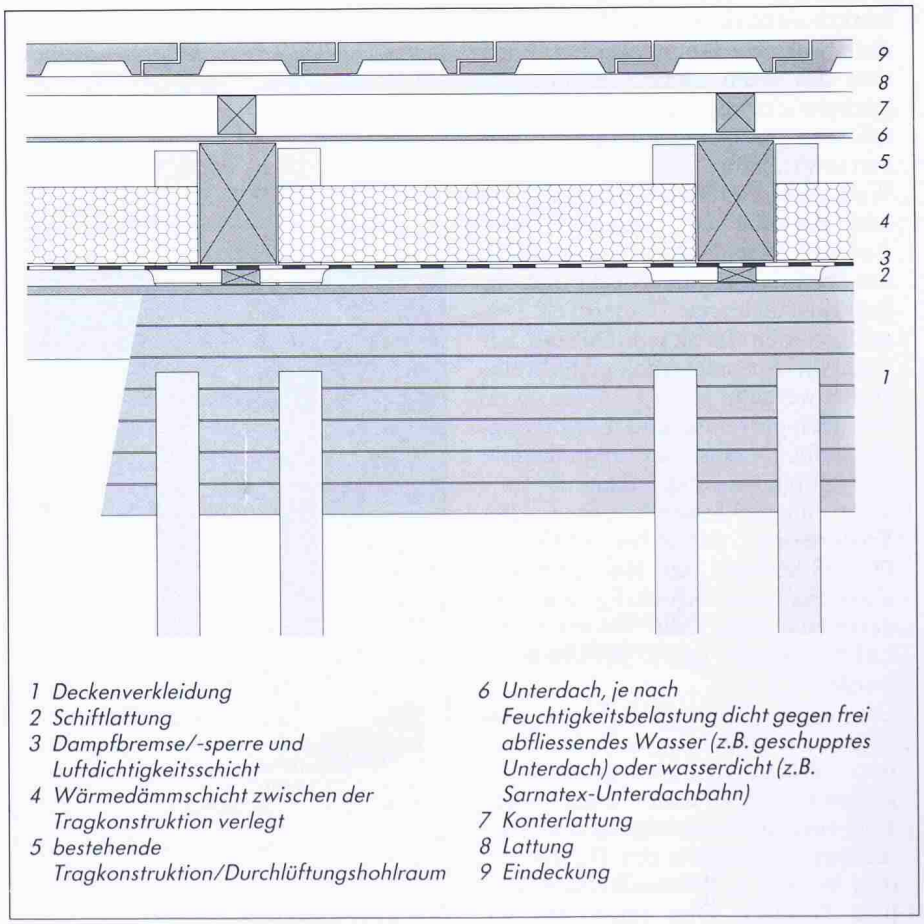


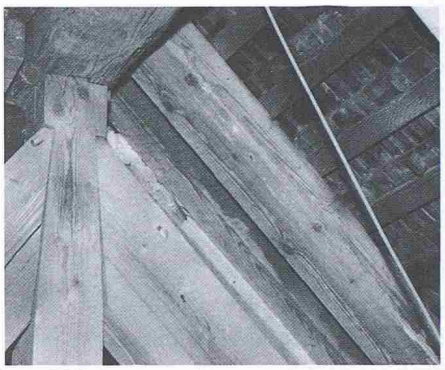
Bild 2. Kaltdachaufbau mit verkleideter Tragkonstruktion

- Die Dampfbremse/-sperre und Luftdichtigkeitsschicht wird in der Dachfläche und am Ort, ohne eine Vielzahl von Durchdringungen, luftdicht ausgeführt.
  Im Traufbereich muss die Luftdichtigkeitsschicht je nach Konzeption an die durchdringenden Sparren angeschlossen werden, oder sie kann, wenn die Sparren abgeschnitten und das Vordach mit Stichern ausgebildet wird, ohne Durchdringungen luftdicht am Mauerwerk angeschlossen werden
- Die Warmedämmschicht wird lükkenlos verlegt, und sie kann optimal an Aussenwärmedämmschichten (z.B. bei wärmetechnischer Verbesserung der Aussenwände) angeschlossen werden
- Das wasserdichte Unterdach gewährleistet die Dichtigkeit auch in An- und Abschlussbereichen
- Das Warmdachsystem eignet sich für die Sanierung/Renovation sämtlicher Steildächer, auch bei geometrisch komplexen Formen.

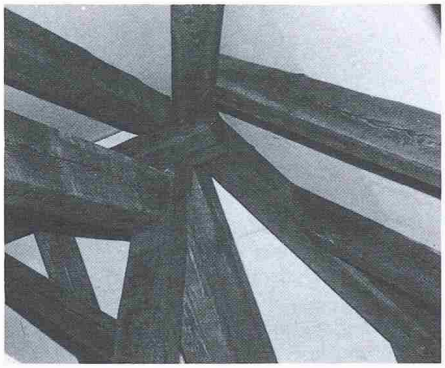
Kaltdachsystem

Beim Kaltdach (Bild 2) wird in der Regel zwischen der Tragkonstruktion wärmegedämmt und diese teilweise oder vollständig verkleidet.

- Unter der Voraussetzung, dass ein Unterdach vorhanden und dieses funktionstüchig ist, kann das Steildach wärmegedämmt werden, ohne dass das Dach umgedeckt und die Spenglerarbeiten erneuert werden müssen. Trauf- und Firsthöhen bleiben unverändert.
  Wenn kein Unterdach vorhanden ist oder dasselbe den neuzustellenden Anforderungen nicht genügt, muss das Dach jedoch umgedeckt und ein funktionstüchtiges Unterdach erstellt werden. In diesem Fall müssen auch die Spenglerarbeiten teilweise ersetzt werden.
- Die Dampfbremse und Luftdichtigkeitsschicht muss an angrenzende und durchdringende Bauteile luftdicht angeschlossen werden. Bei Tragsystemen mit Zwischenpfetten, Pfosten, Zangen und Bügen ist dies einerseits sehr aufwendig, und andererseits kann die erforderliche Luftdichtigkeit kaum gewährleistet werden.
- Die Wärmedämmschicht wird zwischen dem Tragsystem, z.B. den Sparren, verlegt. Die Holzquerschnitte stellen gegenüber dem Wärmedämmstoff eine Beeinträchtigung des Wärmedämmvermögens dar (λ_r-Holz = 0,14 W/mK, λ_r-Wärmedämmstoff = 0,04 W/mK). Dies muss bei der k-Wert-Berechnung für inhomogene

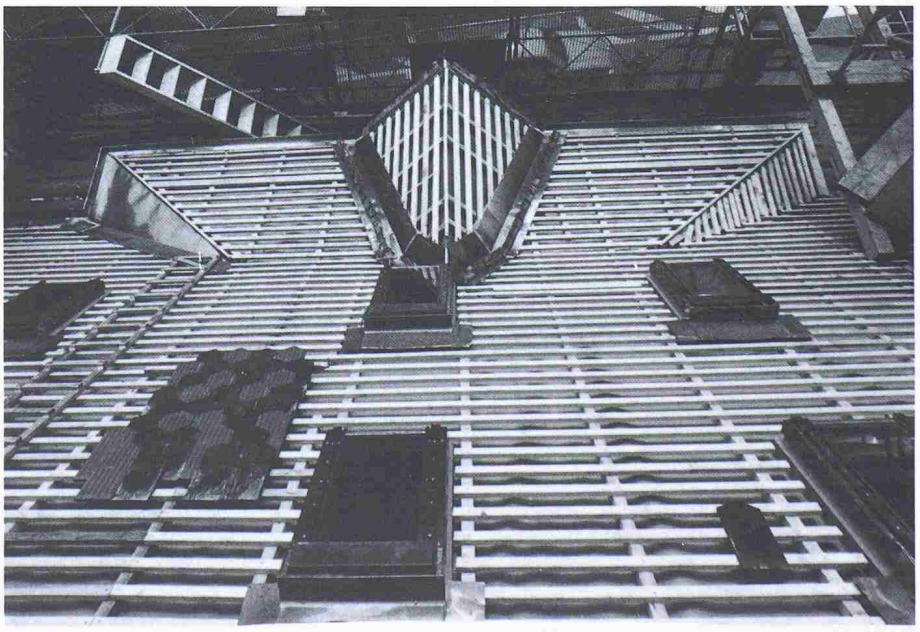


Die alte Tragkonstruktion wird sandgestrahlt und bleibt unter dem neuen Warmdachaufbau sichtbar



Bei einem solchen Dachstuhl ist es praktisch unmöglich, die erforderliche Luftdichtigkeit mit einer raumseitig der Tragkonstruktion liegenden Dampfbremse und Luftdichtigkeitsschicht zu gewährleisten

Bei den meisten Dachstockausbauten müssen auch die Spenglerarbeiten erneuert werden



Das wasserdichte Sarnatex-Unterdach bietet auch unter alten Ziegeln dauerhaften Schutz vor infiltrierendem Wasser

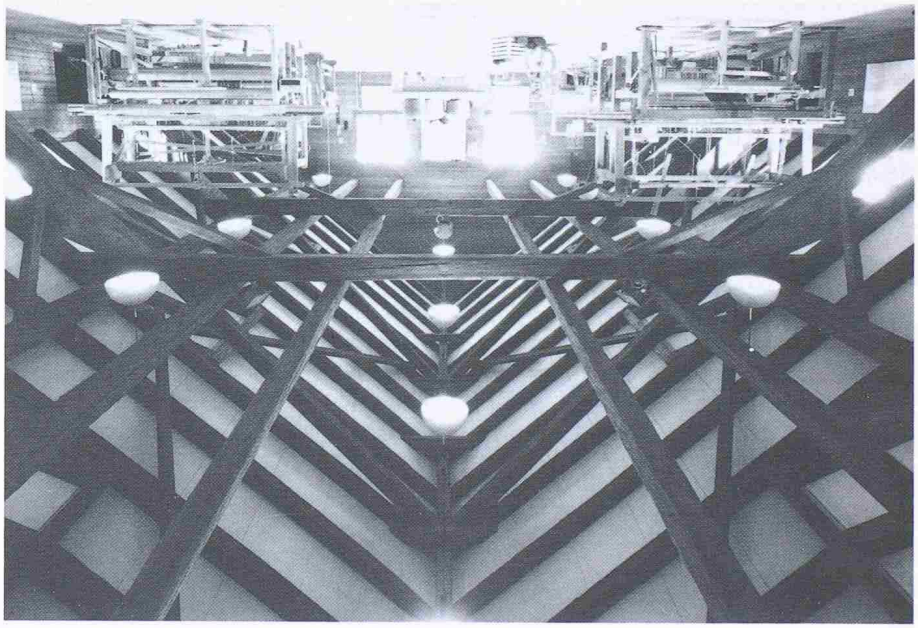
Konstruktionen berücksichtigt werden und ergibt je nach Anteil der Holzquerschnitte eine mehr oder weniger grosse Verschlechterung der k-Werte. Eine solche k-Wert-Verschlechterung kann bzw. muss durch eine dickere Wärmedämmschicht oder eine zusätzliche Wärmedämmschicht unter der Tragkonstruktion kompensiert werden

- Zwischen der Wärmedämmschicht und dem Unterdach ist ein Durchlüftungsraum mit einer Höhe von minimal 40 mm (Sparrenlänge <5 m) bis 80 mm (Sparrenlänge 15 ... <20 m, Dachneigung <20°) erforderlich, und es müssen Zu- und Abluftöffnungen geschaffen werden, die je mindestens der Hälfte des erforderlichen Querschnitts des Durchlüftungsraumes entsprechen.
  Je nach bestehendem Anschluss Aussenwand/Steildach und bei geometrisch komplizierten Dachformen, mit Aufbauten, Gebäudeeinschnitten, Graten, Kehlen usw., ist es sehr schwierig bis unmöglich, diesen Anforderungen gerecht zu werden
- Das Unterdach wird über der Tragkonstruktion aufgebaut und entsprechend der zu erwartenden Feuchtigkeitsbelastung gewählt.

Beim Warmdach werden die Gebäude höher – beim Kaltdach die Räume niedriger.

Jedes der beiden Steildachsysteme hat seine Vor- und Nachteile. Der Laie ist am ehesten in der Lage, die formalen Konsequenzen zu überschauen. Er muss z.B. wissen, dass sein Gebäude mit einem Warmdach, über der Tragkonstruktion aufgebaut, etwa 18 cm höher wird als vorher (Verlegeunterlage, Wärmedämmschicht, Konterlattung). Ein Kaltdach führt hingegen nur zu einer Erhöhung des Gebäudes um etwa 6 cm (Unterdach, Konterlattung), der Raum wird hingegen erheblich niedriger in Erscheinung treten (reell und optisch). Der planende und die Ausführung realisierende Baufachmann sollte bei der Systemwahl jedoch auch Fakten wie die Luftdichtigkeit, das Wärmedämmvermögen, die Durchlüftung und die Wasserdichtigkeit miteinbeziehen und als Vor- oder Nachteile werten. Primär gilt es, ein den heutigen Anforderungen entsprechendes, wärmegedämmtes Steildach zu erstellen, unter dem es sich leben lässt. Die Wahl des hierfür geeignetsten, dem Anforderungsprofil am ehesten entsprechenden Konstruktionssystems muss objektspezifisch getroffen werden.

Die Tenne beim Spittelhof in Zofingen im alten Zustand



Der Architekt Werner Schmutz, Zofingen, hat das Bauernhaus mit Tenne zum Freizeitzentrum «Spittelhof» umgebaut. Das SarnaRoof-Unterdachsystem ist über der sichtbar bleibenden Tragkonstruktion aufgebaut, und es sorgt dafür, dass auch unter dem Dach, bei angenehmen raumklimatischen Bedingungen, einer sinnvollen Freizeitbeschäftigung nachgegangen werden kann

Steildachausbau im Do-it-yourself-Verfahren?

Schlagworte wie «Einzugsbereit in 24 Stunden» oder «Do it yourself: Machen Sie aus Ihrem Estrich einen gemütlichen Wohnraum» geben einem, in Anbetracht der bau- und ausführungstechnischen Komplexität, zu denken.
Es mag sicher zutreffen, dass einzelne Feierabendhandwerker, mit viel Liebe zum Detail, ein handwerklich besseres Resultat erzielen als manch ein Profi. Wählt er jedoch objektspezifisch das richtige Vorgehen, erkennt er die auftretenden Probleme, kann er die Folgen seiner Entscheide richtig einschätzen, kann er sämtliche Anschlüsse fachgerecht lösen, ist er in der Lage, auch das Konstruktionswissen eines Baufachmannes einzubringen? Alles Fragen, die sich jeder stellen sollte, bevor er Material bestellt und mit der Arbeit beginnt.
Die Erfahrungen zeigen leider, dass der Feierabendhandwerker öfters nicht über das entsprechende Know-how verfügt und ein Ausbau des Dachgeschosses im Do-it-yourself-Verfahren bereits nach dem ersten Winter nach einer Sanierung ruft. Denn wenn es zieht, tropft und die Balken verfaulen, wird manch ein gemütlicher Wohnraum zum Alptraum.

Adresse der Verfasser: *S. Joss* und *M. Ragonesi*, Architekten HTL, Sarna Kunststoff AG, Sarnen.