

Über den Autor und die Entstehung dieses Buches:

Tor K. Hedberg

hat als Norweger schon in jungen Jahren – bevor er nach Österreich kam – gelernt und gesehen, was die Witterung mit Dächern anrichten kann …

Nach seinen Studienjahren an der Hochschule für Welthandel (später Wirtschaftsuniversität) in Wien kehrte Tor Hedberg zum Baugewerbe zurück. Als Schwarzdecker (jetzt heißt die Berufsbezeichnung Bauwerksabdichter) ist er seit 1974 tätig.

Von Anfang an war sein Augenmerk auf Dachsanierungen gerichtet – ein damals zum Teil schwer vernachlässigtes Wissensgebiet. Aufgrund fehlender Literatur über dieses Thema sammelte er von Beginn an Unterlagen und Erfahrungswerte: Dächer wurden regelmäßig fotografiert und Schadensanalysen ausgearbeitet.

Nach dem Prinzip „Schadensbild aufnehmen, Schadensursache ermitteln und dann erst die Art der erforderlichen Schadensbehebung festlegen“

Den Jahren der Praxis am Dach folgten viele Jahre in der Forschung mit der Auswertung von erhobenen Daten und Fotos von Dachschäden.

Grundlage für dieses Buch sind die seit mehr als 40 Jahren gesammelten Informationen von über 18.000 besichtigten und fotografierten Dächern. Dazu die über 6.000 durchgeführten und dokumentierten Dachsanierungen.

Bereits Ende der Neunziger Jahre schrieb Tor Hedberg seinen ersten Ratgeber zum Thema Dachsanierungen. Diese erste Auflage wurde als CD herausgegeben.

Es folgten mehrere Jahre Tätigkeit als Berufsgruppensprecher für die Bauwerksabdichter in Niederösterreich. Dabei konnte Tor Hedberg wertvolle fachliche Hilfe und Informationen an Berufskollegen weitergeben.

Berufsgruppensprecher für die Bauwerksabdichter in Niederösterreich

Im Laufe der Jahre besuchte Tor Hedberg eine Vielzahl an Seminaren und Fachkursen. Entstehen Schäden durch die Eigenschaften des Materials oder sind sie das Ergebnis von Verarbeitungsfehlern? Aufgrund der fachlich doch eher wenig begründeten Ursachenforschung zu Dachproblemen wurde in seiner eigenen Firma weiter geforscht.

Diese zweite Auflage wurde notwendig, weil immer wieder danach gefragt wurde, den Ratgeber auch in Buchform erwerben zu können.

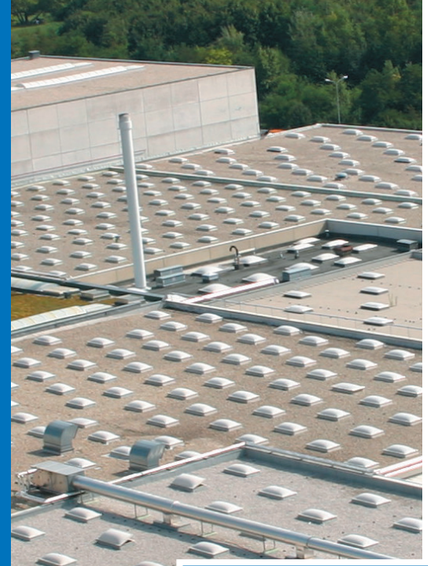
Dafür wurden zusätzliche Erkenntnisse ergänzt (welche grundsätzlich die bereits vor über 30 Jahren von Tor Hedberg aufgestellten Schadensursachen bestätigten) und und die zweite Auflage fertiggestellt.

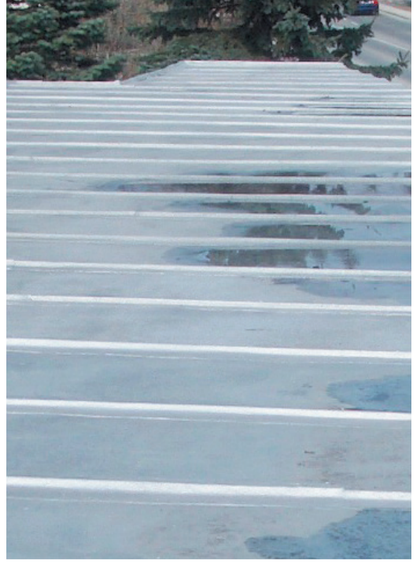
„Irgendwie habe ich als Autor das Gefühl bekommen, etwas richtig gemacht zu haben, wenn – wie es bereits mehrmals der Fall war – Sachverständige bei einer Beurteilung meine erstellten Kurzgutachten eins zu eins übernommen haben.“

Ihr Tor Hedberg

Tor Hedberg zeigt in seinem Fachbuch „FLACHDACH“ seinen ganz eigenen und unnachahmlichen österreichisch-norwegisch angehauchten Stil. Profitieren Sie von unendlich viel Erfahrung, großer Expertise und umfangreichem Fachwissen und lassen Sie sich seine Texte und Formulierungen – unabhängig vom Inhalt – mit einem kleinen Augenzwinkern auf der Zunge zergehen! Viel Freude beim Lesen! ★ ★ ★ ★ ★

FLACHDACH – Ratgeber für schlaue Entscheidungsträger







FLACHDACH

Ratgeber für schlaue Entscheidungsträger (um Geld zu sparen und Ärger zu vermeiden)



Zur Vermeidung von Problemen und für die Lösung sämtlicher Herausforderungen rund um Ihr Flachdach sehen Sie sich bitte den „Beipacktext“ auf den folgenden Seiten an

INHALTSVERZEICHNIS

		Seite
1.	**Vorwort**	**7**
2.	**Einleitung, Problemkreis**	**9**
3.	**Ein maßgeschneidertes Dach – ist das notwendig oder nur teuer?**	**13**
4.	**Definitionen und Grundbegriffe – Übersicht**	**15**
4.1.	**Bauweise**	**16**
4.1.1.	Warmdach	
4.1.2.	Kaltdach	
4.2.	**Konstruktion**	**20**
4.2.1.	Stahlleichtbau	
4.2.2.	Leichtbeton/Gasbeton	
4.2.3.	Betonfertigteile	
4.2.4.	Stahlbeton/Ortbeton	
4.2.5.	Holz	
4.3.	**Belastung**	**29**
4.3.1.	Beanspruchung	
4.3.2.	Nutzung	
4.4.	**Neigung/Gefälle**	**31**
4.4.1.	Dachformen	
5.	**Einwirkungen auf das Dach – Anforderung an die Flachdachabdichtung**	**34**
5.1.	**Feuchtigkeit**	**35**
5.1.1.	Baufeuchte	
5.1.2.	Niederschlag	
5.1.3.	Kondensation	
5.1.4.	Nutzungsfeuchte	
5.1.5.	Diffusion	
5.2.	**Temperatureinwirkung von außen**	**41**
5.2.1.	Auf der Dachoberfläche	
5.2.2.	In der Dachabdichtung	
5.2.3.	In der Konstruktion	
5.3.	**Mechanische Beanspruchung**	**45**
5.3.1.	Während der Bauzeit	
5.3.2.	Durch Wartung und Kontrolle	
5.3.3.	Aufgrund des Nutzungszwecks (Fertigungshalle, Parkdeck)	
5.3.4.	Aufgrund von Bewegung in den Schichten des Dachaufbaues (Windlasten bei Sturm)	
5.3.5.	Aufgrund von Dauer- und Kurzzeitbelastungen	

5.3.6. Dehnungsrisse, verschiedene Formen (Bewegungen aus der Konstruktion)
5.3.7. Gebäudedehnungsfugen
5.3.8. Dehnungen im Traufenbereich (Sonderform von Dehnungsriss)

5.4. Sonstige Beanspruchung 54
5.4.1. Umwelteinflüsse
5.4.2. Natürliche Alterung
5.4.3. Alterungsprofil der Dacheindeckung

6. Schichtenaufbau einer Flachdachabdichtung Aufgaben und Funktionen der einzelnen Schichten 65

6.1. Voranstrich

6.2. Trennschicht und Ausgleichsschicht 66

6.3. Dampfbremse und Dampfsperre 67
6.4. Wärmedämmung und U-Wert
6.4.1. Mineralfaser
6.4.2. Polystyrol-Hartschaum (expandiert und extrudiert)
6.4.3. PUR-Hartschaum
6.4.4. Schaumglas
6.4.5. Phenolharz-Hartschaum

6.5. Dampfdruckausgleichsschicht und Trennschicht 88

6.6. Dachmaterialien – allgemeine Anforderungen Einteilung in Gruppen und Systeme 89

6.6.1. Beschichtungen 94
6.6.1.1. Asphaltbeschichtungen
6.6.1.2. Kunststoffbeschichtungen (Acryl, PMMA, Polyurethan)
6.6.1.3. PUR-Schaum (Ortschaum)

6.6.2. Hochpolymere Kunststofffolien (PVC, ECB, EVA, FPO, EPDM, PIB) Einteilung nach Befestigungssystem 98
6.6.2.1. Lose Verlegung mit Auflast
6.6.2.2. Mechanisch befestigte Systeme
6.6.2.3. Verklebte Systeme

6.6.3. Bituminöse Systeme 108
6.6.3.1. Bitumenbahnen und Heißbitumen
6.6.3.2. Polymerbitumenbahnen für lose Verlegung bzw. in Flämmverfahren
6.6.3.3. Selbstklebende Polymerbitumenbahnen

6.7. Leichter und schwerer Oberflächenschutz 115

6.8. An- und Abschlüsse 117
6.8.1. Abschlüsse (Mauer, Attika)
6.8.2. Dachdurchdringungen, Lichtkuppel, Rohrleitungen, Dunstabzüge
6.8.3. Dachabläufe (Gully, innenliegende Dachentwässerung)

6.9. Dehnungsfuge/Gebäudebewegungsfuge 126

7. Befestigungssysteme – Lagesicherung der Funktionsschichten 128

7.1. Verkleben mit Heißbitumen 128

7.2. Flämmverfahren 130
7.3. Kaltklebeverfahren
7.4. PUR-Kleber
7.5. Verklebung von hochpolymeren Folien
7.6. Mechanische Befestigung
7.7. Befestigung durch Auflast
7.8. Befestigung gemischt
7.9. Sonderkonstruktionen

8. Wodurch wird ein Dach (vorzeitig) zerstört? – Vermeidbare und behebbare Fehler 144

8.1. Witterungsursachen 144
8.1.1. Sonneneinstrahlung
8.1.2. Thermoschocks
8.1.3. Verschobene Wärmedämmung und Risse in der Dachhaut aufgrund von Windeinwirkung
8.1.4. Eisbildung auf der Dachfläche
8.1.5. Eisbildung am Dach (im gesamten Dachaufbau)

8.2. Chemisch-biologische Ursachen 147
8.2.1. Krustenbildung aufgrund von stehendem Wasser
8.2.2. Unerwünschter Bewuchs (Gräser, Pflanzen) auf dem Dach
8.2.3. Verstopfte Gullys (Abläufe) und Dachrinnen
8.2.4. Feuchtigkeit in den Wärmedämmplatten bei einem Umkehrdach

8.3. Bauphysikalische Ursachen 149
8.3.1. Feuchtigkeit im Dachaufbau aufgrund von Kondensbildung
8.3.2. Feuchtigkeit in den Wärmedämmplatten bei einem Umkehrdach
8.3.3. Kondens in/bei Foliendächern
8.3.4. Kondens im Dach zwischen den Lagen der Abdichtungsbahnen
8.3.5. Kondens bei nicht wärmegedämmten Dunstrohren
8.3.6. Kondens im Dachaufbau durch zerstörte Dampfsperre
8.3.7. Kondens im Zweischalendach (Kaltdach)
8.3.8. Kältebrücken und Wärmebrücken

8.4. Mechanische und/oder produktbezogene Ursachen 155
8.4.1. Konstruktionsbedingte Dehnungsrisse

8.4.2. Undichte An- und Abschlüsse, Lichtkuppel, Gullys usw.
8.4.3. Wasserschäden aufgrund von Sichtbeton
8.4.4. Rein mechanische Zerstörung der Dachhaut
8.4.5. Mechanische Schäden, verursacht durch andere Handwerker

8.5. Unsachgemäße Reparaturen 158
8.5.1. Fehlender Voranstrich
8.5.2. Falsch reparierte Dehnungsrisse
8.5.3. Verträglichkeitsproblem
8.5.4. Guter Anschluss an gerissenem Mauerwerk

8.6. Falsches Dachmaterial, ungeeignet für die Eindeckung – Planungsfehler 160
8.6.1. Nicht chemikalienresistent
8.6.2. Die Dachhaut ist nicht standfest und rutscht ab
8.6.3. Unelastische Dachhaut auf schwingungsanfälligen Konstruktionen
8.6.4. Dachhaut schrumpft

8.7. Dach als Lagerplatz 162

8.8. Stauluft über abgehängte Decke 163

8.9. Planungs- oder Arbeitsfehler 163
8.9.1. Materialmix

9. Dachsanierung – Schadensbild, Schadensursache, Schadensbehebung 164
Sanierung von „alten“ (vorhandenen) Dächern

9.1. Erstellen einer Dachanalyse und Dachkontrolle
9.1.1. Schadensbild, Schadensursache und Schadensbehebung
9.1.2. Dach mit Beschichtung
9.1.3. Dachpappe auf Holzschalung
9.1.4. Dachpappe auf HP-Betonschale
9.1.5. Dachpappe auf Trapezprofile
9.1.6. Falzblechdach
9.1.7. Foliendach mit Schotter
9.1.8. Folie mechanisch befestigt
9.1.9. Folie Sturmschaden
9.1.10. PUR-Schaum
9.1.11. Terrasse mit Polyesterbeschichtung
9.1.12. Stahltrapezprofile
9.1.13. Wellplatten aus Faserzement

9.2. Sanierungsarten 190

9.3. Muster einer Leistungsbeschreibung für eine Pappdachsanierung 191

9.4. Nachträglicher Einbau von Wärmedämmung – Ja/Nein? 194
9.4.1. Lohnt sich eine zusätzliche Wärmedämmung bei einer Dachsanierung?
9.4.2. Sanierung mit Gefälle, Sonderform von zusätzlicher Wärmedämmung

10. Was versteht man unter Norm, anerkannte Regeln der Technik sowie Stand der Technik? 198

10.1. Norm
10.2. Anerkannte Regeln der Technik (aRdT)
10.3. Stand der Technik

11. Langzeitbewährte, aber nicht genormte Sanierungslösungen, ohne das bestehende Dach abzutragen – Beispiele 199

11.1. Falzblechdach-Sanierung ohne Wärmedämmung
11.2. Falzblechdach-Sanierung mit Wärmedämmung
11.3. Trapezprofildach-Sanierung ohne extra Wärmedämmung
11.4. Trapezprofildach-Sanierung mit extra Wärmedämmung
11.5. Wellplatten aus Faserzement-Überdeckung mit Stahlprofilen
11.6. Sanierung mit Stahlprofilen in Ziegeldesign

12. Kleine Tipps und Hinweise, die viel Ärger ersparen können 210

12.1. Anschlüsse
12.2. Gefälle
12.3. Außenliegender Ablauf
12.4. Trapezblech verlegt in Gefällerichtung
12.5. Gegenüberstellung der Abdichtungsbahnen zu den Folien
12.5.1. Vergleich: EPDM-Folie versus kunststoffmodifizierte Bitumenbahnen
12.5.2. Vergleich: Folien versus kunststoffmodifizierte Bitumenbahnen

13. Der große Unterschied zwischen Garantie und Gewährleistung 219
Sind lange Garantien mit Versicherungen ein Problem? – Knackpunkte

13.1. Garantie versus Gewährleistung: eine Gegenüberstellung
13.2. Wo liegen die Nachteile für den Kunden bei langen Garantien?
13.3. Zu beantwortende Fragen bei langer Versicherungs- und Garantiedauer

14. Regelmäßige Dachkontrollen und Wartungsvertrag – ist es notwendig? 221

14.1. Service und Wartungsvertrag: Inhalt und Umfang

15. Schotter am Dach als Schutz: Ja/Nein – Vorteile und Nachteile 226

16. Lecksuche, Leckortung: Welche Systeme? – 227
Eine Übersicht der Vorteile und Nachteile

16.1. Monitoring (eingebautes Kupfernetz, Kontrollstutzen): verschiedene Ansätze

16.2. Lecksuche und Leckortung: Systeme und Verfahren
16.2.1. Elektroakustische Leckortung
16.2.2. Elektroimpuls-Verfahren (Potentialdifferenz-Verfahren)
16.2.3. Rauchgas-Verfahren, Tracer-Gas-Verfahren
16.2.4. Thermographie, Wärmebild- und Infrarotaufnahmen
16.2.5. Wasserprobe
16.2.6. Radiometrie (Neutronenmessung)
16.2.7. Mikrowellen-Feuchtemessung
16.2.8. Nahtprüfung
16.2.9. Visuelle Leckortung
16.2.10. Funkenschlagverfahren

17. Sicherheit am Dach: Was ist erforderlich, was ist vorgeschrieben? 231

18. Allgemeines Schlusswort 233

18.1. Beschwerden aufgrund von Fehlern, wo der Dachdecker keine Schuld hat
18.2. Künftige Entsorgung: bei der Planung berücksichtigen
18.3. Architekten
18.4. „In der Praxis bewährt“ ist oberstes Gebot

19. Fotos von verschiedenen Schäden und deren Ursachen 236

19.1. Schadensfotos von Dächern mit Beschichtung
19.2. Schadensfotos von Dächern mit Dachpappe
19.3. Schadensfotos von Dächern mit gefalztem Blech
19.4. Schadensfotos von Dächern mit HP-Schalen und Sheddächern
19.5. Schadensfotos von Dächern mit EPDM-Folie
19.6. Schadensfotos von Dächern mit PVC-Folie

1. Vorwort zur zweiten Auflage

Die Entwicklung bei den Dacheindeckungen sowie die Materialien, die dabei eingesetzt werden, haben sich seit der ersten Auflage dieses Buches (1996) in mehreren Bereichen geändert. Vor allem sind die Erkenntnisse und Erfahrungen über die Haltbarkeit der (neuen) eingesetzten Materialien umfangreicher geworden. Die Beurteilungen sind realistischer geworden, obwohl immer noch bei einigen Produktgruppen seitens der Hersteller Wunschvorstellungen vorliegen. Die vom Autor bereits vor über 45 Jahren geäußerten Meinungen über die zu erwartende Brauchbarkeit und Lebenserwartung von einigen Materialien sowie die Folgen der Bauweise und die Materialwahl seitens der Planer haben sich leider immer wieder als richtig erwiesen.

Dies ist kein Lehrbuch für Flachdachfirmen, sondern stellt eine Hilfe dar für flachdachgeschädigte und -geplagte Betriebsleiter und andere Entscheidungsträger, welche Probleme mit dem Dach vermeiden möchten.

Dieses Buch wurde ausgearbeitet, damit Sie leichter vergleichen können anhand konkreter Auswahlkriterien für die Dachabdichtung aus praxisorientierter Sicht. Dies ist wichtig bei der doch folgenschweren und finanziell großen Entscheidung über eine notwendige und sogleich auch wirtschaftliche Dachsanierung – oder ob eine komplett neue Eindeckung des Daches beauftragt werden soll, damit Sie:

- die Gewissheit haben können, eine dauerhafte Investition getätigt zu haben (die mittlere Lebenserwartung eines Flachdaches soll mindestens 25 Jahre betragen) und

- Sicherheit gewinnen, eine bewährte Lösung gewählt zu haben (ogenannte neue und revolutionäre Systeme auf dem Dach erweisen sich leider oft als kurzlebig und teuer bzw. als Neuauflage eines Flops, nur unter einem anderen Namen).

Diese Übersicht über Dachprobleme und wie sie gelöst werden können baut auf den Ergebnissen langjähriger Untersuchungen in der Praxis. Es wurden über 19.000 Dächer besichtigt und beurteilt. Dazu wurden Schadensfotos überprüft, um die wahren Schadensursachen zu klären, um die richtigen Ansätze für eine dauerhafte Schadensbehebung zu finden. Der Erfahrungsaustausch im In- und Ausland mit Herstellern von Dachmaterialien und anderen Bauwerksabdichtern, der aktuelle Stand der Technik, einschlägige Fachliteratur, die geltenden Normen sowie die Richtlinien für die Ausführung von Flachdächern wurden – soweit sinnvoll – berücksichtigt bzw. als sinnvolle Ergänzung zu den eigenen Erfahrungen und Erkenntnissen – soweit diese Informationen und Unterlagen sinnvoll waren für die Beurteilung der angeführten bewährten Praxislösungen – eingesetzt.

Diese Aufstellung über Problemlösungen und praktischen Hinweisen für den Bauherrn erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit und stellt die subjektive Bewertung der Materialien des Autors dar aufgrund seiner 45-jährigen praktischen Erfahrung mit Dachsanierungen. Der Autor hat tagtäglich gesehen, welche Dacheindeckungssysteme vorzeitig reparaturanfällig wurden und welche sich bewährten.

Perchtoldsdorf 28.02.2021, Tor K. Hedberg

Die angeführten Hinweise, Lösungsansätze und Ratschläge erfolgen aufgrund jahrzehntelanger Erfahrung, aber ohne Kenntnis einer konkreten Situation, des Ortes, des Zustandes einer speziellen Dach- bzw. Flachdachkonstruktion und/oder der speziellen Bauwerksabdichtung. Die angeführten Vorschläge sind als unverbindliche Empfehlungen aufgrund konkreter Erfahrungen, jedoch ohne Rechtsfolgen jedweder Art für mich zu verstehen. Das Ableiten einer Haftung, falls etwas schiefgehen sollte, und etwaige daraus vermeintlich entstehende Rechtsansprüche an mich jedweder Art sind jedenfalls ausgeschlossen.

HINWEIS:
Viele der angeführten Lösungen und Empfehlungen entsprechen oft weder den einschlägigen Normen noch den Richtlinien. Es handelt sich dagegen um seit Jahrzehnten praxiserprobte und langzeitbewährte Lösungen.

Die Sanierung viele Dächer kann nur dann nach den Richtlinien bzw. der ÖNORM B 3691 erfolgen (z. B. aufgrund eines zu geringen Gefälles, stehenden Wassers bzw. zu niedriger An- und Abschlüsse), wenn zuerst bauliche Änderungen durchgeführt werden. Diese Änderungen könnte z. B. der Aufbau eines künstlichen Gefälles sein. Die Ursachen für die Probleme sind grundsätzlich Planungs- bzw. Baufehler, oft entstanden bei Neubau bzw. durch spätere Zu- und Umbauten sowie Nutzungsänderungen.
Sanierungen müssen somit oft in Bestand erfolgen und dann braucht der Bauherr ein Unternehmen mit langer Erfahrung.

Das Ausnivellieren von stehendem Wasser/Sutten bzw. der Einbau von Erhöhungskränzen bei den Lichtkuppeln oder einer zusätzlichen Wärmedämmung, um die heute verlangten Dämmwerte zu erzielen, könnten selbstverständlich durchgeführt werden. Es ist eine Kostenfrage. Zahlt sich die Investition aus? Wie viel erspart man sich wirklich z. B. an Heizkosten? Übersteigen vielleicht doch die Investitionskosten die geplante und gewünschte Ersparnis? Hier bekommt die fundierte Beratung eine wichtige Aufgabe, um objektiv richtige Lösungen zu finden.

Man kann die baulichen Gegebenheiten so lassen, wie sie sind, und z. B. das fehlende Gefälle und die hier zu niedrigen An- und Abschlüsse praxisbewährt – aber eben nicht nach ÖNORM bzw. Richtlinien – abdichten und sanieren. Es bleibt dann, wie derzeit auch, nach der Sanierung etwas Wasser auf der Dachfläche stehen, aber die Dachhaut ist dicht.

Man kann eine seit Jahrzehnten praxisbewährte Lösung anbieten, wodurch das Dach dauerhaft dicht wird. In der Folge sollte es vom Verleger/Bauwerksabdichter kein Problem sein, eine Dichtheitsgarantie weit über den Anforderungen zur Gewährleistung in der ÖNORM abgeben zu können.

2. Einleitung, Problemkreis

Früher wurden die Gebäude und die Dächer (im Industriebereich) „massiv“ gebaut. Es waren bzw. sind noch statisch absolut ruhige Gebäude und die verwendeten Materialien der Dacheindeckungen – die Teerpappe, das Holzzement und das Heißbitumen mit Kiesbeschüttung – entsprachen der einzigen Anforderung: der Witterungsbeständigkeit. Die meist hohe Attika (Mauerbrüstung) hat den Wind „gebrochen“ und das Dach lag in Ruhe und der Witterung ausgesetzt 30 bis 40 Jahre und länger.
Das Dach und die Deckenkonstruktion waren gebaut wie eine grundsolide Eiche.

Mit dem Aufkommen neuer Konstruktionen, Bauweisen und Materialien war eine schlagartige Änderung merkbar:

Das Flachdach wurde zur neuen Lösung der Architekten oder zur technischen Notwendigkeit („Bauhaus“-Architektur), in welcher die Form der Funktion zu folgen hatte. Die letzte Decke über das letzte Stockwerk wurde zugleich der obere Abschluss bzw. Dach des Gebäudes. Die Gebäude wurden niedriger, hatten aber größere Dachflächen.

Die immer größer werdenden Spannweiten der Deckenkonstruktion erforderten leichte Schalen und Deckenplatten. Die Optimierung der Spannweiten und die Minimierung des Materialverbrauchs führten zu geplant gefällelosen Dächern, jedoch mit kaum sinnvollen Attiken, weil diese zu niedrig waren. Dazu kam eine geplant innen liegende Entwässerung, egal auf welcher Flächengröße, auf das flache Dach bzw. das flach geneigte Dach.

Immer mehr wurden (bzw. werden noch immer) leichtere und damit auch instabilere, flexiblere und teils stark schwingungsanfällige Unterkonstruktionen für den großflächigen Industriebau gebaut.
Das Dach bzw. die Deckenkonstruktion wurde schwingungsanfällig wie ein Bambus.

Dies bewirkte sehr große Änderungen bezüglich der Anforderungen an die Dachmaterialien.
Dies wurde aber sehr häufig „vergessen“. Man vergaß auf die Eigenschaften der Unterkonstruktion und verlegte zuerst weiterhin die witterungsbeständigen, gut bewährten, aber steifen und nicht elastischen Eindeckungen mit Heißbitumen und Dachpappe.

Dies bedeutete bereits Ende der 1960er-Jahre den Anfang des schlechten Rufes der Flachdächer. Dies zu Unrecht! Diese alten Systeme waren nie konzipiert für schwingungsanfällige Dächer, sondern für statisch absolut ruhige Gebäude.
Die neuen Dächer mit Schwingungen, Dehnungen sowie für Anschlüsse an verschiedene neue Kunststoffe in z. B. Entlüfterrohre, Lichtkuppeln, Lichtbänder etc.

Dann kamen plötzlich viele Anbieter mit vollelastischen Lösungen. Die oft verlegten „gummielastischen“ neuen Kunststoffe (Beschichtungen und Folien jeder Art) waren damals weder ausgereift noch über längere Zeit praxiserprobt. Innerhalb sehr kurzer Zeit, zwischen 2 und 6 Jahren nach Fertigstellung des Daches, entstanden richtige

Katastrophen, wodurch das Flachdach endgültig, aber zu Unrecht seinen schlechten Ruf erhielt. Die Produzenten der neuen Dachmaterialien und ausschreibende Planer/ Architekten schoben die Schuld für die Katastrophen zu Unrecht den Verarbeitern (Dachdecker, Bauwerksabdichter) zu.

Der schlechte Ruf wurde leider geradezu gefördert durch die Arbeitsweise und Pläne einiger Architekten, welche ihre Arbeit insbesondere scheinbar darin sahen, etwas Originelles und künstlerisch Wertvolles zu erfinden – möglichst etwas, was noch keiner gemacht hat. Es wurde und werden Details und Formen gewagt, die nicht konstruktiv ausgereift waren oder sind. Oft waren diese „Kunstwerke“, die offenbar ein optischer Gag sein sollten, nicht lange geblieben, weil entweder bald Eiszapfen oder Wasserströhnen dafür sorgten, dass die Architektur unansehnlich wurde. Das Ergebnis war Ursache von Ärger, eingeschriebenen Briefen und schließlich schier endlosen Prozessen mit ebenfalls leider sich oft total widersprechenden Sachverständigengutachten. Vieles hätte verhindert werden können, wenn bereits im Planungsstadium die Praktiker (Bauwerksabdichter) gefragt worden wären, ob die geplanten Lösungen in der Praxis funktionsfähig sind. Dies geschah aber leider nicht (die Ursache hierfür näher zu erklären, würde den Rahmen hier sprengen).

Die Modewellen, denen die Architektur (von Gebäuden) unterworfen ist, bleiben uns leider länger erhalten als Kleider – und daher bleiben unausgereifte Details oder falsch konstruierte Flachdächer „ewiges“ Ärgernis und ständige finanzielle Belastung für den Besitzer. Dies, nachdem Planer und ausführende Firmen längst aus der Haftung sind.

Ein Flachdach, ob Neueindeckung oder Sanierung, lässt sich leicht dicht herstellen mit grundsolidem Handwerk, verbunden mit ausgereiften und langzeitbewährten Materialien. Dazu die richtige und bewährte Problemlösung – nachdem z. B. bei Sanierungen das Schadensbild festgestellt und die Schadensursache ermittelt wurde – unter Berücksichtigung der tatsächlichen Anforderungen, welche sich u. a. aus Lage, Deckenkonstruktion und Höhe des Gebäudes ergeben.

Flachdächer sind extrem belastete Bauteile an jedem Objekt: Hitze, Hagel, Regen, Eis, Schnee, UV-Strahlen, Thermoschocks (plötzliche Abkühlung der Dachfläche z. B. im Sommer durch einen Regenguss), Sturm und dazu die mechanischen Beanspruchungen durch Bewegungen in der Konstruktion.

Die Entwicklung der eingesetzten Materialien auf dem Dachsektor (Abdichtungsbahnen, Folien, Dämmstoffe, Kunststoffe, Lichtkuppeln usw.) ist noch in vollem Gange und keineswegs abgeschlossen. Gerade hier liegt schon ein großes Problem. Einige Materialien, welche unter Umständen vor 10, 20 oder 30 Jahren „in Mode“ waren, werden z. B. nicht mehr erzeugt, weil diese eben schlecht waren. Es gilt daher folgender Grundsatz:

„Man soll sich Neuem nicht verschließen,
aber Altes und Bewährtes nicht aufgeben.“

Man soll ein bewährtes Produkt anpassen an die geänderten Anforderungen.
Bei Materialien für ein Dach ist eine durch Jahre gewachsene Entwicklung erforderlich, ohne dabei viele Entwicklungsstufen auf einmal zu überspringen (dies wurde leider insbesondere bei vielen Folien öfters festgestellt).

Oder möchten Sie, dass Ihr Dach Versuchsfläche für weder langzeiterprobte noch ausgereifte neue Produkte der Industrie werden soll? Dies wäre eine falsche Risikoüberwälzung. Versuche sollten doch die Hersteller selber machen. Die Aufgabe der Bauwerksabdichter ist nicht die Praxiserprobung von neuen Produkten für die Industrie auf fremde (Ihre) Kosten, sondern Ihnen zu helfen, damit Sie eine bewährte Lösung für Ihr Dach bekommen, d. h. langzeiterprobt, wasserdicht und witterungsbeständig.

Die fachgerechte Ausführung und Reparatur von Flachdächern sollte ausschließlich eine Sache für spezialisierte Fachbetriebe sein – von der Planung über die Ausführung bis zur Kontrolle und Wartung. Wenn Sie Probleme mit Ihrem Blinddarm hätten, würden Sie sicher auch nicht anfangen, sich selbst zu operieren, oder einen Schuhmacher oder Bäcker rufen.

Von den leider seltenen Fällen abgesehen, bei denen eine wirklich abgewitterte, ausgelaugte und verschlissene Dachhaut/Abdichtung aus Altersgründen komplett erneuert werden musste, hat sich die Untersuchung und Beurteilung eines zu sanierenden Daches auf die gesamte Konstruktion und das bauliche Umfeld zu erstrecken.

Oft schon hat sich bei einer erfolglosen Sanierung herausgestellt, dass entweder keine oder nur einige Schadensursachen ermittelt wurden. Daher soll zuerst aus dem Schadensbild die Schadensursachen festgestellt werden, um erst danach die Schäden fachlich richtig beheben zu können. Man darf nicht nur die Symptome entfernen, sondern auch die Ursachen, sonst kehren die Symptome immer wieder zurück.

Da eine Dachsanierung auf bzw. über einer bestehenden Dachabdichtung durchgeführt wird, muss man bei dem Umfang daher sehr stark sowohl wirtschaftliche als auch bautechnische und bauphysikalische Gesichtspunkte berücksichtigen. Schon durch diesen Umstand alleine gestalten sich die Sanierungsmaßnahmen oft als weitaus anspruchsvoller, dafür aber kostengünstiger, als die bei einer Neueindeckung.

Die Normen und die Flachdachrichtlinien empfehlen vieles, aber die rauen Tatsachen auf der Baustelle haben oft weder etwas von Normen noch vom Stand der Technik gehört. Das bedeutet bei Sanierungen, dass man Problemen begegnet, dessen Lösungen bisher nirgends beschrieben wurden, bedingt durch:

1. Nachträgliche Montage von Werbetafeln und Antennen sowie Entlüftern und Klimaanlagen – ohne Rücksicht auf die Dichtheit des Daches oder den Umstand, dass das Dach später repariert oder saniert werden soll (und alles ist verbaut)

2. Betriebserweiterungen mit verschachtelter Bauweise, (z. B. Hofüberdachungen mit Übergängen und Anschlüssen, welche auf einem Schreibtisch entworfen wurden, jedoch nicht von einem Praktiker)

3. An-, Zu-, Auf- und Umbauten sollten wartungsfreundlich geplant und durchgeführt werden (Unkenntnis schützt vor späteren teuren Schäden nicht)

4. Sogar die unterschiedlichen Lebensgewohnheiten der Bewohner (unterschiedliche Nutzung des Gebäudes bzw. Nutzungsänderung) kann als Schadensursache in Frage kommen. Dies betrifft das Problem der Planungsvoraussetzungen mit durchschnittlicher Nutzungsbelastung: z. B. alte Leute lüften weniger, junge Familien mit Kleinkindern waschen mehr (erhöhte Feuchtigkeit), dazu sind die Wohnungen dichter als früher (Türen und Fenster schließen besser und ändern das Raumklima unter dem Dach)

5. Sogar für ein Bügeleisen bekommen Sie eine Gebrauchs- und Pflegeanleitung, für eine Wohnung oder ein Haus nicht. Wer haftet für Schäden?

Schließlich wird in den letzten Jahrzehnten schadensanfälliger gebaut aufgrund zu enger Toleranzgrenzen, mit einer viel zu geringen Sicherheitsreserve, damit weniger Material verwendet wird und somit billiger gebaut werden kann.
Bei der Lösung sollten – anstatt der heute vorkommenden allzu langen und oft schweren, für den Bauherrn kaum verständlichen Ausschreibungstexte – auch für den Laien verständliche Arbeitszeichnungen beigegeben werden mit aufgezeigtem Ausführungssystem.

Ihr Dach sollte sorgfältig und nicht im Akkord fertiggestellt werden. Qualität erzielt man durch handwerkliches Können mit guten Materialien. So bekommen Sie ein für Jahrzehnte dichtes und problemloses Dach.

3. Ein maßgeschneidertes Dach – ist das notwendig?

Bei einer Dacheindeckung oder Dachsanierung wird häufig die große Einheitslösung angeboten, ohne Rücksicht auf örtliche oder bauliche Besonderheiten. Dazu soll ausgerechnet am Flachdach häufig das eingespart werden, was an anderen Stellen zu viel ausgegeben wurde. Auf den Umstand, dass das Flachdach alles schützt, was darunter ist, wird leider oft „vergessen“: Das Dach sieht man ja nicht.

Oft werden 60,00 bis 120,00 €/m² und mehr für den Spannteppich bezahlt, der vielfach nach 5 oder 8 Jahren verschlissen ist oder aus optischen Gründen erneuert wird. Oder aufgrund hässlicher Wasserflecken, verursacht durch das undicht gewordene, billige Einheitsdach.

Für das Flachdach soll z. B. 60,00 bis 90,00 €/m² ausreichen und die Haltbarkeit sollte selbstverständlich „ewig“ sein und dazu noch selbstverständlich ohne kostenintensive Wartungsarbeiten. Wenn dann ein solches Billigdach nach 5 oder maximal 12 Jahren erneuert werden muss, ist das Geschrei groß und der Billigstbieter von den Bauwerksabdichtern/Dachdeckern längst schon aus der Gewährleistung draußen.

Man muss sich vor Augen halten, dass das Dach einer Fabrikationshalle, z. B. in der Mikroelektronik, Werte von über 10.000,00 €/m² (!) zu schützen hat. Oder Bürogebäude mit Archiven, Servern, Computern, Telefonzentralen, Teppichen usw. Es wäre grob fahrlässig, wollte man durch Verwendung von minderwertigen, nicht praxisbewährten Materialien einige Euro per Quadratmeter einsparen. Die unmittelbaren Folgekosten aufgrund eines Wassereinbruchs bis zur Betriebsunterbrechung sollten überlegt werden, bevor eine „billige“ Einheitslösung gewählt wird (die bald sehr teuer wird, abgesehen von der leider verkürzten Gesamtlebensdauer der Eindeckung).
Dieses Problem tritt sowohl bei einer Neueindeckung bei der Errichtung des Gebäudes als auch bei einer Dachsanierung auf.

Sie wählen ja auch nicht irgendein Einheitsauto, sondern einen auf Ihre Bedürfnisse und Anforderungen passenden Wagen.
Die kurze Freude über einen niedrigen Preis ist oft verbunden mit jahrelangem Ärger über ein undichtes Dach. Ein Dach soll nicht „billig“, sondern preiswert und solide sein.

<u>„Können Sie auf ein maßgeschneidertes Dach verzichten?“, sollte der Titel lauten,</u> wenn man Folgendes bedenkt:

a. Die verschiedenen Deckenkonstruktionen, Ortbeton, Betonfertigteile, Stahltrapezprofile, Holz, Gasbeton etc.
b. Die unterschiedlichen Niederschlagsmengen (Regen oder Hagel) z. B. in Bregenz, Salzburg, St. Pölten, Eisenstadt, Víllach oder Graz
c. Die allgemeine Witterung und die Temperaturen sind im Waldviertel und Tirol anders als im Raum Eisenstadt
d. Die Windsogkräfte (Sturmschäden) sind anders in Wiener Neustadt als in Villach (Es existiert eine eigene „Windnorm“, die ÖNORM B 4014 bzw. EN 1991, betreffend die erforderliche Befestigung der Dächer nach Höhe und geographischer Lage des Objektes)

Die Dachformen sind nicht gleich: Flachdach, Steildach, Giebeldach, Pultdach, Sheddach, Umkehrdach, Tonnendach usw. (Die Dachfläche unterliegt dadurch ungleichen Witterungs- und Windbelastungen).
Bei einer Sanierung kommen Fragen nach der vorhandenen Eindeckung dazu, wie nach ihrer Verträglichkeit (ist Teilabriss bzw. sind Trennschichten erforderlich?), nach einer zusätzlichen Wärmedämmung, ob eine Nutzungsänderung des Gebäudes stattgefunden hat etc.

Grundsätzlich soll bei der Sanierung eine „substanzerhaltende“ Verarbeitungstechnik im Gegensatz zu der üblichen „Abrissmentalität“ gewählt werden. Auf diese Weise wird das vorhandene, seinerzeit dem Stand der Technik entsprechende Dach den heutigen Anforderungen angepasst und somit aufgewertet. Diese Lösung ist wesentlich preiswerter und der doch mit hohen Kosten verbundene Abriss mitsamt Entsorgung wird weitgehend vermieden, z. B. ein über 150 m³ großer Müllberg (entspricht ca. 25 Containern mit je 6 m³) für eine 1.000 m² große Dachfläche.

Bei der Planung einer Sanierung/Neueindeckung muss auf die regionalen Eigenarten eines Landes, einer Landschaft und das Klima eingegangen werden. Unsere mitteleuropäischen Länder bieten doch an Temperatur, Feuchte, Nässe, Hitze und Kälte alles, was das Bauen so problematisch macht: von –25° C bis +40° C, somit 65° C Temperaturdifferenz und wesentlich höhere Einstrahlungstemperaturen (bis +80° C). Dazu Wolkenbrüche, Schneelasten, Hagel, UV-Licht, Windgeschwindigkeiten bis zur Orkanstärke und Strahlen von der sengenden Sonne. Dann stöhnt der Mensch, aber auch die Gebäude.
Kann man es sich dann noch leisten, die große Einheitslösung zu wählen, ohne Berücksichtigung von Besonderheiten? Alternativ könnte man die in der Anschaffung kaum teurere maßgeschneiderte Lösung als dauerhaftes und wirtschaftliches Dach bekommen.

Bei sorgfältiger Planung, fachgerechter Ausführung und regelmäßiger Wartung werden für Sie die störungsfreien Liegezeiten von 25 bis 35 Jahren zur Regel werden.

Bei den Lösungen auf dem Dach sollten die anfallenden Verbindungen des Dachmaterials (Abdichtungsbahnen, Folien, Beschichtungen, Stahlprofile etc.) und Anschlüsse „baustellensimpel“ durchgeführt werden können. „Ingenieursarbeit“ mit Detaillösungen wie beim Juwelier sollten die Materialien auf dem flachen Dach nicht voraussetzen.

Verarbeitbarkeit der Materialien unter Baustellenbedingungen ist wichtig.

Ein Dach muss wartungsfähig aufgebaut werden, ohne fragwürdige Sonderkonstruktionen, die bald zu Bruch gehen.

Eine Flachdachabdichtung ist nur so gut wie ihre Anschlüsse.

4. Definitionen und Grundbegriffe

Die Unterscheidung der Dächer erfolgt nach folgenden Kriterien:

1. Nach der **BAUWEISE** (konstruktive Merkmale):

1. Warmdach: Keine Trennung zwischen Decke (Tragwerk) und Dachaufbau/Dachpaket

2. Kaltdach: Hinterlüftetes zweischaliges Dach

2. Nach der **KONSTRUKTION** (Materialwahl in der Deckenkonstruktionsauswahl):

Stahlträger und Stahlleichtbau (Trapezblech)

Leicht-/Gasbeton (Fertigteile)

Ortbeton (Stahlbeton)

Betonfertigteile (Stahlbeton, vorgespannte Betonplatten)

Holz

Wellplatten aus Faserzement

3. Nach der **BELASTUNG**:

<u>Beanspruchung</u>
Thermisch hohe bzw. geringe Beanspruchung
Mechanisch hohe bzw. geringe Beanspruchung

<u>Nutzung</u>
Nicht begehbare (genutzte) Dächer/Flächen im Sinne einer Terrasse
Bepflanzbare Dachflächen (Gründächer)
Begehbare Dachflächen
Befahrbare Dachflächen (Parkdecks auf dem Dach)

4. Nach der **NEIGUNG** (Dachformen):

Flachdach, flach geneigtes Dach
Gefälledach
Mischformen (Sheddach, Kuppel, Tonnendach usw.)

4.1 . Bauweise

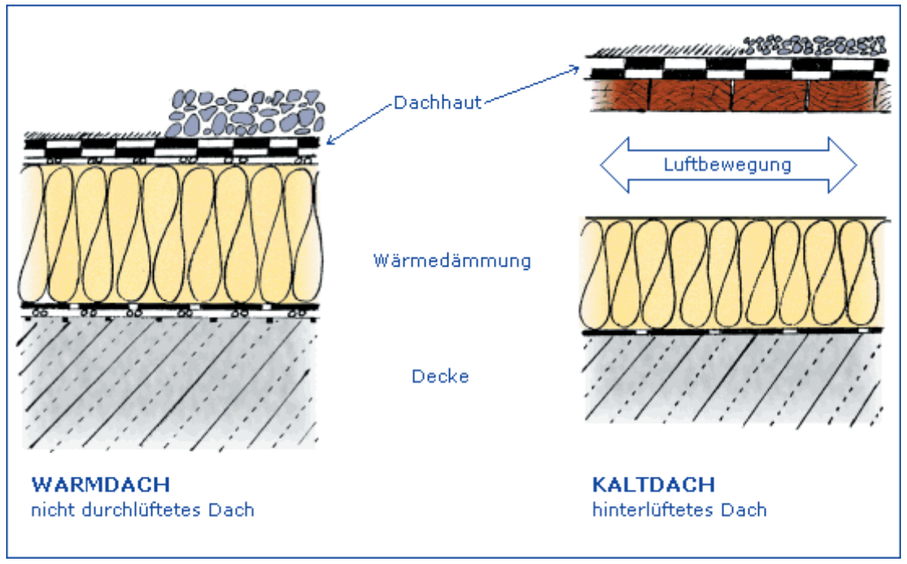
4.1.1. Warmdach

Beide Lösungen (Kaltdach und Warmdach) sind heute ausgereift, aber heute kommen im Industriebau meistens Warmdächer zur Ausführung.

Man traute früher der nicht belüfteten Lösung mit so komplizierten Schichten wie Dampfsperre, Dampfdruckausgleichsschicht nicht so recht und konnte sich nicht vorstellen, dass das Problem der Diffusion des Dampfdrucks und der Kondensation im dünnen Schichtenpaket des sogenannten „Warmdachs“ gelöst werden könnte.

Die Wahl des Systems – Kaltdach oder Warmdach (evtl. ausgeführt als Umkehrdach) – ist nicht nur ein finanzielles, sondern es kommen auch andere Auswahlkriterien zum Zuge: Welche Nutzung in den darunter befindlichen Räumen ist vorgesehen? Kommen viele Dachdurchbrüche für Lüfter, Kamine usw. hinzu?

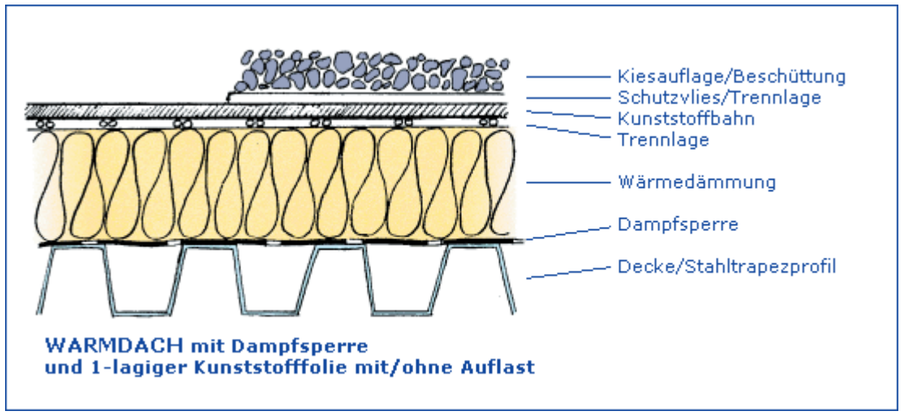
Die Funktionsschichten in einem belüfteten und einem unbelüfteten Dach haben nahezu identische Funktionen. Bei einem belüfteten Dach (Kaltdach) ist lediglich noch eine zusätzliche Luftschicht zwischen Wärmedämmung und Abdichtungslage vorhanden.



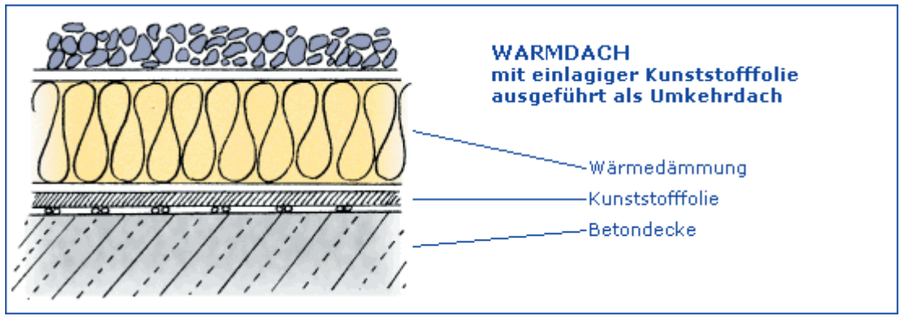
Beim Kaltdach befand sich früher meistens ein nicht benutzter Raum unter dem Dachstuhl. Dieser Raum bildete einen guten Ausgleich zwischen Außenklima und den darunterliegenden benutzten Räumlichkeiten. Dieser ausgleichende Luftraum zwischen Dach und Decke wird heute von einem Dachpaket von 10 cm bis 35 cm Dicke im Warmdach-Aufbau kompensiert.

Der Schichtenaufbau mit Wärmedämmung muss deswegen beim Warmdach ein funktionsfähiges Ganzes darstellen. Dachhaut, Wärmedämmung und Konstruktion folgen direkt aufeinander.

Die Gefahr der Durchfeuchtung des Dachaufbaues durch Kondensation des diffundierenden Wasserdampfes wird beseitigt durch den Einbau von Dampfsperren direkt auf der Decke, bevor mit dem eigentlichen Dachaufbau begonnen wird.



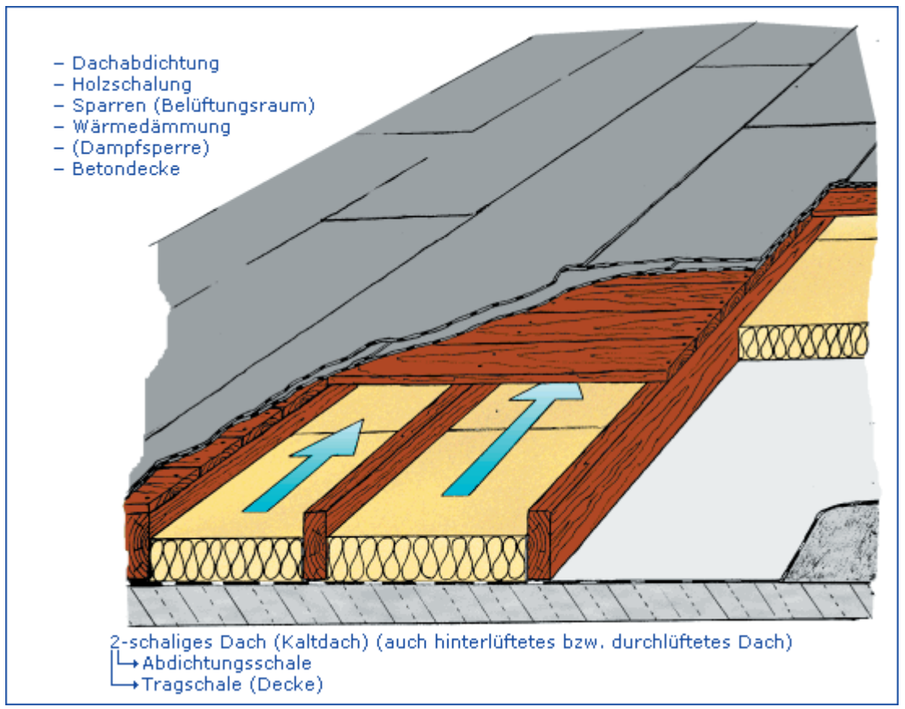
Bei der Sonderform „Umkehrdach“ entfällt die Dampfsperre. Die Abdichtung ist sogleich Dampfsperre – auf die richtige Dimensionierung für μ (Wasserdampf-Diffusions-Widerstandszahl) ist zu achten –, siehe Kapitel Dampfsperre sowie Wärmedämmung.



4.1.2. Kaltdach

In den 1950er- und 1960er-Jahren war das Prinzip des belüfteten Flachdachs (Kaltdach) eine beliebte und oft ausgeführte Konstruktion.

Die Konstruktion des Kaltdachs ist direkt aus dem Steildach entstanden. Beim zweischaligen belüfteten Kaltdach wird die witterungsabweisende Dachhaut durch einen be- und entlüftenden engen Zwischenraum – statt des Dachbodens beim Steildach – von der wärmedämmenden Raumdecke getrennt. Die Wärmedämmung liegt dabei einlagig oder mehrlagig (fugenversetzt) auf der tragenden Konstruktion der Decke auf.

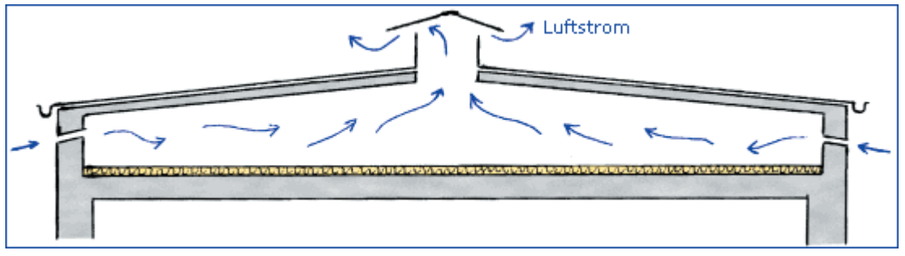


2-schaliges Dach (Kaltdach) (auch hinterlüftetes bzw. durchlüftetes Dach)
└→Abdichtungsschale
└→Tragschale (Decke)

Beim Kaltdach ist die Hinterlüftung wichtig. Die Luftfeuchtigkeit des Innenraumes (Baufeuchte bzw. Feuchtigkeit aufgrund der Nutzung) diffundiert durch die Decke (sofern keine Dampfsperre aufgrund besonders hoher Feuchtigkeit verlegt wurde). Die Diffusion setzt sich fort durch die darüberliegende Wärmedämmung in den darüberliegenden belüfteten Zwischenraum.

Die in den belüfteten Zwischenraum einströmende kältere Außenluft wird hier geringfügig erwärmt und ist dadurch in der Lage, zusätzlich Feuchtigkeit in Dampfform aufzunehmen. Der aus dem Innenraum hindurchdiffundierte Dampf wird von dem leichten durchströmenden Luftzug aufgenommen und durch die Entlüftungsöffnungen nach außen abgeführt. Dabei ist eine Durchströmungsgeschwindigkeit von ca. 20 bis 30 cm pro Sekunde am günstigsten.

Der Luftaustritt soll immer an der höchsten Stelle, die Luftzufuhr an der tiefsten Stelle des zu entlüftenden Daches angeordnet werden.



Allgemein wird nach dem Prinzip der freien Lüftung vorgegangen. Warme Luft ist leichter als kalte Luft. Der natürliche Luftdruckausgleich entsteht durch die Gewichtsdifferenz der Innen- und Außenluft und den Höhenunterschied der Zu- und Abluftöffnungen.

Um einen ausreichenden Druckausgleich zu erreichen, sollen nach den Richtlinien die Zuluftöffnungen an der Traufe auf 1/600 der Dachgrundfläche bemessen sein. Dabei sollte die Summe der Entlüftungsöffnungen etwa 20 bis 50 % größer sein als die Zuluftöffnungen. Je flacher das Dach, umso größer die Öffnungsdifferenz.

Die Öffnungen sind gleichmäßig zu verteilen und dürfen nicht zu groß dimensioniert werden, damit die einströmende Kaltluft den Zwischenraum nicht unterkühlt. Für den erforderlichen Lüftungsquerschnitt für querbelüftete Kaltdächer ist für Zu- und Abluft mindestens je 1/300 der zu belüftenden Dachfläche gefordert.

Die Belüftung kann auch über eine Zwangsbelüftung mithilfe von Ventilatoren erfolgen.

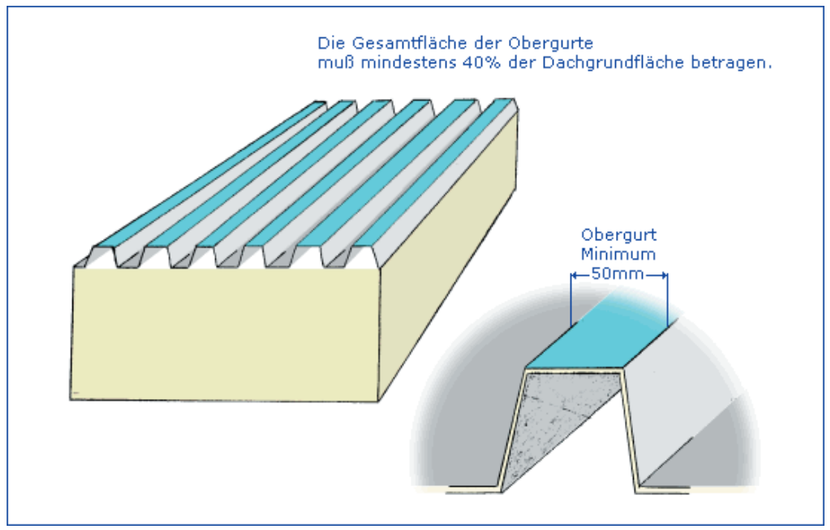
Es kommt auf den Standort an, den Wind, die Neigung und Konstruktion des Daches, die geographische Ausrichtung des Gebäudes usw., wie diese (theoretische) Durchlüftung (praktisch) funktioniert. Die vorhandenen Regeln und Tabellenwerte sind daher unbedingt zu befolgen, um die erwünschte und erforderliche Entlüftung zu erzielen.

Früher wurden bei Kaltdächern stark wasserdampfdurchlässige Dämmstoffe (Faserdämmstoffe, Glaswolle, Steinwolle) eingebaut. Dadurch sollte die durch die Wärmedämmung durchdiffundierende Feuchtigkeit der Raumluft über die Belüftungsöffnungen zwischen den Decken möglichst schnell ins Freie gelangen. Nicht berücksichtigt hat man aber, dass das Flachdach je nach relativer Luftfeuchtigkeit, Raumtemperatur und Feuchteverhältnisse außen auf Wind- und Druckunterschiede angewiesen war. Denn bei fast ungebremstem Feuchtedurchgang fiel an den kalten Bauteilen im Hinterlüftungsraum (z. B. Holz) oft Tauwasser an und durchfeuchtete somit die tragende Konstruktion und dabei auch die Dämmung. Die Folgen waren sichtbare Schäden an den Decken unterhalb der Flachdächer und eine Verminderung der Dämmwirkung. In diesem Falle könnte man mit Wärmedämmung eine Sanierung durchführen, um das Problem zu lösen (siehe später die Ausführung dieser Lösung).

4.2. Konstruktion

4.2.1. Stahlleichtbau (Stahltrapezprofilbleche)

Bei Stahlleichtbau sprechen wir von vorgefertigten profilierten Stahlblechen.

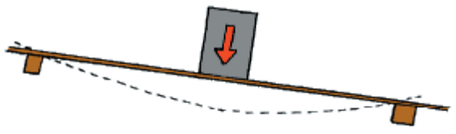


Folgendes ist unbedingt zu beachten:

1. Beanspruchungen der Unterkonstruktion auf der Dachkonstruktion sind immer vorhanden (z. B. Längenänderung infolge einer Wärme- und Kälteeinwirkung).

2. Schwingungen in der Dachfläche sind ständig vorhanden durch Windsog und Winddruck.

3. Durchbiegungen der Profile zwischen den Trägern, entstanden durch Eigengewicht (Dachaufbau evtl. Auflast/Bekiesung + Niederschläge/Schneelast).



4. Suttenbildung mit Wasser am Untergurt des Profils während der Bauzeit vermeiden, bzw. Wasserlackenbildung infolge einer Durchbiegung.

5. Die Deckenkonstruktion weist kein Wärmespeichervermögen auf.

6. Die Deckenkonstruktion weist kein Feuchtigkeitsspeichervermögen auf.

7. Bei der mechanischen Befestigung ist auf die Statik der Bleche zu achten, empfohlene Dicke >=1 mm, vorgeschriebene Mindestdicke >=0,88 mm.

WICHTIG:

Die Profile müssen bauaufsichtlich zugelassen sein.

Empfohlene Dicke >=1 mm, mit maximaler Durchbiegung <=L/300.
(z. B. 6 m Stützweite, d. h. 6/300 = maximal 20 mm Durchbiegung in der Mitte).

Die Profile müssen ausreichend befestigt sein.

Die Obergurte (Oberfläche) sollen eben und stetig verlaufend sein (nicht verkantet).

Die Profile sollten werkseitig mit Korrosionsschutz versehen sein.

Anschlüsse vorher planen (ob steif oder beweglich ausbilden).

Unbedingt Versteifungen (das Blech unterfangen) an:

An- und Abschlüssen (Lichtkuppeln, Entlüfter, Attika, Gullys, Dunstrohre etc.) bei jeder Art von Dachdurchdringungen.

Tiefzicken (Untergurte) an Durchdringungen, An- und Abschlüssen winddicht schließen.

Abläufe (Gullys) immer an Tiefpunkte anordnen, somit in der Mitte der Trapezprofils.

Die Profile sollten unbedingt mit mindestens 3 % Gefälle verlegt werden, damit, bedingt durch den Durchhang, kein Wasser auf der Dachfläche stehen bleibt.

Die Profile sollten in Gefällerichtung verlegt werden, sowohl aus statischen und winddynamischen Gründen als auch, damit Stöße Hochpunkte werden und daher kein „Flächenwasser“ auf die Fuge kommt, sondern nur Tropfwasser. Falls die Dachabdichtung undicht sein sollte, rinnt dann das Wasser nicht „verteilt“ in die Halle/das Büro herein, sondern „nur“ der Mauer/Wand entlang.

Die Durchbiegung in Gefällerichtung beachten.

Das Gefälle der Profilblechdächer ist so auszubilden, dass die Entwässerung gesichert ist (kein stehendes Wasser). Die Durchbiegung mit und ohne Belastung ist bereits bei der Planung zu berücksichtigen.

Beispiel: Trapezblech 6 m lang
2% Gefälle = 2 cm/m



Gefälle 2%

Erlaubte Durchbiegung
L/300 = 0,02 m = 2 cm

Neues Gefälle nach Durchbiegung:



Gefälle 2,6% Gefälle 1,3%

SOMIT KANN MAN SOZUSAGEN GENEHMIGT VERBOTEN BAUEN!
EINE NEIGUNG UNTER 1,5% IST LAUT ÖNORM NICHT ZULÄSSIG.

Die Stahltrapezprofile haben eine schnelle Entwicklung erfahren.

Zur 1. Generation gehörten einfache Profile mit Spannweiten bis ca. 4 m.



Die 2. Generation erlaubte Spannweiten bis 7,5 m.

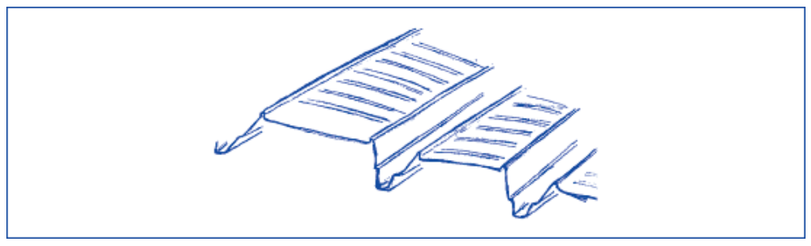


Die 3. Generation wurde zunehmend mehr biegesteif mit weniger Durchbiegung.



Die 4. Generation erfuhr beim Profil eine grundsätzliche Änderung, welche Stützweiten von max. 10 bis 12 m mit sich brachten (ab 1989).





Heute sind im Industriebau vornehmlich die 2. und 3. Generation anzutreffen. Und Stahltrapezbleche, die über 6 bis 8 m freitragend sind, sind extrem biegeweiche Unterkonstruktionen. Sie sind schwingungsanfällig und können gerade bei Einzellasten extreme Durchbiegungen auch im zulässigen Bereich erfahren.

Trapezprofile in der Stärke von 0,75 mit 6 m Spannweite ergeben ein sehr schwer dicht zu bekommendes Dach aufgrund der stark schwingungsanfälligen Konstruktion.

Diese Konstruktionen gehören zu den leichten einschaligen Dächern, d. h. Belastungen kleiner bzw. max. 100 kg/m².

Eine Durchbiegung mit 10 cm stehendem Wasser auf dem Dach entspricht bereits der oben angeführten nicht erlaubten Belastung von 100 kg/m².

4.2.2. Leicht-/Gasbeton

Diese Konstruktionen bestehen aus vorgefertigten Platten/Dielen: Weil das Material Gasbeton/Porenbeton wärmedämmend und hygroskopisch ist, sind die besonderen Aufbausysteme der Dacheindeckung unbedingt zu beachten).

EIGENSCHAFTEN:

Beanspruchungen, welche durch die Deckenkonstruktion auf den Dachaufbau wirken, sind möglich.
Das Ausmaß der Bewegungen und Durchbiegungen ist abhängig von:

1. Plattentyp
2. Format/Größe der Platte
3. Plattendicke
4. Spannweite/Stützweite
5. Dämmwert der Platten/Dielen

ANFORDERUNGEN, KONSEQUENZEN:
Fertigteile sollten konstruktiv im Gefälle verlegt werden, um dem Niederschlagswasser den kürzesten Weg zum Ablauf zu ermöglichen. Bei der Planung ist ein späterer Durchhang zu berücksichtigen.
Betonfertigteile müssen nach der Verlegung eine ebene, stetig verlaufende Oberfläche bilden und gegen Verschiebungen gesichert sein.

Falls Bimsbeton verwendet wird, ist die gesamte Fläche mit fest haftender Zementschlämme zu überziehen.

Die Fugen zwischen den Platten sind voll auszumörteln und/oder mit Schleppstreifen zu versehen, um die Dehnungen/Bewegungen zu überbrücken. Über den Kopfenden (Auflagerfugen) sind mindestens 20 cm Schleppstreifen (mehr darüber in Kapitel Dehnungsfugen) aufzulegen. Allgemein werden diese Schleppstreifen einseitig (gegen Verschieben) punktweise befestigt oder bei geringen Windstärken lose verlegt. Bei großformatigen Platten ab 6 m Länge gilt diese Anforderung von Schleppstreifen bei allen Fugen.

Konstruktiv bedingte Bewegungsfugen sollten eingeplant werden.

Bei Innenentwässerung unbedingt den Ablauf in Feld(Platten-)Mitte und nicht bei einer Stütze anordnen, mindestens 0,5 m von Fugen sowie An- und Abschlüssen entfernt.

4.2.3. Betonfertigteile

Diese Konstruktionen bestehen meistens aus vorgefertigten Platten aus:

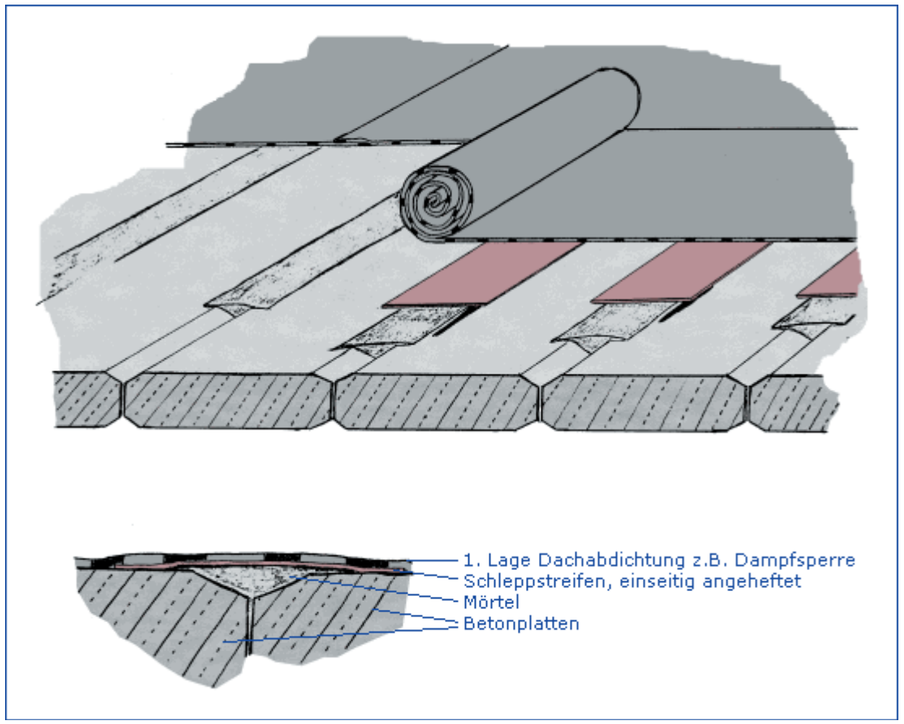
vorgespannten Betonplatten
oder
kleinformatigen Platten

Halbfertigteildecken (Sonderform) Fertigplatten mit tragender Schicht aus Ortbeton. Dies wie vor Ort abgefertigter Beton (Ortbeton), aber die Schalung fällt weg und daher hat man eine große Zeiteinsparung. Der Aufbau soll von unten nach oben immer „weicher“ ausgeführt werden.

Bei großformatigen Platten ab 6 m Länge gilt die Anforderung mit Schleppstreifen bei allen Fugen.

Konstruktionsbedingte Bewegungsfugen einplanen.

Bei Innenentwässerung unbedingt den Ablauf in Feld(Platten-)Mitte und nicht bei einer Stütze anordnen, weil auch Betonplatten einen Durchhang aufweisen können. Die Durchbrüche für Gullys sollen mindestens 0,5 m von Fugen sowie An- und Abschlüssen entfernt hergestellt werden.



EIGENSCHAFTEN:

Beanspruchungen, welche durch die Deckenkonstruktion auf den Dachaufbau wirken, sind möglich.

Das Ausmaß der Bewegungen und Durchbiegungen ist abhängig von:

Plattentyp

Format (Größe) der Platte

Plattendicke

Spannweite/Stützweite

Schwerbetonplatten haben ein sehr gutes Wärmespeichervermögen.

ANFORDERUNGEN, KONSEQUENZEN:

Fertigteile müssen konstruktiv im Gefälle verlegt werden, um für das Niederschlagswasser den kürzesten Weg zum Ablauf zu ermöglichen. Im Zuge der Planung ist der zu erwartende Durchhang der Platten bei der Bestimmung der Neigung zu berücksichtigen.

Betonfertigteile müssen nach der Verlegung eine ebene, stetig verlaufende Oberfläche bilden und gegen Verschiebungen gesichert sein. Gemäß ÖNORM B 7220, B 3691, sind bauseits Unebenheiten auszugleichen, bevor der Dachdecker/Bauwerksabdichter mit seiner Arbeit beginnt.

Die Fugen zwischen den Platten sind voll auszumörteln. Über den Kopfenden (Auflagerfugen) sind mindestens 20 cm Schleppstreifen (mehr darüber später in Kapitel Dehnungsfugen) aufzulegen. Allgemein werden diese einseitig (gegen ein Verschieben) punktweise befestigt oder bei geringen Windstärken lose verlegt.

Bei großformatigen Platten ab 6 m Länge gilt diese Anforderung von Schleppstreifen bei allen Fugen.

Konstruktiv bedingte Bewegungsfugen einplanen.

Bei Innenentwässerung unbedingt den Ablauf in Feld(Platten-)Mitte und nicht bei einer Stütze anordnen, mindestens 0,5 m von Fugen, An- und Abschlüssen entfernt.

Die Elemente müssen fest aufliegen und trocken sein.

4.2.4. Stahlbeton (Ortbeton)

Ortbeton oder monolithische Betondecke.

EIGENSCHAFTEN:
Sehr geringe Beanspruchung der Dachfläche durch die Unterkonstruktion.

Sehr geringe Durchbiegung (wenn die Stützen und die Schalung erst nach Austrocknung entfernt werden).

Sehr geringe Eigenbewegungen.

Die Decke ist schwingungsunempfindlich aufgrund der erforderlichen Dicke.

Die Decke weist ein hohes Wärmespeichervermögen auf.

Die Decke kann Feuchtigkeit speichern.

KONSEQUENZEN:

Gefälle anordnen, damit das Niederschlagswasser auf dem kürzesten Weg zu den Abläufen gelangen kann. Im Zuge der Planung soll ein möglicher späterer Durchhang bei der Gefällebestimmung mitberücksichtigt werden.

Falls Gefällestrich, dann sollte Normalbeton verwendet werden.
Die Oberfläche muss:

ausreichend erhärtet sein,

eben und stetig verlaufen,

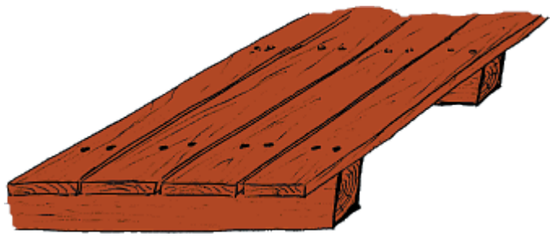
frei von Kiesnestern und Graten sein,

trocken sein.

Unbedingt die baustoffbedingten erforderlichen Bewegungsfugen einplanen.

4.2.5. Holz

Eine Holzschalung ist eine aus Brettern bauseits hergestellte Fläche.



EIGENSCHAFTEN:

Bewegungen, welche aus der Unterkonstruktion auf den Dachaufbau wirken, ist möglich.
Bewegungen und Durchbiegungen sind abhängig von:

Brettbreite

Brettdicke

Sparrenabstand

Feuchtigkeitsgehalt der Bretter

Kein Wärmespeichervermögen.

Kann Feuchtigkeit aufnehmen.

KONSEQUENZEN:

Im Gefälle verlegen, damit das Niederschlagswasser auf dem kürzesten Weg zu den Abläufen geführt wird.

Durchbiegung in Gefällerichtung beachten.

Brettdicke ungehobelt stärker als 24 mm.

Die Brettbreite soll zwischen 8 und 16 cm liegen.

Die Bretter sollen trocken und gesund sein (lufttrocken).

Bei imprägnierten Brettern (Holzschutzmittel) unbedingt auf die Verträglichkeit mit der Abdichtung achten, evtl. eine Trennlage einbauen, da sonst der Dachaufbau schädlich beeinflusst werden kann z. B. bei PVC-Folien.

Die Bretter sollen gleichmäßig dick sein.

Tritt- und biegefest.

Die Bretter sollen dicht schließend verlegt werden.

Ausreichend befestigen, auf jeden Sparren mindestens 2 Drahtstifte.

Oberfläche eben und stetig verlaufend.

Sparrenabstand im Normalfall max. 75 cm (bei größeren Abständen muss die Dicke der Schalung erhöht werden).

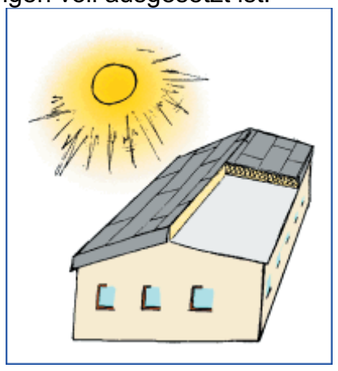
Vorhandene Baumkanten müssen entrindet werden und dürfen nicht breiter als 1/4 der Brettdicke sein.

4.3. Belastung

4.3.1. Beanspruchung

<u>Thermisch hohe Beanspruchung:</u>

Hohe Beanspruchung liegt vor, wenn die Dachabdichtung <u>ohne</u> Schutzschichten den Temperaturschwankungen voll ausgesetzt ist.



<u>Thermisch geringe Beanspruchung:</u>

Geringe Beanspruchung liegt vor, wenn die Dachabdichtung durch zusätzlichen Oberflächenschutz (Kies/Schotter, Gründach mit Erde, Terrassenplatten) vor starker Erwärmung, Abkühlung und Thermoschocks (schnelle Temperaturveränderungen) geschützt ist.



Mechanisch hohe Beanspruchung:

Hohe Beanspruchung liegt vor, wenn der Aufbau wie folgt ist:

Dachhaut



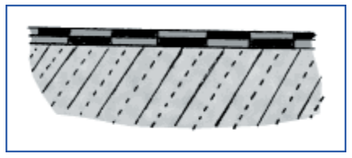
„weiche“ Wärmedämmung (z. B.Glas-/Mineralwolle
mit geringer Festigkeit)

Stahltrapezprofile mit großen Spannweiten (schwingungsanfällig)

Die Dachhaut wird durch flächige Spannungen, Schwingungen, Bewegungen und Belastungen (kurzfristige Punktlasten) überbeansprucht.

Mechanisch geringe Beanspruchung:

Die Dachhaut ist nicht begehbar im Sinne einer Terrasse und liegt auf einer festen Unterlage (z. B. Beton) auf.



Aus diesen 4 Beanspruchungen entsteht folgende Tabelle:

Beanspruchungsklassen der Dachabdichtungen:

	Mechanisch hohe Beanspruchung	Mechanisch geringe Beanspruchung
Thermisch hohe Beanspruchung	I A	II A
Thermisch geringe Beanspruchung	I B	II B

4.4. Neigung/Gefälle

4.4.1. Dachformen

Gefälle des Daches:
Die Unterteilung der Dächer in Dachneigungsgruppen ist wesentlich für die Entscheidung über die Wahl der Materialien (welcher Werkstoff mit welchen Eigenschaften und evtl. Einlagen/Armierungen) und über die Art der Befestigung der Dachhaut.

Eine Dachhaut in Form von vorgefertigten Platten (Ziegeln, Wellplatten usw.) kann man auf „Flachdächern“ nicht verlegen, da das Regenwasser bei den Überlappungen eintritt. Plattenbeläge erfordern eine Mindestneigung.

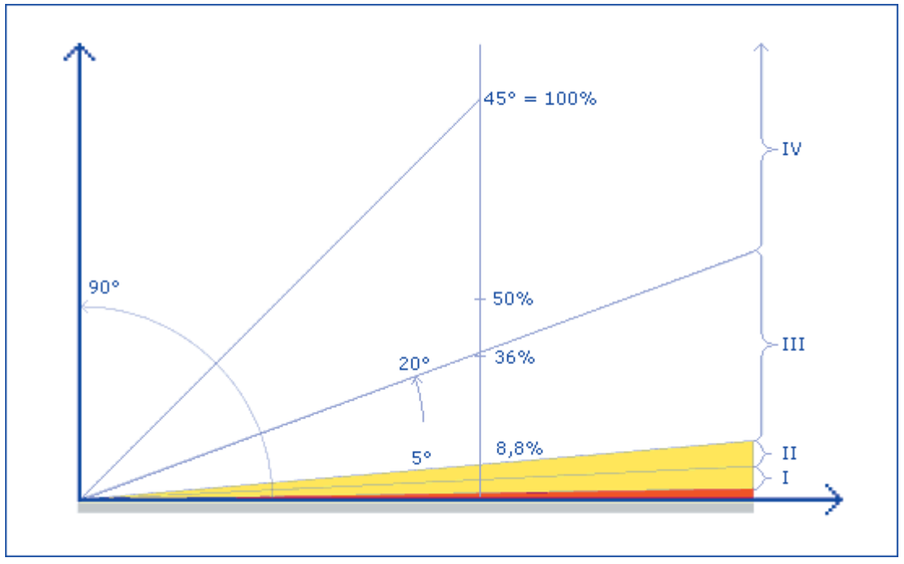
**Steildächer (mit Platten/Ziegeln) sollen nur <u>wasserabweisend</u> sein,
Flachdächer müssen <u>wasserdicht</u> sein.**

.

Für Flachdächer – aufgrund von Suttenbildung mit stehendem Wasser – wird einem die Ursache für diese Anforderung sofort bewusst. Bei einem Gefälle braucht die Eindeckung daher nur wasserabweisend sein.

Die Dachneigungsgruppen I und II gelten allgemein als Flachdächer. Ein Dach mit 0°-Gefälle ist laut ÖNORM B 3691 nicht zulässig (Sonderkonstruktion).

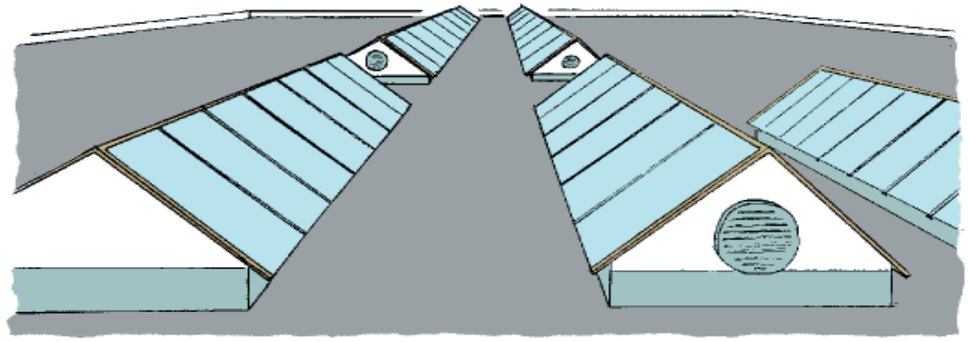
I =	1° bis 3° (1,5 % bis 5,2 %)	d. h. 1,5 cm/m bis 5,2 cm/m
II =	3° bis 5° (5,2 % bis 8,8 %)	d. h. 5,2 cm/m bis 8,8 cm/m
III =	5° bis 20° (8,8 % bis 36 %)	d. h. 8,8 cm/m bis 36,0 cm/m
IV =	über 20° (über 36 %)	d. h. über 36 cm Steigung/Meter



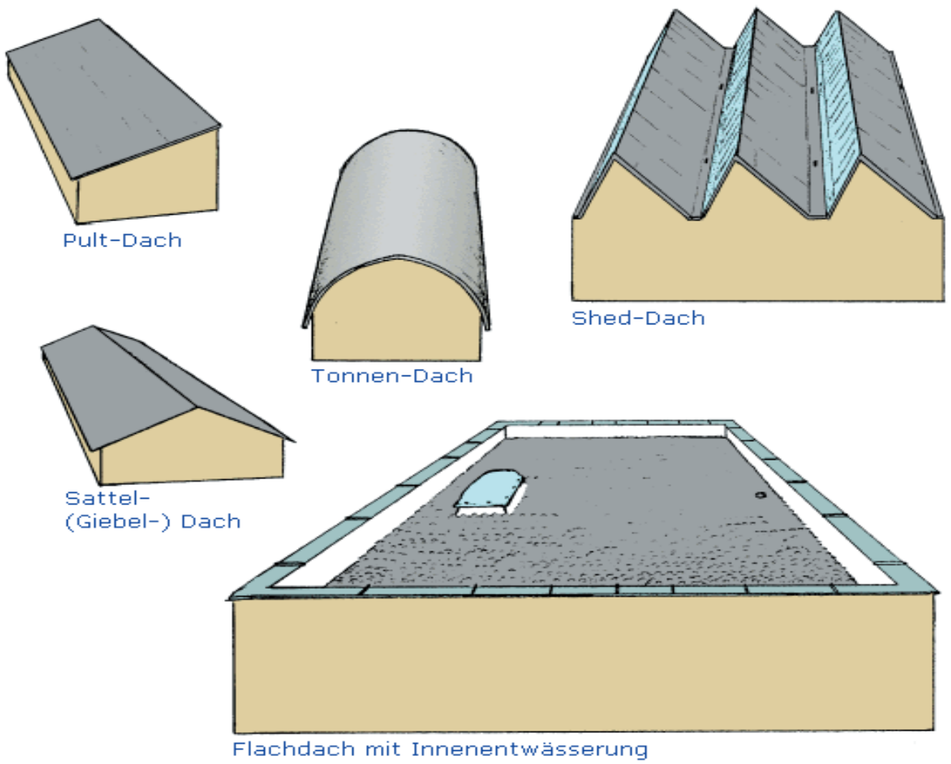
GÄNGIGE DACHFORMEN:

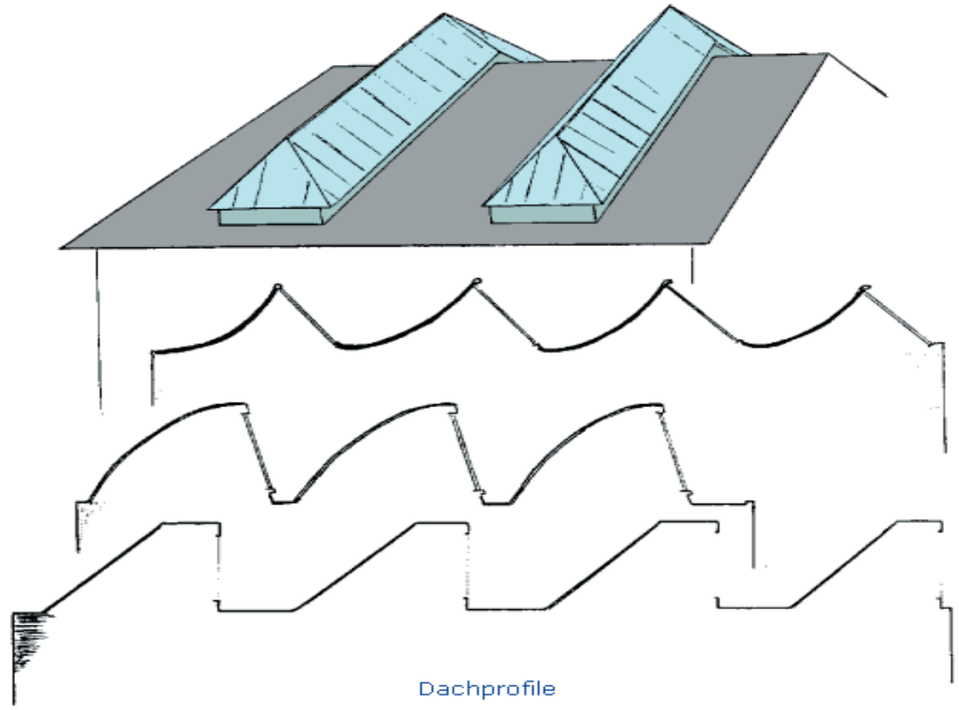
Eine durchgehende gleichmäßige Neigung kommt nicht immer vor.

Nachstehend zeigen wir Ihnen die gängigsten Dachformen, welche an Gebäuden im Handel, in Gewerbe und Industrie vorkommen.
Mischformen bedingt durch Um- und Zubau können ebenfalls vorkommen.



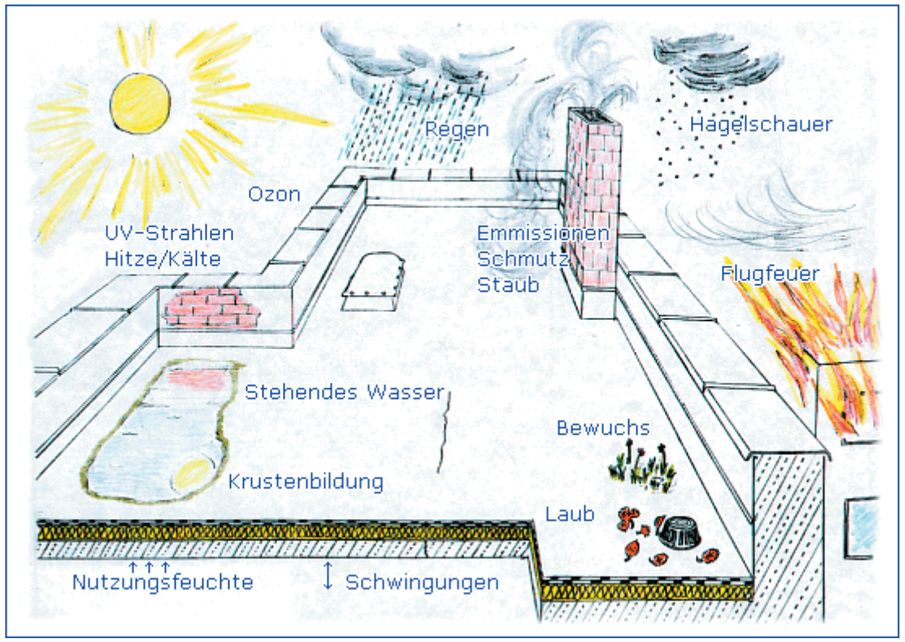
Dach mit Oberlichtern





Dachprofile

5. Einwirkungen auf das Dach – Anforderung an die Flachdachabdichtung



5.1. Feuchtigkeit

In Baustoffen eingedrungene Feuchtigkeit kann deren Eigenschaften und Funktionen

a. beeinträchtigen,

b. verändern oder auch

c. vollständig aufheben.

Feuchtigkeit in Baustoffen kann diese auch:

zerstören und sich nachteilig auf angrenzende Schichten und Stoffe auswirken.

5.1.1. Baufeuchte	Bindemittel, Anmachwasser für Mörtel, Putz und Beton
5.1.2. Niederschlag	Eis, Schnee, Hagel, Regen, Nebel, Tau
5.1.3. Kondensation	Kondenswasser in Dachaufbau oder Decke, bedingt durch äußere Einflüsse, verbunden mit Fehlern im bauphysikalischen Bereich
5.1.4. Nutzungsfeuchte	Nassräume (Waschküche, Bad, Toilette, Küche) Dampf, bedingt durch das Kochen, Klimaanlagen, Waschen. Atmung der Bewohner, Pflanzen, dampferzeugende Produktion etc.
5.1.5. Diffusion	Bauphysikalisch bedingte Wanderung der dampfhaltigen Luft in benachbarte „Räume“ mit trockener Luft

5.1.1. Baufeuchte

Während der Bauzeit tritt viel Wasser gewollt und ungewollt in das Bauwerk d. h. in den Baukörper ein:

- Für eine Bodenplatte aus Beton (Sand, Zement und Wasser!) sind erhebliche Mengen von Anmachwasser erforderlich.

- Falls die Wände mit Ziegeln aufgebaut werden, befindet sich viel Wasser im verwendeten Mörtel.

  Bei einer reinen Ortbetonkonstruktion gilt das Gleiche wie für die Bodenplatte. Sämtliche Wände und Außenmauern weisen einen hohen Wassergehalt auf.

- Eine Ortbetondecke enthält ebenfalls Unmengen von Wasser.

- Wasser ist als Bindemittel für Mörtel, Putz und Beton erforderlich.

- Dazu kommt nochmals Wasser in den Baukörper durch die Innenarbeiten (Fliesenkleber für Küche, Bad, WC und evtl. Fußböden etc., dazu wasserhaltige Dispersionsfarben, Tapetenkleister).

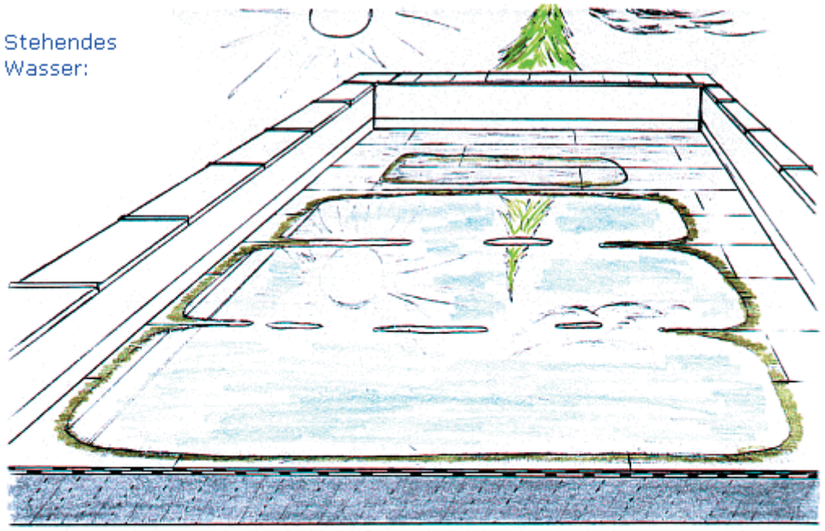
Dazu dringt auch durch Niederschläge während der Bauzeit ungewollt Wasser/Feuchtigkeit in den Bau ein.

- Bauzeit z. B. über den Winter (Schnee!), Regen usw.

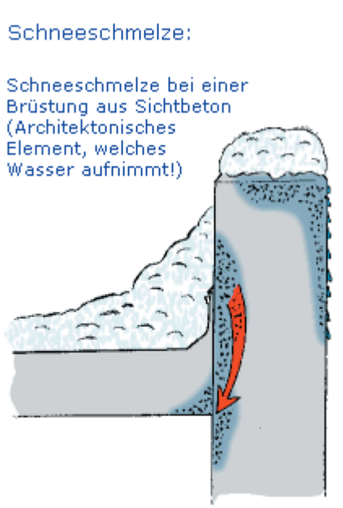
- Das Niederschlagswasser legt sich auf den Untergurt (wie eine Rinne) in einem Trapezprofil bei Stahlleichtbau. Bei geringer Neigung bleibt das Wasser stehen!

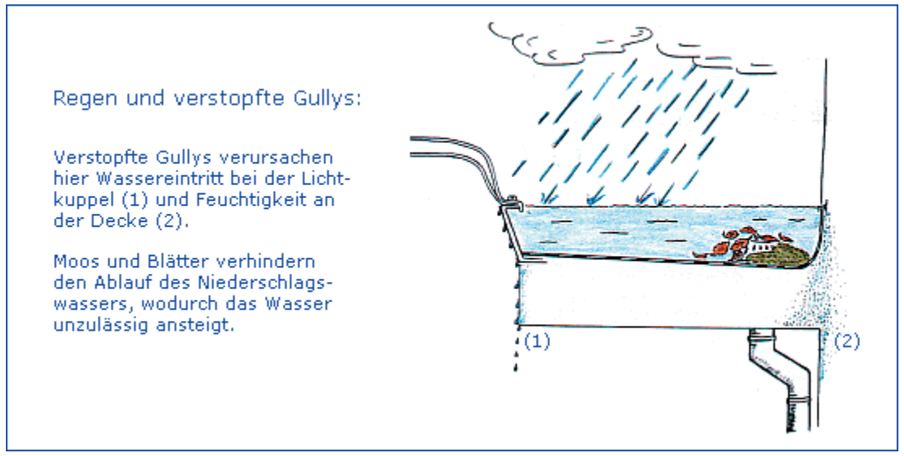
Falls das Bauwerk nicht trocken wird, bevor mit den darauffolgenden Arbeiten begonnen wird, können Folgeschäden auftreten. Das Wasser/ die Feuchtigkeit wird unter die Feuchtigkeitsisolierung eingeschlossen und kann zu Blasenbildung oder Schimmelbildung führen – und in den schlimmsten Fällen zu Frostschäden und Vermoderungen.

5.1.2. Niederschlag







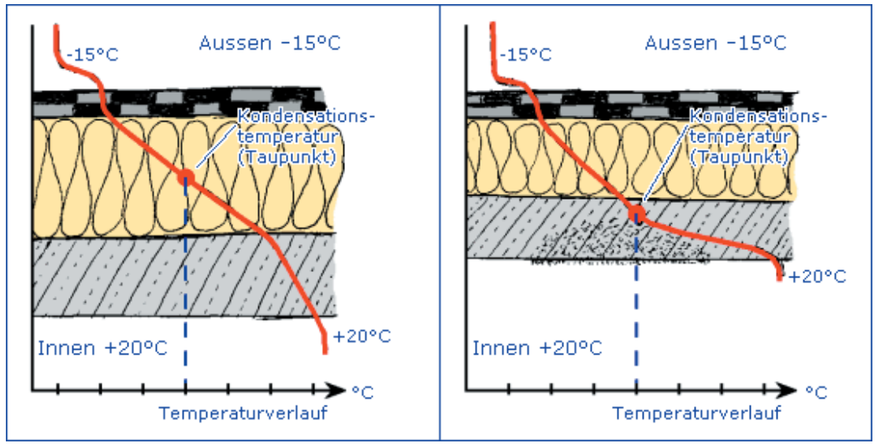


5.1.3. Kondensation

Dies ist eigentlich ein zweifaches Problem. Äußere Einflüsse (sei es z. B. aufgrund von Temperaturschwankungen oder stehendem Wasser auf dem Dach usw.) bewirken aufgrund fehlender Schichten im Dachpaket – und diese dann evtl. aufgrund einer falschen Dimensionierung und/oder falschen Planung – eine Kondensation im Dachaufbau.

D. h., wir haben z. B. ein Taupunktproblem.

Das Problem mit dem Taupunkt (Kondensationspunkt, Schwitzwasser) und dem Temperaturverlauf lässt sich leicht darstellen:

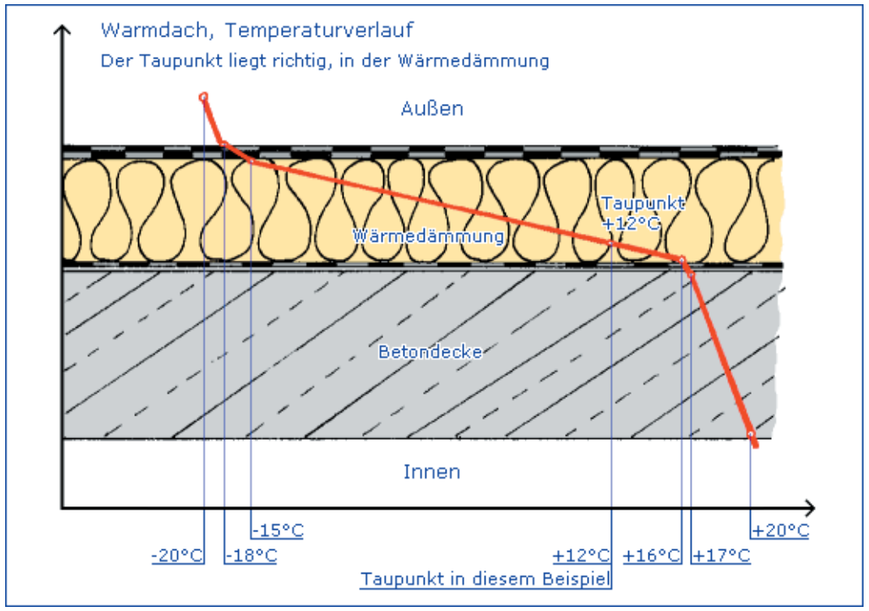


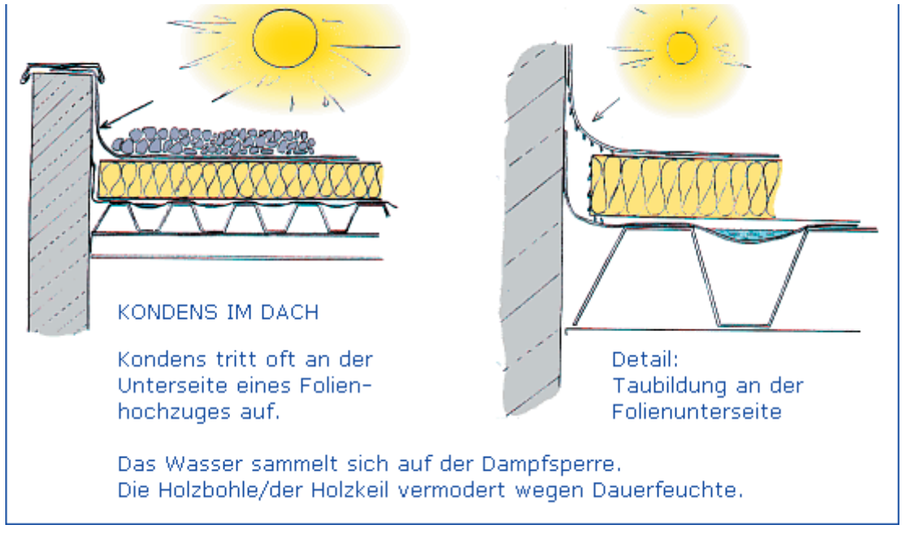
Richtige Wärmedämmung

Der Taupunkt liegt in der Wärmedämmung, daher gibt es keine Kondensationsprobleme auf dem Plafond.

Zu gering dimensionierte Wärmedämmung

Der Taupunkt befindet sich in der Decke. Das Ergebnis ist Schimmelbildung und feuchte Flächen auf dem Plafond.

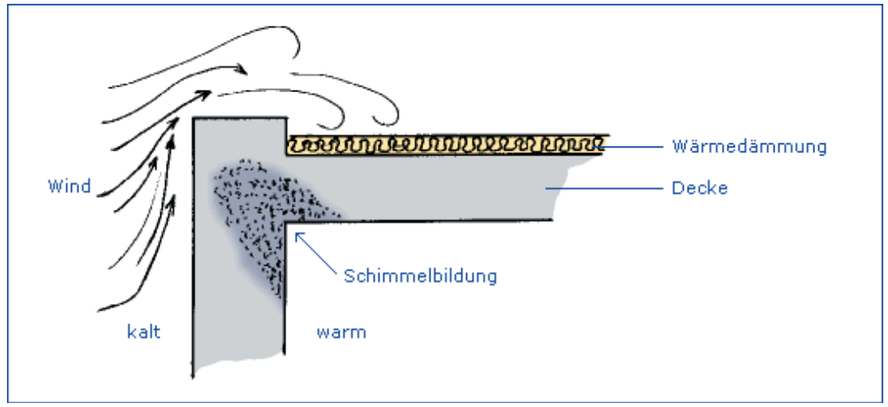




Kondensationerscheinungen können auch bei den „schwer“ zu dämmenden Stellen eines Gebäudes auftreten. Bei nicht wärmegedämmten Attiken, Mauerhochzügen, Traufenkanten und Ecken, wobei insbesondere Ecken und Ortgänge von Hallen (Gebäuden) mit innenliegendem Abfluss anfällig sind, kann Kondensation entstehen.

Dieser Bereich weist im Mauerwerk niedrigere Temperaturen auf als auf der Decke oder der übrigen Mauer. Dadurch kann es zu Kondensation im Dachpaket (Dachaufbau) und im Gebäudeinneren (Mauer) kommen.

Es entsteht ein Kamineffekt und die Wärme wird aus der Mauer „herausgezogen“. Das Ergebnis ist eine relativ kalte Innenwand, wodurch Schimmelbildung in den Ecken entstehen kann.



5.1.4. Nutzungsfeuchte

Jedes Haus/Gebäude weist unterschiedliche Werte von Nutzungsfeuchte auf. Innerhalb des Daches eines Gebäudes sind unterschiedliche Werte von Nutzungsfeuchte zu berücksichtigen.

Was ist Nutzungsfeuchte ?

Anfallende Feuchtigkeit/Wasserdampf innerhalb das Gebäudes!

- Wasserdampferzeugende Tätigkeiten (waschen, kochen, duschen)
- Dampferzeugende Produktion (Papier/Karton)
- Jeder Mensch schwitzt.
- Eine „offene“ Halle mit großen Einfahrtstoren weist eine gute Entlüftung auf sowie geringe Nutzungsfeuchte.
- Ein Badezimmer/ ein Duschraum/ eine Waschküche weisen dagegen eine sehr hohe Luftfeuchtigkeit auf.
- In einer Halle, in der Papier/Karton hergestellt wird, sind Extremwerte an Feuchtigkeit vorhanden (ständiger Wasserdampf vorhanden!).
- Eine voll klimatisiertes, hermetisch geschlossenes Bürogebäude weist eine andere Luftfeuchtigkeit auf als ein altes Zinshaus (ältere Menschen lüften z. B. weniger als junge Menschen).

Die gesamte Nutzungsfeuchte in Form von aufsteigender Feuchtigkeit (Wasserdampf) wirkt auf den Dachaufbau ein, aber von unten!

Früher wurde der Unterschied zwischen Außen- und Innenklima durch einen großen Dachraum/Dachboden (unter dem Dachstuhl) überbrückt.

Heute sollen diese großen Unterschiede zwischen Temperatur und Feuchtigkeit im Innen und im Außen durch einen komplexen Aufbau von meistens 20 bis 30 cm überbrückt werden.

Eine Dampfsperre ist erforderlich, um Schäden im Dachaufbau zu verhindern durch die aufsteigende Nutzungsfeuchte.

5.2. Temperatureinwirkung von außen

Diese Kurve der Temperaturschwankungen auf dem Dach innerhalb von 24 Stunden im Sommer ist auch zu anderen Jahreszeiten in geänderter Form anzutreffen.

Ein Warmdach hat z. B. während des Winters öfters die Aufgabe, über einige Zeit bis zu 42° C und mehr zu überbrücken.

Außentemperatur: -20°C – Innentemperatur: +22°C

Wechselnde Temperaturen auf Dachoberflächen und Temperaturunterschiede zwischen innen und außen wirken sich aus:

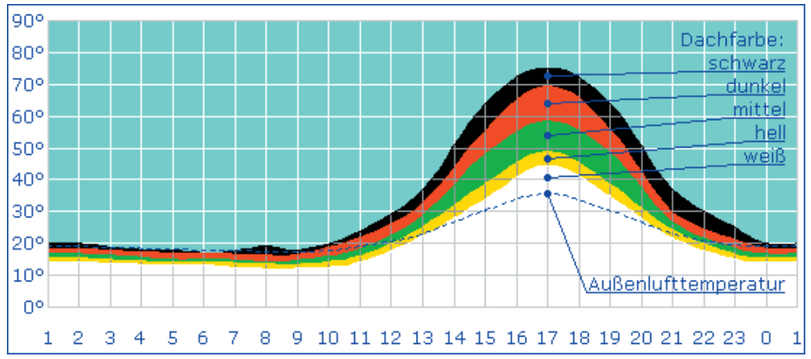
auf die Dachabdichtung,

auf den Raum zwischen der obersten Geschossdecke und der Dachdecke (beim hinterlüfteten Dach),

auf den Raum unterhalb der obersten Geschossdecke und

auf die Baukonstruktion.

Temperaturabhängige Längenänderungen können zu schädlichen Verformungen von Baustoffen und Bauteilen führen.



5.2.1. Auf die Dachoberfläche

Hitze-Kälte-Schock, schnelle Temperaturwechsel, kühler Regenguss im Sommer, Kern-/Wanderschatten durch die Sonne und durch Dachaufbauten.

5.2.2. Auf die Dachabdichtung

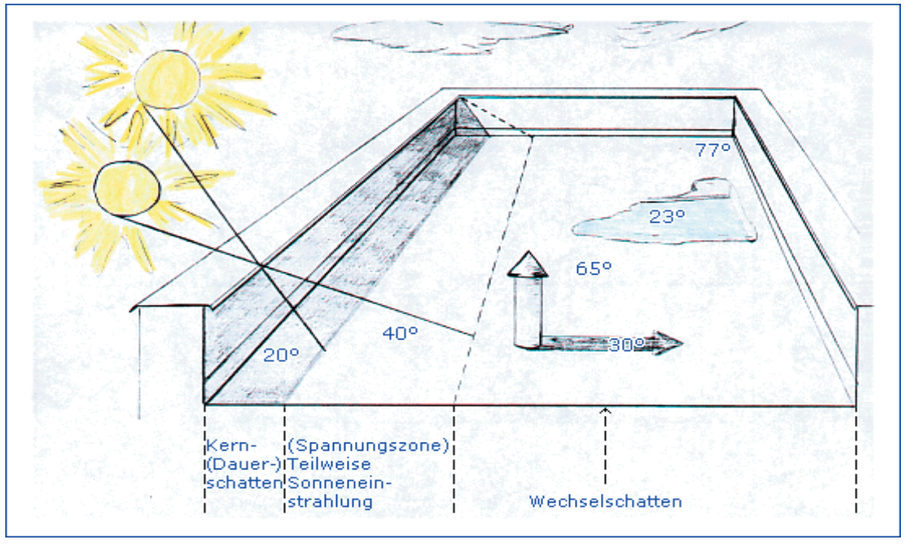
Längenänderungen, Dehnungen je nach Wärmeleitfähigkeit der Wärmespeicherfähigkeit des Werkstoffes.

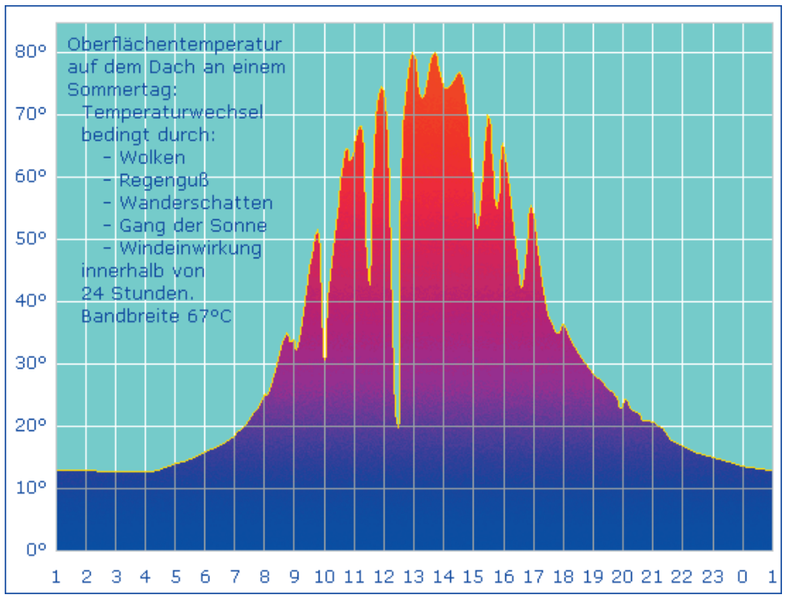
5.2.3. Auf die Baukonstruktion

Bei Kaltdach zwischen Dach und Decke.

Bedingt durch wärmeerzeugende Produktion.

5.2.1. Auf die Dachoberfläche (Kernschatten, Wechsel-/Wanderschatten)





5.2.2. Auf die Dachabdichtung

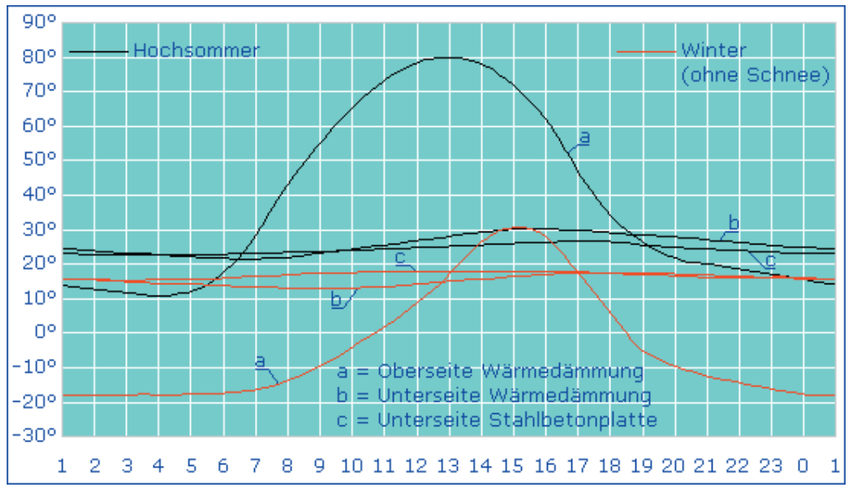
Je nachdem, wie das Dach aufgebaut worden ist, unterliegt der Dachaufbau unterhalb der Sichtlage (oberste Lage der Dachhaut) mehr oder weniger den Folgen der Sonneneinstrahlung (Hitze) und Temperaturschocks (eine aufgeheizte Dachfläche wird blitzschnell abgekühlt durch einen sommerlichen Regenguss).

Geringe Aufheizung auf der Oberfläche, keine Temperaturschocks und somit langsame und geringere Weiterleitung von Hitze auf den darunterliegenden Dachaufbau:

- durch Erdreich (Gründach)
- durch schweren Oberflächenschutz (z. B. 8 bis 12 cm Schotter)
- durch mit Waschbetonplatten versehene Dachflächen

Durch eine höhere Aufheizung auf der Oberfläche werden höhere Anforderungen an die darunter befindliche Wärmedämmung gestellt:

- Dächer mit leichtem Oberflächenschutz (Beschieferung)
- Dächer ohne Oberflächenschutz (Dachpappe, Folien)
- Außerdem verschärft sich die Problematik bei schwarzen bzw. dunklen Oberflächen: Dunkle Oberflächen absorbieren mehr Hitze und geben somit mehr Hitze nach unten an die nachfolgenden Schichten (Wärmedämmung) ab.



5.2.3. Auf die Konstruktion

Die Einwirkung der Außentemperaturen auf die Konstruktion kann zum Teil erheblich werden. Die Folgen hiervon sind:

- Längenänderungen (welche vom Dachaufbau überbrückt werden soll)

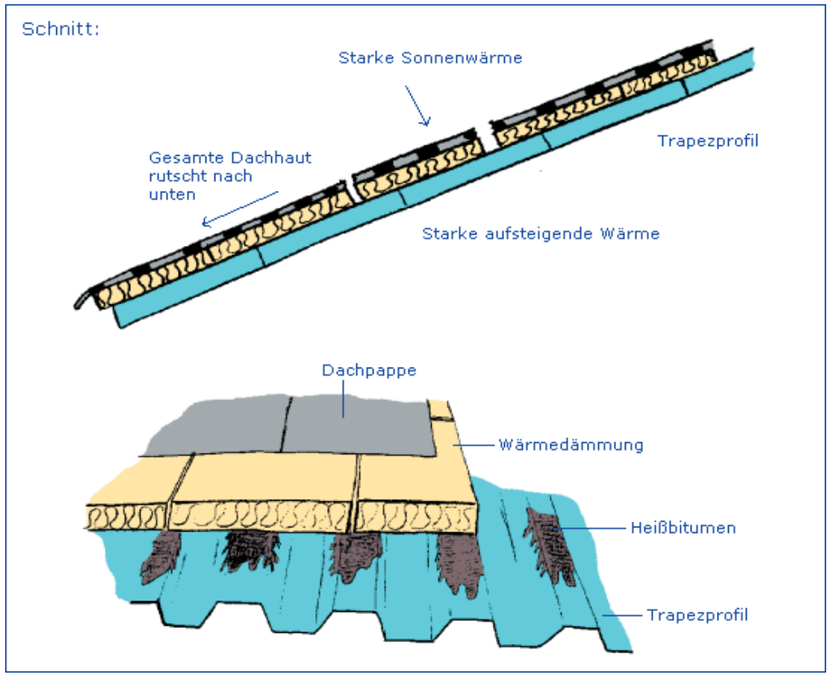
Bei zu geringer Wärmedämmung heizt sich die Konstruktion auf. Dies ist besonders bei Stahlleichtbau zu beobachten. Hier treten teils erhebliche Längenänderungen auf.

Dabei ist zu unterscheiden, ob die Konstruktion ein Wärmespeichervermögen aufweist oder nicht. Bei Beton und Betonfertigteilen vollziehen sich die Längenänderungen durch das hohe Wärmespeichervermögen sehr langsam. Eine langsame Bewegung in das Dach ist leichter zu überbrücken und die Dachhaut wird weniger beansprucht.

Bei Stahlleichtbau weist die Konstruktion überhaupt keine wärmespeichernde Fähigkeit auf und somit reagiert die Konstruktion schnell auf Temperaturunterschiede mit entsprechenden Längenänderungen. Die Dachhaut sollte daher entsprechend elastisch sein und nicht flächig kraftschlüssig mit den Trapezblechen verbunden sein, um die Längenänderungen überbrücken zu können.

Im Extremfall können Temperaturen von der Produktionsstätte ebenfalls auf die Deckenkonstruktion und somit auf den Dachaufbau einwirken. Bei stark wärmeerzeugender Produktion (Walzwerke, Gießereien, Schmiede usw.) kann der Dachaufbau durch die unmittelbar unter der Decke erreichten Temperaturen Schaden erleiden (Extremfall siehe Abb.).

Somit abhängig von der Temperatur des Raumes, welcher sich unterhalb der Decke befindet, sowie von der Wärmeleitfähigkeit und Wärmespeicherfähigkeit der Deckenkonstruktion.



5.3. Mechanische Beanspruchung

5.3.1. Während der Bauzeit
Lastenanhäufung auf dem Dach, Aufkantung von Platten und Blechen, Punktbelastung durch Leitern, Gerüstmontage usw.

5.3.2. Durch vorgesehene Kontrolle und Wartung
Reinigung der Abläufe und Rinnen, Fremdkörper entfernen vom Dach, Wartung von Entlüftern, Klimaanlagen usw.

5.3.3. Aufgrund des Nutzungszwecks
Begehbar, bepflanzbar, befahrbar.

5.3.4. Rauigkeit der Unterlage
Aufstehende Schalungsgrate, fest haftende Steine, Aufkantung von Trapezblechen.

5.3.5. Bewegung einzelner Schichten
Form- und Längenveränderung von Werkstoffen. Fugen. Dehnungsrisse: Spannungen im dehnbaren Aufbau bei starrer Unterlage (Decke).

5.3.6. Dauer- und Kurzzeitbelastungen
Hohe Flächenpressungen. Lastenabstellung, Leiter aufstellen, Aufkantung von Waschbetonplatten usw.

5.3.7. Windlasten
Sog- und Drucklasten und die sich daraus ergebenden Schwingungen und dynamischen Windbelastungen (nicht statische, weil böige!)

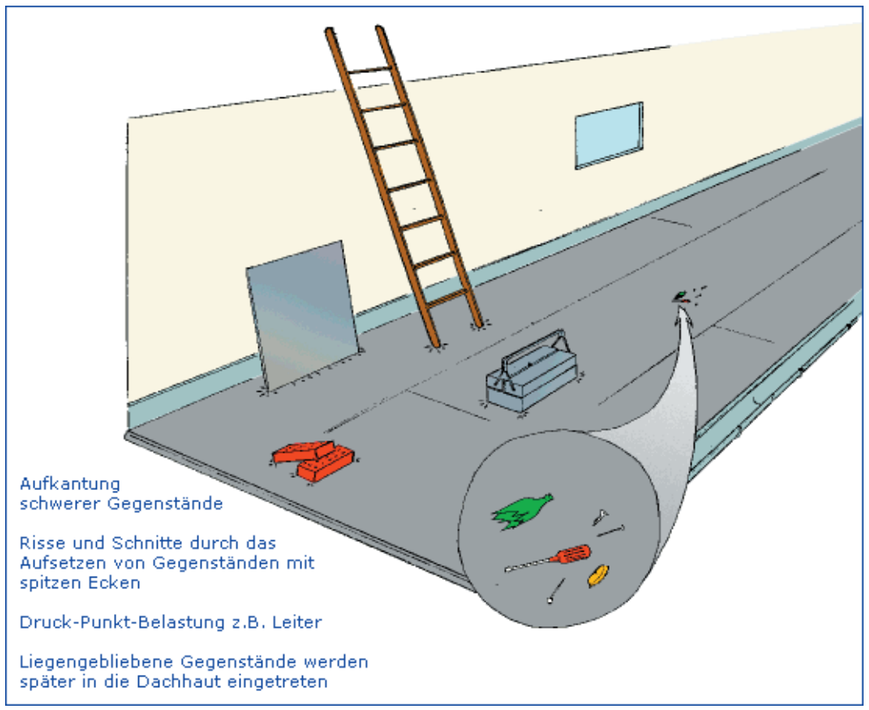
5.3.8. Bewegungen aus der Konstruktion
Dehnungen (Rissbildung), Suttenbildung aufgrund von Durchhang, Formveränderungen. Haupt-beanspruchung des Tragwerks (Druck, Sog, Schub und Scherbewegungen), Konstruktionsprinzip.

5.3.9. Dehnungsrisse – verschiedene Formen

5.3.1. Während der Bauzeit

Einige Dächer sind schon bei der Fertigstellung undicht, weil die eigentlich selbstverständlichen Regeln und Vorsichtsmaßnahmen missachtet wurden.

Die Ursachen teilen wir in 2 Gruppen ein:



1. Schäden, verursacht durch Arbeiten am Dach:

   a. Mechanische Beschädigung der Dachhaut durch Werkzeuge, durchgedrückte Nägel usw.

   b. Lastenanhäufung (z. B. Paletten mit Dachbahnen oder Kies/Schotter)

   c. Kurzzeitbelastungen: mit vollen und schweren Schiebetruhen immer über die gleichen Stellen fahren und die Wärmedämmung wird zusammengedrückt. Oder Risse in der Dachhaut durch Aufkantung von Waschbetonplatten oder Blechtafeln (Lüftungsspengler)

   d. Zu viel (z. B. aggressive Quellschweißmittel) ausgeschüttet auf Folien oder zu heißes Bitumen und die Wärmedämmung (Polystyrol) geht ein

   e. Schäden, verursacht durch andere Professionisten (Zimmermann, Glaser, Bau-/Lüftungsspengler, Maurer usw.)

   f. Löcher in den Hochzügen und Flächen für die Gerüstbefestigung oder für Leitungs-/Kabeldurchführung (z. B. für Werbetafel) vom Elektriker

   g. Risse und Einkerbungen in der Dachhaut durch Aufstellen einer Leiter ohne Zwischenschutz (Holzbrett oder Ähnliches) direkt auf der Dachhaut

   h. Metallteile, Verschnitte, Schrauben, Kronenkorken werden durch Angehörige von Fremdfirmen in die Dachhaut eingedrückt

   i. Schäden durch Lastenanhäufung (z. B. schwere Kisten mit Glas für die Shedverglasung). Massive Punktbelastung durch die Anlegeleiter usw.

2. Unmittelbar nach (teils während) der Bauzeit

   a. Verformungen und Risse als Folge von Abbinde- und Trocknungsvorgängen in Beton (Schwundrisse usw.)

5.3.2. Mechanische Beanspruchung durch Wartung und Kontrolle

Jedes Dach soll so aufgebaut sein, dass es regelmäßig kontrolliert, überprüft und gewartet werden kann, ohne Schäden davonzutragen.

Die Wartung und Kontrolle eines Daches bezieht sich nicht nur auf das Dach selbst, sondern auch z. B.:

Rauchfangkehrer

Lüftungstechniker für die Wartung von Klima- und Entlüftungsanlagen. Nachträglicher Einbau von Ventilatoren, Klimaanlagen, Absaugvorrichtungen sowie die damit verbundene Serviceüberwachung.

Überprüfung des Blitzschutzes usw.

Falls erforderlich, sollten verstärkte Gehwege auf dem Dach angelegt werden z. B. in Form von Holzrosten, Platten oder zusätzlichen Abdichtungsbahnen usw., sofern die Dachhaut an sich nicht widerstandsfähig genug ist.

5.3.3. Mechanische Beanspruchung aufgrund des Nutzungszwecks (sowie chemische und biologische Belastung)

Diese Beanspruchung berührt einen wichtigen Punkt für die Planung.

Ist ein sehr stark beheizter Raum darunter, welcher das gesamte Dachpaket mitsamt Deckenkonstruktion zusätzlich belastet z. B. durch überdurchschnittliche Materialdehnungen infolge der Erwärmung (z. B. durch Schmelzvorgänge in metallverarbeitenden Betriebe)?

Liegt eine stark erhöhte Feuchtigkeit vor in dem Raum, der sich darunter befindet (z. B. Papier-/Zellstoffproduktion oder Wäschereien etc.), wodurch das Dachpaket stark kondensgefährdet ist?

Werden aggressive Lösungsmittel, Dämpfe und/oder Chemikalien durch Ventilatoren über Teile des Daches geblasen, was eine vorzeitige Zersetzung der Dachhaut in diesem Bereich zur Folge haben kann (Betriebe mit Lackieranlagen, Verzinkereien etc.)?

Bei Mühlen besteht eine erhöhte Gefahr von Samenflug mit der Folge, dass man Gräser und Getreide auf den Dächern in einem stark erhöhten Ausmaß vorfinden kann. Die Wurzeln können viele Dacheindeckungen, welche nicht wurzelfest sind, auf Sicht durchbohren.

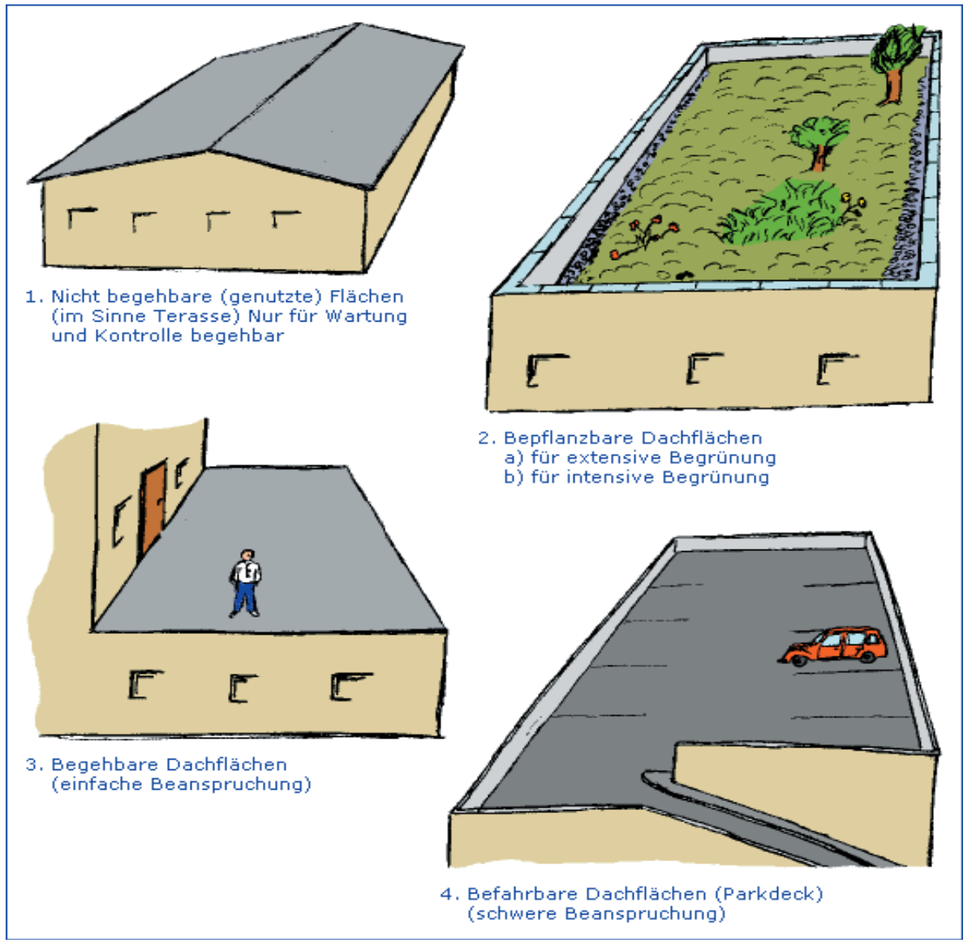
Dies alles lässt sich durch eine entsprechende Planung vermeiden, indem z. B. in Teilbereichen des Daches chemikalienresistente Materialien gewählt werden, die Wärmedämmung anders dimensioniert wird, wurzelfeste Dachbahnen eingesetzt werden usw. Mehr über Lösungen zu diesen Problemen in Kapitel 8.

Es gibt aber auch andere Belastungen, die sich nicht so ernst anhören, aber dennoch zu speziellen Problemen führen können:

1. Das Dach wird zugleich als Terrasse und als Parkdeck verwendet.

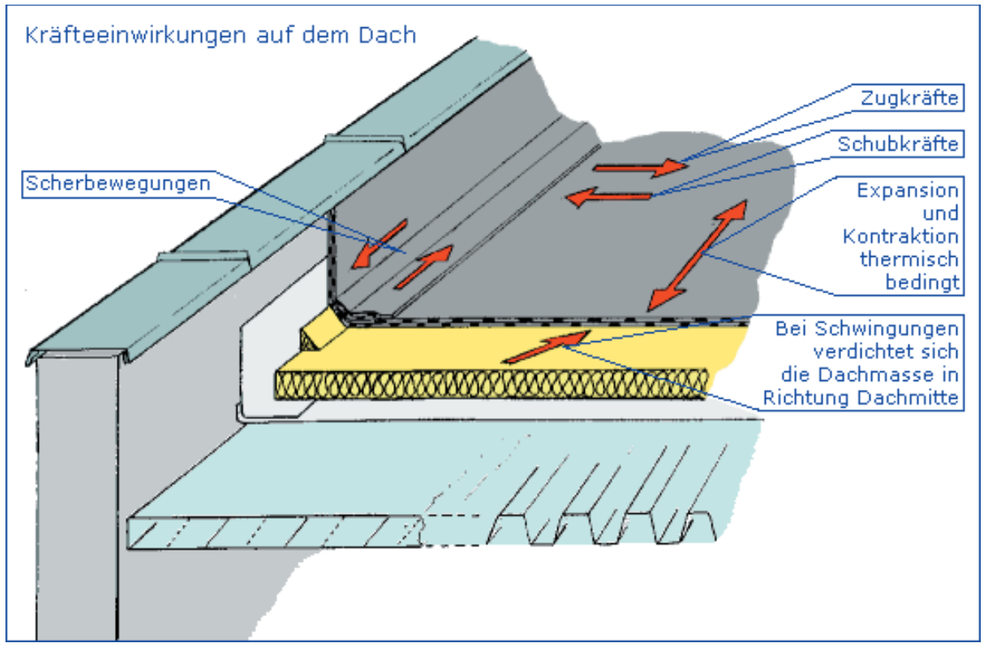
2. Das Dach wird als Gründach angelegt.

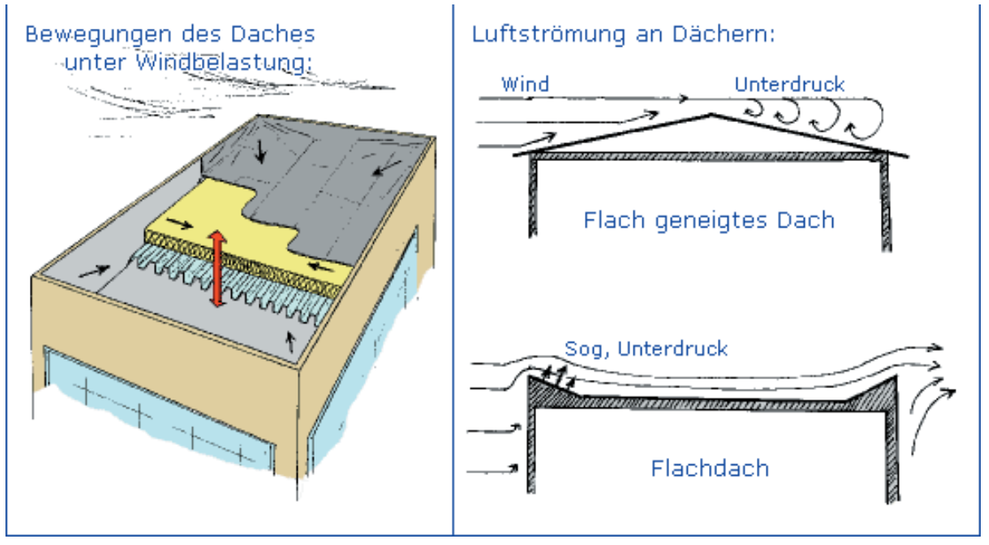
3. Erschütterung in der Konstruktion, weil z. B. eine Kranbahn in der Halle vorhanden ist. Oft entstehen Risse bei An- und Abschlüssen.



5.3.4. Mechanische Beanspruchung aufgrund von Bewegung in den Schichten des Dachaufbaues

Windlasten:





5.3.5. Mechanische Beanspruchung aufgrund von Dauer- und/oder Kurzzeitbelastungen

Dauerbelastungen:

Hohe Flächenpressungen führen, teils abhängig von evtl. Feuchtigkeit der Unterlage, zu Quetschungen, Abscherungen oder Durchdrückungen. Hier sei erwähnt, dass ein Dach kein Lagerplatz ist. Schwere Schneelasten.

Kurzzeitbelastungen:

Aufstellen von Leitern, Begehen von Flächen, Abstellen von Gegenständen und Teilen sowie Aufkantung von scharfen Gegenständen. Das Einritzen durch scharfkantige Gegenstände kann bei Dachbahnen, die flächigen Spannungen ausgesetzt sind (häufig bei Folien/ hochpolymeren Bahnen), zu späteren Rissen infolge der Kerbwirkung führen.
Nachdem Handwerker und Lüftungstechniker auf dem Dach waren, sollten Sie den Bauwerksabdichter oder Dachdecker holen für eine Kontrolle, damit die Garantie auf dem Dach aufrecht bleibt.

5.3.6. Dehnungsrisse – verschiedene Formen

Wir unterscheiden zwischen 5 Gruppen von Dehnungsrissen:

1.) Dehnungsriss infolge eines Durchhangs (eigentlich Überdehnung)

2.) Dehnungsriss aufgrund fehlender Bewegungs-/Arbeitsfuge
   a. In der Fläche zwischen den Elementen bzw. Platten der Deckenmaterialien, z. B. Betonfertigteilen etc.
   b. Gebäudedehnungsfuge: Arbeitsfuge zwischen 2 Gebäuden mit „gemeinsamem“ Dach (durchgehendes Dach in einer Ebene).

3). Dehnungsriss bei Anschlüssen zwischen verschiedenen Baustoffen
   a. Hier entsteht immer wieder das Problem der Überbrückung von unterschiedlichen Dehnungskoeffizienten.
   Holz, Zinkblech, PVC, Aluminium, Stahlprofile usw. weisen alle unterschiedliche Längenausdehnungen sowohl bei hohen als auch bei niedrigen Temperaturen auf.
   Längenausdehnungskoeffizienten bei einigen Baustoffen:

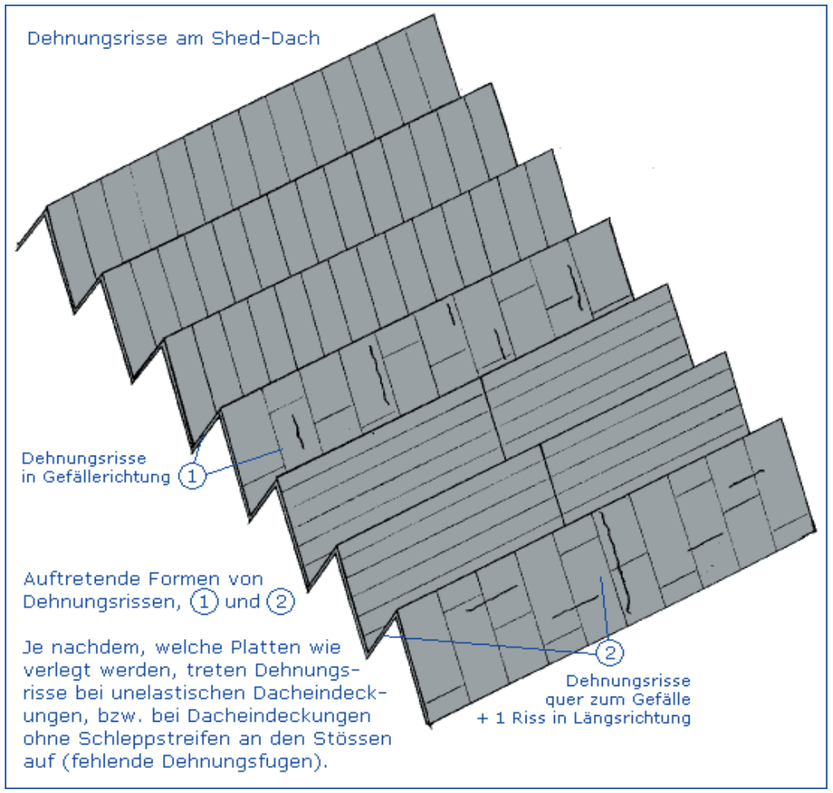
Beton	12
Holz	5 – 8
Stahl	11 – 13
Aluminium	23
Kupfer	17
Zink	29
PVC	80

Die Längenausdehnungen können sich bewegen zwischen wenigen Millimetern bis zu mehreren Zentimetern auf z. B. nur 5 Meter Länge. Somit reißt die Abdichtung, falls z. B. keine Dehnungsfuge eingebaut wurde oder überhaupt ein anderes Material eingebaut werden würde.

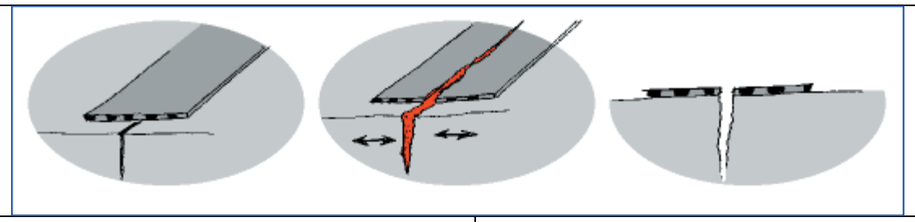
4). Materialbedingte Dehnungsrisse (eigentlich Schwundrisse)
Durch die Anwendung von z. B. nicht ausreichend abgelagerter Wärmedämmung (Polystyrol) entstehen zuerst helle Streifen in der Dachhaut, wo die Schrumpfung stattgefunden hat (sogleich Kältebrücke bzw. auch Wärmebrücke, siehe später).

Nach einiger Zeit reißt z. B. eine bituminöse Dachhaut (Dachpappe mit Heißbitumen), weil die Dachhaut nicht mehr aufliegt. Die Dachpappe sackt in die Spalte ab und reißt.

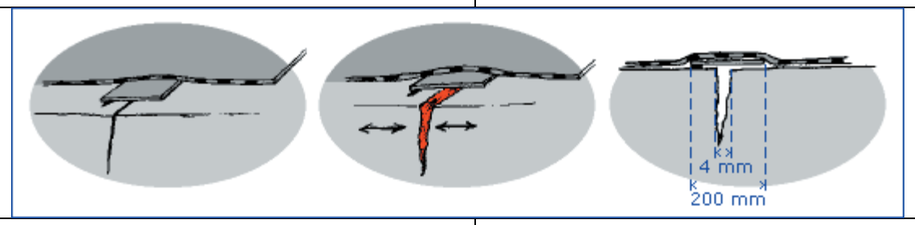
5). Dehnungsrisse (Schrumpfungsrisse) als Folge von Verlegefehlern
Falls z. B. die Wärmedämmung falsch verlegt wird, z. B. nicht ausreichend pressgestoßen verlegt wird, treten – abhängig vom Material – bei Schrumpfung der Wärmedämmplatten in kurzer Zeit neben den Kältebrücken bei den entstandenen Spalten zwischen den Platten auch Risse auf, wo darunter offene Spalten zwischen den Platten sind.



Dehnungsrisse



Bahnen liegen vollflächig verschweißt, verklebt, d. h. kraftschlüssig auf der Fläche. Es wurde über Fugen und Risse gearbeitet.	Eine 0,1 cm (1 mm) breite Bahn soll Dehnungen z. B. von 0 bis 4 mm überbrücken. Ergebnis: ein Riss. Auch vollelastische Bahnen reißen aufgrund von Materialermüdung.



Die Dehnung wird überbrückt, (aufgenommen) ohne Rissbildung und Überdehnung/Riss infolge Materialermüdung.	Eine 200-mm-Bahn nimmt auf Dauer Dehnungen von 0 bis 4 mm problemlos auf.

Diese Dehnungen – thermisch und materialbedingt – vollziehen sich zu jeder Jahres- und Tageszeit. Siehe eigenes Kapitel über die Temperatur auf dem Dach. Mit einem Schleppstreifen – seine Breite ist abhängig von der Rissbreite – ist das Problem komplett gelöst.

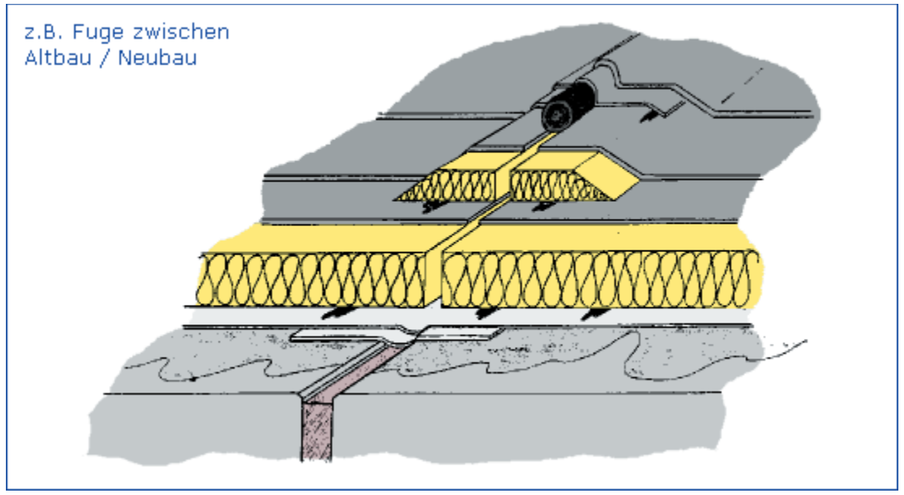
5.3.7. Gebäudedehnungsfugen

Diese Fugen sind vom Problem her gleich wie normale Dehnungsrisse, aber durch die wesentlich stärkeren Bewegungen ist der Aufbau komplizierter.

Bewegungsausgleich durch

Vergrößerung der Dehnstrecke und daher geringere Belastungen

Ergebnis: ein dichtes Dach

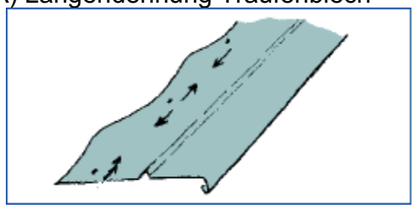


Weder eine vollflächige noch eine kraftschlüssige Verklebung im Dehnungsbereich. Hier liegt als Erstes ein lose verlegter Schleppstreifen auf! Die Konstruktion kann sich dehnen und Dehnung wird überbrückt.

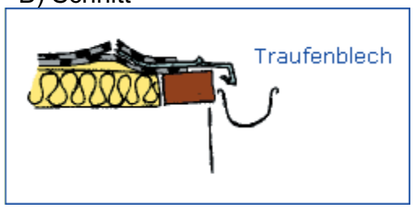
5.3.8. Dehnungen im Traufenbereich (Sonderform von Dehnungsriss)

Das Blech dehnt sich aus und wölbt sich nach oben aufgrund fehlender Fugen. Die genagelten Stellen bilden Fixpunkte. Bei Ausdehnung im Sommer aufgrund von Hitze besteht kein Platz für Ausdehnung und das Blech wellt sich. Dadurch schneidet das Blech die Dachhaut durch.

1) A) Längendehnung Traufenblech

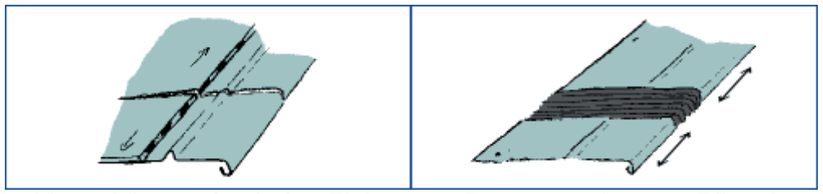


B) Schnitt



2) Gerissene Lötnaht

Aufgrund fehlender Dehnungsfugen reißt bei Kontraktion aufgrund von Kälte die Lötnaht als starre Verbindung auf. Die darüberliegende Dachhaut reißt infolge einer Überdehnung und/oder Materialermüdung (bei elastischen Materialien).



Beide Probleme können durch den Einbau von Bewegungsfugen (=Dilatationsfugen), kombiniert mit anderen mechanischen Befestigungen, gelöst werden.

Dilatationsfuge: Das Traufenblech wird unterbrochen von Elementen mit Gummieinsätzen, welche die Längsdehnungen aufnehmen. (Die Gummielemente neigen aber nach Jahren dazu zu reißen aufgrund der Versprödung durch den Verlust der Weichmacher, wobei die Elastizität geringer wird bzw. verloren geht, verbunden mit Materialermüdung. Die Fugenelemente müssten daher ausgewechselt oder saniert werden.)

5.4. Sonstige Beanspruchung

5.4.1. Umwelteinflüsse	Chemische Einflüsse, Emissionen, biologische Einflüsse wie Algen, Humus, Flugsamen, Feuchtigkeit, Fäulnis, Pflanzenbewuchs.
5.4.2. Natürliche Alterung	Fotochemische Einflüsse, UV-Strahlen, Sauerstoff, Feuchtigkeit, Wärme, destillative Alterung.

Bei den Einwirkungen auf dem Dach ist ersichtlich, dass wir es hier mit mehreren Überschneidungen zu tun haben.

Die Einwirkungen funktionieren nicht für sich alleine, sondern zusammen, wodurch der Effekt oft nicht nur linear vergrößert wird, sondern sogar potenziert wird – und dann mit verheerenden Folgen!

Ein Beispiel:

Kondensation kann nur dann entstehen, wenn sogleich ein Temperaturunterschied entstanden ist. Durch den Temperaturanstieg entsteht eine mechanische Beanspruchung, z. B. Form- oder Längenveränderung, welche in der Folge z. B. einen Riss in der Dachhaut verursacht und somit kann Feuchtigkeit, Niederschlagswasser, in das Dach eindringen.

Die Einwirkungen werden im Einzelnen nur kurz behandelt, da durch sie – aufgrund mehrerer Ursachen – Schäden entstehen, welche in späteren Kapiteln erläutert werden mit einem Hinweis auf vorbeugende Maßnahmen.

Eine Dachsanierung bedeutet, das ganze Umfeld des Daches zu berücksichtigen.

Die Einwirkungen auf dem Dach sind sehr wichtig bei der Ermittlung von:

Schadensbild **Schadensursachen** **Schadensbehebung**

Die anschließende Frage ist:

Welches System/Dachabdichtung entspricht am besten den für diesen Bau erstellten Anforderungskatalog aufgrund des Schadensbildes und der ermittelten Ursachen des Schadens?

5.4.1. Umwelteinflüsse

Hierunter sind physikalische, chemische, biologische und sonstige Umwelteinflüsse zu verstehen.

Fotochemische Einflüsse, strahlende Wärme, kombinierte und wechselweise Einwirkung von Wärme, Sauerstoff, Feuchtigkeit, UV-Strahlung und Ozon bewirken eine natürliche Alterung.

Die Lösungen von Stoffen und Gasen, die in der Atmosphäre auftreten (Emissionen), sammeln sich durch Ablagerungen von Staub, Schmutz, Algen, Humus und Samen auf den Dachflächen. Hier entsteht oft in Zusammenhang mit Krusten, die auf der Abdichtung verblieben sind, nachdem das Niederschlagswasser getrocknet ist, und Ablagerungen von Flugsamen, unter Umständen Pflanzenwuchs, deren Wurzeln die Abdichtung durchdringen können. Die Krustenbildung kann z. B. die Folien beschädigen oder zu Rissen in der Dachhaut führen. Ablagerungen sind auch Nährboden für Bakterien und Mikroben.

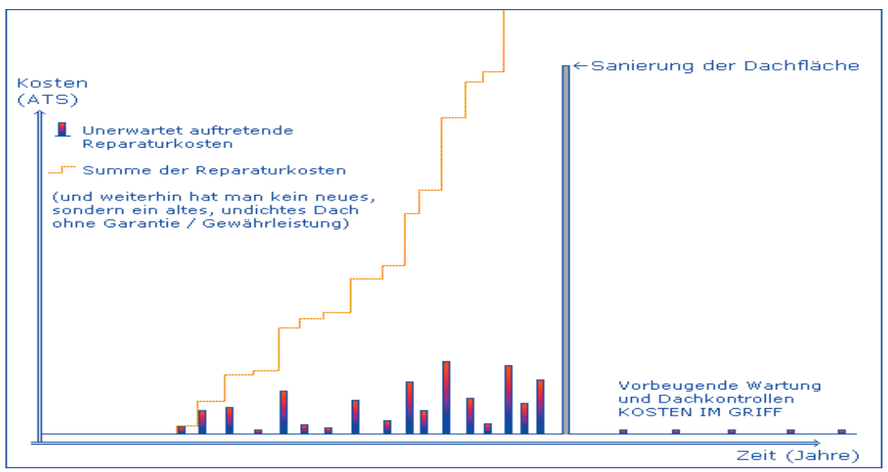
5.4.2. Natürliche Alterung

Eine erforderliche Dachsanierung aufgrund natürlicher Alterung ist bei Flachdächern, ob bei Privatgebäuden oder im Handel, Gewerbe und Industrie, leider sehr selten die Ursache für die Sanierung.

Ein Flachdach sollte eine mittlere Lebensdauer von **mindestens 25 Jahren** aufweisen.

ALTERSPROFIL EINER DACHEINDECKUNG

Abbau der Dachhaut bedeutet: „Wie altert die Dacheindeckung?“



Ab einem gewissen Zeitpunkt häufen sich die Schäden.
Am Ende der Nutzungszeit muss geplant werden, ob:

1. Wird das gesamte Dach
   a. komplett saniert oder
   b. nur in Teilflächen saniert oder
   c. (evtl. falls möglich) nur lokal (örtlich begrenzt) repariert und abgedichtet?

2. Wird eine Neueindeckung in Erwägung gezogen (Altes weg und Neues bauen/ neu eindecken)?

3. Wird das Gebäude abgerissen und das Dach nicht mehr repariert?

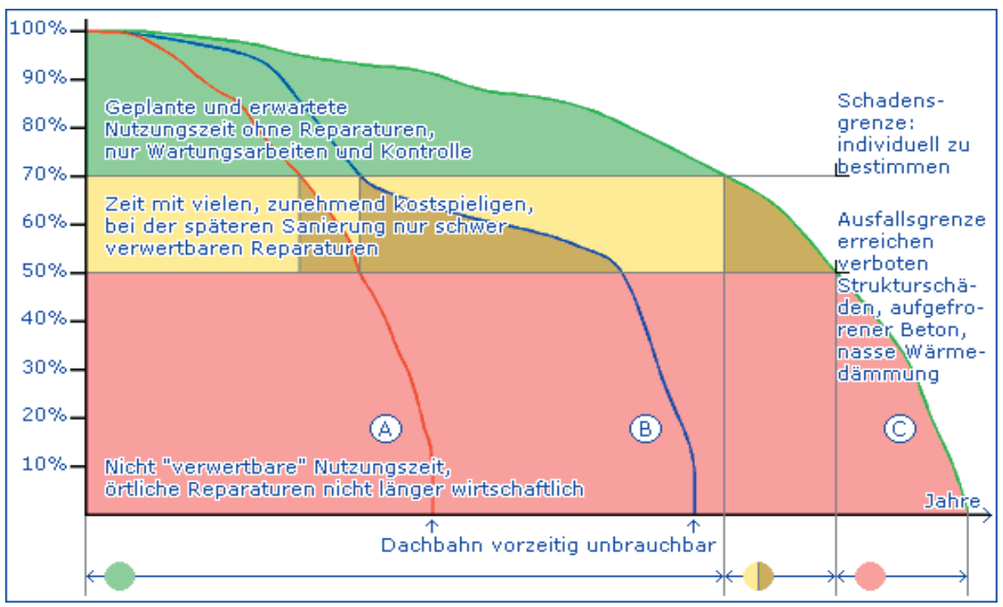
Eine zu spät durchgeführte Sanierung – vor allem eines Daches, welches die darunterliegende große Investition schützen soll – kann sehr kostspielig werden. Daher sollte vorbeugend mit einem langfristigen Wartungsplan gearbeitet werden, um sich vor teuren Überraschungen zu schützen.

Z. B. mit Wartungsverträgen und jährlichen Kontrollen durch den Schwarzdecker/Bauwerksabdichter/Dachdecker hat man die Wartungskosten im Griff.

5.4.3. Alterungsprofil der Dacheindeckung

Nur mit örtlichen Reparaturen, ohne die bestehende Fläche komplett zu sanieren, z.B.

3 verschiedene Alternativen für die Dachsanierung

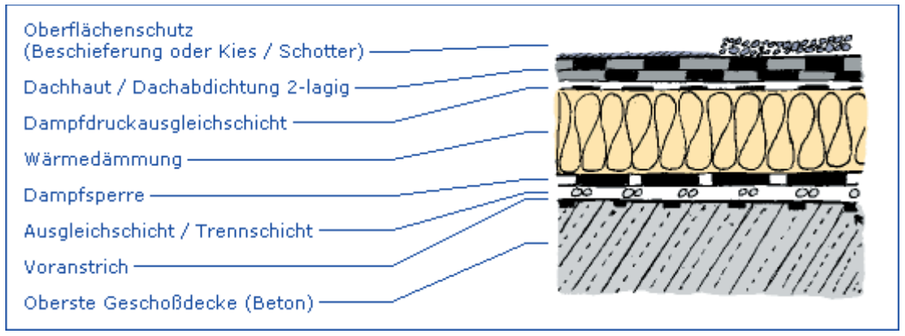


A) Die Dacheindeckung ist als solche nicht geeignet. Die Schadensgrenze wird zu schnell erreicht. Örtliche Reparaturen haben keinen Nutzen. Hier wird die Ausfallsgrenze trotz Reparaturen so schnell erreicht, sodass ein neues Dach, eine Komplettsanierung, die einzig richtige Lösung ist.

B) Die Schadensgrenze wird auch hier schnell erreicht. Diese Dacheindeckung ist aber vom Werkstoff her reparaturfähig und kann daher durch Reparaturen künstlich „am Leben“ gehalten werden. Hier heißt die sinnvolle Lösung: Besser ein Ende mit Schrecken als ein Schrecken ohne Ende. Die laufenden Reparaturen sind insgesamt, auf Sicht, fast höher als eine Sanierung.

C) Die Schadensgrenze wird erst am Ende der erwarteten Lebensdauer erreicht (normalerweise mindestens 25 Jahre). Man kann daher rechtzeitig planen und die Sanierung im Budget aufnehmen.

6. Schichtenaufbau einer Flachdachabdichtung
Aufgaben und Funktionen der einzelnen Schichten



Oberflächenschutz (Beschieferung oder Kies/Schotter)

Evtl. Schutzvlies/Trennvlies

Dachhaut, Dachabdichtung 2-lagig bzw. 1-lagige Folie

Wärmedämmung

Dampfsperre

Ausgleichsschicht/Trennschicht

Voranstrich

Deckenkonstruktion z. B. oberste Geschossdecke aus Beton

Was ist eine Dachabdichtung?

Eine Dachabdichtung ist der oberste, flach oder flach geneigte Bauteil zum Schutz eines Bauwerkes gegen Niederschlagswasser. Diese besteht aus einer wasserundurchlässigen Schicht, welche über die gesamte Dachfläche, einschließlich der Hochzüge und Einbindungen (An- und Abschlüsse), reicht. Dazu gehören auch Dachdurchdringungen und Fugenausbildungen.

6. 1. Voranstrich

Ein Voranstrich soll grundsätzlich verwendet werden. Der Voranstrich hat die Aufgabe, Staubbinder und Haftbrücke für die nachträglich aufzubringenden Schichten zu sein.

Für Dachsysteme auf Bitumenbasis, z. B. mit Polymerbitumen, wird meistens ein lösungsmittelhaltiger Voranstrich aufgetragen, und zwar mittels Bürste (Streichverfahren), Roller (wobei dieses Verfahren meistens etwas zu wenig

Voranstrich auf die Fläche bringt, um z. B. eine alte Dachpappe etwas zu reaktivieren. Die alte Dachpappe ist stark ausgelaugt und ausgetrocknet und daher müsste in diesem Falle etwas mehr aufgetragen werden) oder Spritzverfahren.

Der Verbrauch liegt normalerweise zwischen 0,2 bis 0,7 Liter/m², je nach Flächenbeschaffung und Oberflächenmaterial (Dachpappe, Beton, Trapezbleche, Gasbeton).

Die trocknungsbedingte Wartezeit ist unbedingt einzuhalten. Die Auftragung soll grundsätzlich satt und vollflächig auf der Dachfläche erfolgen.

Ein Voranstrich auf Emulsionsbasis ist vielleicht umweltfreundlicher, aber Bitumenemulsionen sind weniger geeignet als Voranstrich und Haftbrücke aufgrund der geringeren Anhaftung und somit der Gefahr einer späteren Blasenbildung z. B. auf Beton oder alter Dachpappe.

Die Eignung der Flächenbeschaffung – eine ebene, gereinigte und trockene Oberfläche – muss vor dem Auftragen vom Verleger nach ONORM B 3691 kontrolliert werden.

6.2. Trenn- und Ausgleichsschicht

Eine Ausgleichsschicht kann eine eigene Lage darstellen bzw. indirekt hergestellt werden durch eine nicht kraftschlüssige (vollflächig verklebte) Verlegung der Dampfsperre/-bremse/Diffusionsdichte-Lage (siehe nächstes Kapitel/ nächste Lage).

Die Ausgleichsschicht dient dazu:

Die Dachabdichtung (Folgelagen) vor chemischen Einwirkungen durch die Unterlage zu schützen

Kleine Unebenheiten und Rauigkeiten zu überbrücken und die Folgelagen vor mechanischen Beschädigungen zu schützen

Die Übertragung von kleinen Spannungs- und/oder Schwundrissen in die Folgelagen der Dachabdichtung zu verhindern

Die Trenn- und/oder Ausgleichsschicht wird hergestellt durch:

Eine lose Verlegung bzw. durch punkt- oder streifenweise Verklebung einer geeigneten Dampfsperre/-bremse

Eine Lochglasvlies-Bitumenbahn



Reine Trennlagen wie z. B. Rohglasvlies, Kunststoffvlies, Schaumstoffmatten, Polyethylenfolien, Dachbahnen.

6.3. Dampfbremse/Dampfsperre

Wasserdampf-Diffusionssperre, diffusionshemmende Schicht

Diffusionssperren haben den Feuchte- und Dampfdurchgang von der warmen zur kalten Seite, also meistens von innen nach außen, zu unterbinden.

Das Leben auf unserem Planeten ist von der Fähigkeit der Luft, Wasser aufzunehmen, es zu transportieren und wieder abzugeben, abhängig.

Luft kann bei +22° C bis zur Sättigung 19,4 g/m³ Wasser aufnehmen. Bei +/-0° C kann sie aber nur 4,84 g/m³ Wasser bis zur Sättigung aufnehmen.

Bei unterschiedlichen Temperaturen entstehen daher unterschiedliche Teildrücke und so sucht diese Wasserdampfmenge den Druckausgleich.

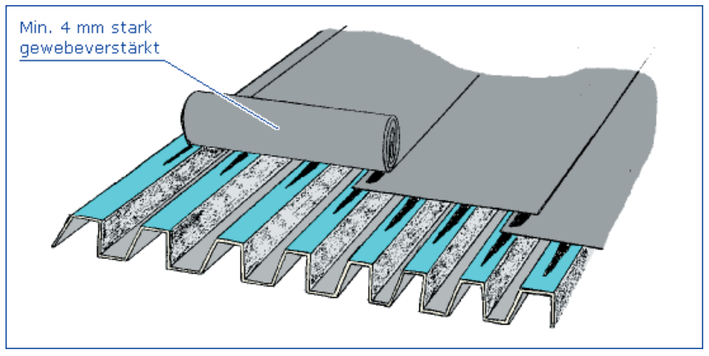
Diesen Vorgang nennt man Diffusion, bei der nach „Daltons Gesetz der Gasgemische“ eine Gaswanderung von der Zone des höheren Dampfdrucks zur Zone des niederen Dampfdrucks erfolgt.

Weil die Wasserdampfmoleküle lediglich eine Größe von:

0,28 nm (Nanometer) = 0,3 Millionstel Millimeter

haben, durchdringen diese nahezu sämtliche Stoffe, außer Glas und Metalle.

Wenn zur Dachabdichtung Werkstoffe mit hohen Diffusionswiderstandsfaktoren verwendet werden, ist zwangsläufig eine Diffusionssperre im Schichtenaufbau nach der Decke und vor der Wärmedämmung einzubauen, wenn in den Innenräumen mit erhöhter Luftfeuchtigkeit (= 60 %) und Außentemperaturen bis -20° C zu rechnen ist.



Sehr wichtig ist hierbei die Funktionsfähigkeit und richtige Bemessung der Dampfsperre, denn sonst sind Schäden zwangsläufig. Zu den Schwachpunkten bei den Dampfsperren gehören insbesondere Perforationen (während der Bauphase) sowie nicht ausreichend verklebte Überlappungen bei den Nähten und Stößen, auch unsachgemäße undichte Anschlüsse/Einbindungen an Durchdringungen, an Wand- bzw. Attikaabschlüssen, Lichtkuppeln usw.

Durch den bestehenden Partialdruck setzt sich der Diffusionsvorgang selbst bei kleinsten Löchern in der Dampfsperre wie durch eine Düse an dieser Stelle fort – mit immer wieder verheerenden Folgen.

Stahltrapez-Leichtdach-Konstruktionen sind, obwohl sie früher oft so verwendet und bezeichnet wurden, absolut keine diffusionsdichten Konstruktionen, denn die Überlappungen der Bleche sowie Bohrungen und Verschraubungen sind für den Diffusionsvorgang mehr als ausreichend, um das Partialdruckgefälle abzubauen. Bei einem Diffusionsvorgang kommt es bei größeren Fugen zu einer Feuchtemitführung durch Konvektion (Wärmemitführung durch Umwälzung von Teilchen mit Luft).

Es sollte bei Neueindeckungen (Warmdach-Normalaufbau, keine Umkehrdächer) immer eine Dampfsperre/ diffusionsverhindernde Lage verlegt werden. Es ist erforderlich, eine Dampfsperre anzubringen, wenn darunter klimatisierte Räume liegen bzw. Räume mit hoher Luftfeuchtigkeit (über 20° C Raumtemperatur und 60 % Luftfeuchtigkeit).
Empfohlen wird eine Dampfsperre von 4 mm Dicke und eine Vlies- bzw. Gewebeeinlage, um mechanische Schäden bei der Verlegung und den anschließenden Arbeiten zu vermeiden.

Betrachtet man die hohen Diffusionswiderstandszahlen der Dachabdichtungsbahnen, so ist verständlich, dass Luftfeuchtigkeit, die einmal vom Inneren eines Raumes in den Dämmstoff eindiffundierte, kaum mehr eine Möglichkeit hat, durch die Dachabdichtung hindurchzudiffundieren. Die Wasserdampfmoleküle im Taupunktbereich fallen als Kondensat aus und verharren so lange im Dämmstoff, bis durch ein umgekehrtes Temperaturgefälle eine Rückwanderung entsteht und es somit zu einer Minderung der Feuchtigkeit oder zu einer Austrockung kommt.

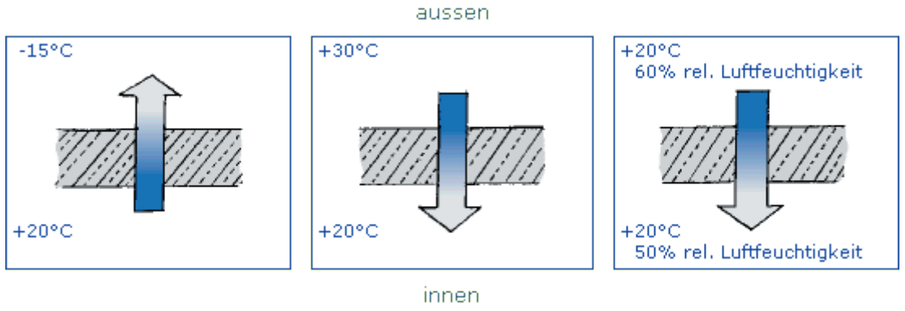
Als Folge einer Durchfeuchtung des Dämmstoffes verschlechtert sich die Dämmwirkung und somit verlagert sich der Taupunkt. Bei einer mittleren Jahresisotherme, die unter der Innenraumtemperatur in unseren Breitengraden liegt, ist kaum eine wesentliche Rückwanderung durch Verdampfung zu erwarten. So ist allein schon aus dieser Tatsache eine Dampfdiffusionssperrschicht unter der Wärmedämmung eine unabdingbare Forderung, um Schäden zu vermeiden.

Als Alternative zu bituminösen Dampfsperren können auch Folien z. B. aus Polyethylen (PEHD) verwendet werden.

Feuchtigkeitsschutz (Dampfdiffusion) von unten nach oben: **DAMPFSPERRE**

Feuchtigkeitsschutz (Niederschlagswasser) von oben nach unten: **ABDICHTUNG** (bei Steildächern: Eindeckung)

Zusammenfassend kann man sagen, dass Wasserdampfdiffusion ein Ausgleichsprozess ist, bei dem Wasserdampfmoleküle aufgrund ihrer thermischen Eigenbeweglichkeit vom Ort des höheren Wasserdampfdrucks in Richtung des Druckgefälles, also in Richtung der geringeren Wasserdampfkonzentration, wandern (Zeichnung).



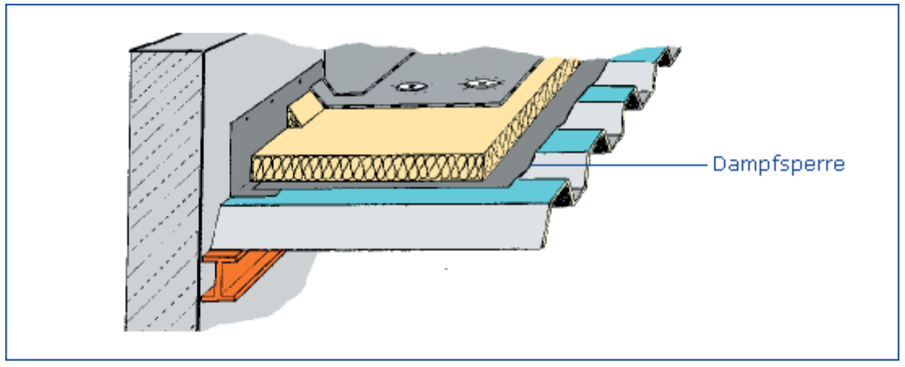
Bei jeder Neueindeckung (außer beim Umkehrdach) sollte eine Dampfsperre verlegt werden, um Kondensation von Wasser im Dachpaket zu verhindern. Dadurch hat man auch für eventuelle spätere Nutzungsänderungen des Gebäudes bereits vorgesorgt, sodass Nutzungsfeuchte aus dem Hausinneren nicht in das Dachpaket eindringen kann.

Nicht geeignet als Dampfsperre/-bremsen sind:

Dachpappe mit einer Rohpappeträgereinlage

Eine Dachpappen-Kaschierung auf Wärmedämmplatten

Dampfsperren sind an An- und Abschlüssen bis über die Dämmschicht zu führen und an Durchdringungen z. B. Rohrdurchführungen anzuschließen.



Wasserdampf-Diffusions-Widerstandszahl
(μ = Materialkennwert)

Der μ-Wert gibt an, wie viel Mal dichter ein Werkstoff gegenüber einer gleich dichten Luftschicht ist. Für Luft ist μ = 1. Diffusionsequivalente Luftschichtdichte = μ .d (d in Metern). Der Dampfdiffusionswiderstand ist also auch von der Schichtdicke abhängig.

(Mittelwerte verschiedener Produzenten):

Luft	1		
Mineralwolle		1,1	
Sand	2		
Holzwolle, Leichtbauplatten ca.		5	
Gipsputz	6		
Vollziegel	9		
Kork ca.	10		
Kalkzementputz		12	
Beton B 120	30		
Gasbeton	50		
Polystyrol (expandiert)	20 –	100	
Holzspanplatten	30 –	60	
Beton B 300	90		
Polystyrol (extrudiert)	100 –	300	
Fliesen	200		
Bitumenpapier einseitig beschichtet		580	
Bitumenvoranstrich		680	
Bitumenpapier beidseitig beschichtet		3000	Andere Tabelle:
Bitumenpappe nackt 333 DIN 52129	4100 –	18000	(3000)
Bitumenpappe nackt 500 DIN 52129	2600 –	16500	(10000)
PVC-weich	9100 –	24000	
Bitumenpappe 500 DIN 52128	7300 –	60000	
Bitumenpappe 333 DIN 52128	25000 –	79000	
ECB-Bahn 2,0 K DIN 16732	52500 –	74500	**Dampfbremsen**
ECB-Bahn 3,0 DIN 16732	36000 –	88500	μ < 100000
Polyethylenfolie		65000	
Bitumenpappe m/Alufolie 0,05 mm	265000		**Dampfsperren**
Polyethylenfolie-High-Density 0,4 mm	300000 –	580000	μ > 100000
PIB-Dachbahn 1,5 mm DIN 16731	385000 –	1750000	
Aluminiumfolie 125 g/m²	dampfdicht	ə	
Schaumglas	dampfdicht	ə	

Dampfsperre

1) Die früher traditionell aufgebauten Dächer mit 3 Lagen Bitumenbahnen sind als dampfdicht zu bezeichnen. s x d von 800 Meter (Luft) sind keine Seltenheit.

2) Hochpolymerbahnen (Kunststoffdachbahnen) erreichen je nach System s x d = 10 bis s x d = 300 Meter.

3) Kombinationslösungen Bitumenbahnen + bitumenverträgliche Kunststoffbahnen. Diese Kombination weist oft Werte von 200 bis 300 Meter auf und ist daher nahezu dampfdicht.

Wird nun ein Schichtenaufbau aus bauphysikalischen oder abdichtungstechnischen Gründen durchfeuchtet, so muss man etwas über das Austrocknungsverhalten durchfeuchteter Wärmedämmung wissen, um in der Lage zu sein, das Problem zu lösen.

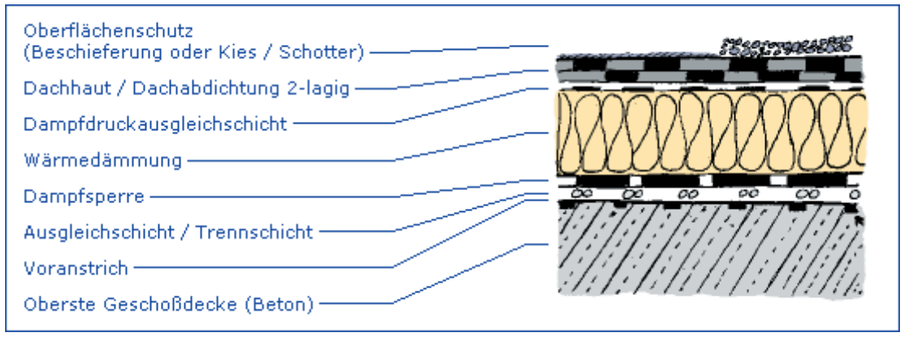
Gerade aufgrund der bei einer Sanierung vorkommenden hohen Dampfsperrwerte im Abdichtungspaket ist eine Austrocknung nach oben nahezu unmöglich. Daher spielt der Sperrwert der Dampfsperre beim Austrocknungsverhalten eine große Rolle.

Die Berechnungen und Erfahrungen zeigen, dass sehr lange Zeiträume für das Austrocknen eines Funktionsschichtenpakets (Dachpakets) erforderlich sind, falls dies im konkreten Fall überhaupt möglich ist.

Bei Sanierungen, bei welchen (eine) neue Lage(n) über die alte(n) gelegt wird bzw. werden, ist zu vermeiden, dass die neue Gesamt-Dachabdichtung (alte + neue Lagen) einen höheren Diffusionswiderstandswert aufweist als die vorhandene Dampfbremse/-sperre, da ansonsten mit hoher Wahrscheinlichkeit eine Kondensation im Dachpaket entstehen könnte.

Bei der Benützung von Schaumglas (nahezu absolut dampfdichter Dämmstoff) als Wärmedämmung kann die Dampfsperre entfallen, ebenso bei Umkehrdächern, da hier die Abdichtung die Funktion der Dampfsperre übernimmt.

6. Schichtenaufbau einer Flachdachabdichtung
Aufgaben und Funktionen der einzelnen Schichten



Oberflächenschutz (Beschieferung oder Kies/Schotter)

Evtl. Schutzvlies/Trennvlies

Dachhaut, Dachabdichtung 2-lagig bzw. 1-lagige Folie

Wärmedämmung

Dampfsperre

Ausgleichsschicht/Trennschicht

Voranstrich

Deckenkonstruktion z. B. oberste Geschossdecke aus Beton

Was ist eine Dachabdichtung?

Eine Dachabdichtung ist der oberste, flach oder flach geneigte Bauteil zum Schutz eines Bauwerkes gegen Niederschlagswasser. Diese besteht aus einer wasserundurchlässigen Schicht, welche über die gesamte Dachfläche, einschließlich der Hochzüge und Einbindungen (An- und Abschlüsse), reicht. Dazu gehören auch Dachdurchdringungen und Fugenausbildungen.

6. 1. Voranstrich

Ein Voranstrich soll grundsätzlich verwendet werden. Der Voranstrich hat die Aufgabe, Staubbinder und Haftbrücke für die nachträglich aufzubringenden Schichten zu sein.

Für Dachsysteme auf Bitumenbasis, z. B. mit Polymerbitumen, wird meistens ein lösungsmittelhaltiger Voranstrich aufgetragen, und zwar mittels Bürste (Streichverfahren), Roller (wobei dieses Verfahren meistens etwas zu wenig

Voranstrich auf die Fläche bringt, um z. B. eine alte Dachpappe etwas zu reaktivieren. Die alte Dachpappe ist stark ausgelaugt und ausgetrocknet und daher müsste in diesem Falle etwas mehr aufgetragen werden) oder Spritzverfahren.

Der Verbrauch liegt normalerweise zwischen 0,2 bis 0,7 Liter/m², je nach Flächenbeschaffung und Oberflächenmaterial (Dachpappe, Beton, Trapezbleche, Gasbeton).

Die trocknungsbedingte Wartezeit ist unbedingt einzuhalten. Die Auftragung soll grundsätzlich satt und vollflächig auf der Dachfläche erfolgen.

Ein Voranstrich auf Emulsionsbasis ist vielleicht umweltfreundlicher, aber Bitumenemulsionen sind weniger geeignet als Voranstrich und Haftbrücke aufgrund der geringeren Anhaftung und somit der Gefahr einer späteren Blasenbildung z. B. auf Beton oder alter Dachpappe.

Die Eignung der Flächenbeschaffung – eine ebene, gereinigte und trockene Oberfläche – muss vor dem Auftragen vom Verleger nach ONORM B 3691 kontrolliert werden.

6.2. Trenn- und Ausgleichsschicht

Eine Ausgleichsschicht kann eine eigene Lage darstellen bzw. indirekt hergestellt werden durch eine nicht kraftschlüssige (vollflächig verklebte) Verlegung der Dampfsperre/-bremse/Diffusionsdichte-Lage (siehe nächstes Kapitel/ nächste Lage).

Die Ausgleichsschicht dient dazu:

Die Dachabdichtung (Folgelagen) vor chemischen Einwirkungen durch die Unterlage zu schützen

Kleine Unebenheiten und Rauigkeiten zu überbrücken und die Folgelagen vor mechanischen Beschädigungen zu schützen

Die Übertragung von kleinen Spannungs- und/oder Schwundrissen in die Folgelagen der Dachabdichtung zu verhindern

Die Trenn- und/oder Ausgleichsschicht wird hergestellt durch:

Eine lose Verlegung bzw. durch punkt- oder streifenweise Verklebung einer geeigneten Dampfsperre/-bremse

Eine Lochglasvlies-Bitumenbahn



Reine Trennlagen wie z. B. Rohglasvlies, Kunststoffvlies, Schaumstoffmatten, Polyethylenfolien, Dachbahnen.

6.3. Dampfbremse/Dampfsperre

Wasserdampf-Diffusionssperre, diffusionshemmende Schicht

Diffusionssperren haben den Feuchte- und Dampfdurchgang von der warmen zur kalten Seite, also meistens von innen nach außen, zu unterbinden.

Das Leben auf unserem Planeten ist von der Fähigkeit der Luft, Wasser aufzunehmen, es zu transportieren und wieder abzugeben, abhängig.

Luft kann bei +22° C bis zur Sättigung 19,4 g/m³ Wasser aufnehmen. Bei +/-0° C kann sie aber nur 4,84 g/m³ Wasser bis zur Sättigung aufnehmen.

Bei unterschiedlichen Temperaturen entstehen daher unterschiedliche Teildrücke und so sucht diese Wasserdampfmenge den Druckausgleich.

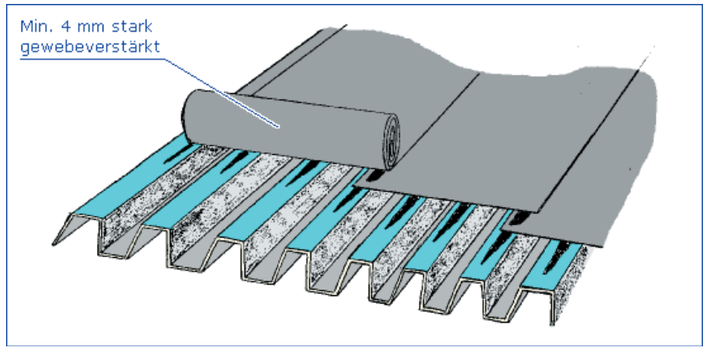
Diesen Vorgang nennt man Diffusion, bei der nach „Daltons Gesetz der Gasgemische“ eine Gaswanderung von der Zone des höheren Dampfdrucks zur Zone des niederen Dampfdrucks erfolgt.

Weil die Wasserdampfmoleküle lediglich eine Größe von:

0,28 nm (Nanometer) = 0,3 Millionstel Millimeter

haben, durchdringen diese nahezu sämtliche Stoffe, außer Glas und Metalle.

Wenn zur Dachabdichtung Werkstoffe mit hohen Diffusionswiderstandsfaktoren verwendet werden, ist zwangsläufig eine Diffusionssperre im Schichtenaufbau nach der Decke und vor der Wärmedämmung einzubauen, wenn in den Innenräumen mit erhöhter Luftfeuchtigkeit (= 60 %) und Außentemperaturen bis -20° C zu rechnen ist.



Sehr wichtig ist hierbei die Funktionsfähigkeit und richtige Bemessung der Dampfsperre, denn sonst sind Schäden zwangsläufig. Zu den Schwachpunkten bei den Dampfsperren gehören insbesondere Perforationen (während der Bauphase) sowie nicht ausreichend verklebte Überlappungen bei den Nähten und Stößen, auch unsachgemäße undichte Anschlüsse/Einbindungen an Durchdringungen, an Wand- bzw. Attikaabschlüssen, Lichtkuppeln usw.

Durch den bestehenden Partialdruck setzt sich der Diffusionsvorgang selbst bei kleinsten Löchern in der Dampfsperre wie durch eine Düse an dieser Stelle fort – mit immer wieder verheerenden Folgen.

Stahltrapez-Leichtdach-Konstruktionen sind, obwohl sie früher oft so verwendet und bezeichnet wurden, absolut keine diffusionsdichten Konstruktionen, denn die Überlappungen der Bleche sowie Bohrungen und Verschraubungen sind für den Diffusionsvorgang mehr als ausreichend, um das Partialdruckgefälle abzubauen. Bei einem Diffusionsvorgang kommt es bei größeren Fugen zu einer Feuchtemitführung durch Konvektion (Wärmemitführung durch Umwälzung von Teilchen mit Luft).

Es sollte bei Neueindeckungen (Warmdach-Normalaufbau, keine Umkehrdächer) immer eine Dampfsperre/ diffusionsverhindernde Lage verlegt werden. Es ist erforderlich, eine Dampfsperre anzubringen, wenn darunter klimatisierte Räume liegen bzw. Räume mit hoher Luftfeuchtigkeit (über 20° C Raumtemperatur und 60 % Luftfeuchtigkeit).
Empfohlen wird eine Dampfsperre von 4 mm Dicke und eine Vlies- bzw. Gewebeeinlage, um mechanische Schäden bei der Verlegung und den anschließenden Arbeiten zu vermeiden.

Betrachtet man die hohen Diffusionswiderstandszahlen der Dachabdichtungsbahnen, so ist verständlich, dass Luftfeuchtigkeit, die einmal vom Inneren eines Raumes in den Dämmstoff eindiffundierte, kaum mehr eine Möglichkeit hat, durch die Dachabdichtung hindurchzudiffundieren. Die Wasserdampfmoleküle im Taupunktbereich fallen als Kondensat aus und verharren so lange im Dämmstoff, bis durch ein umgekehrtes Temperaturgefälle eine Rückwanderung entsteht und es somit zu einer Minderung der Feuchtigkeit oder zu einer Austrockung kommt.

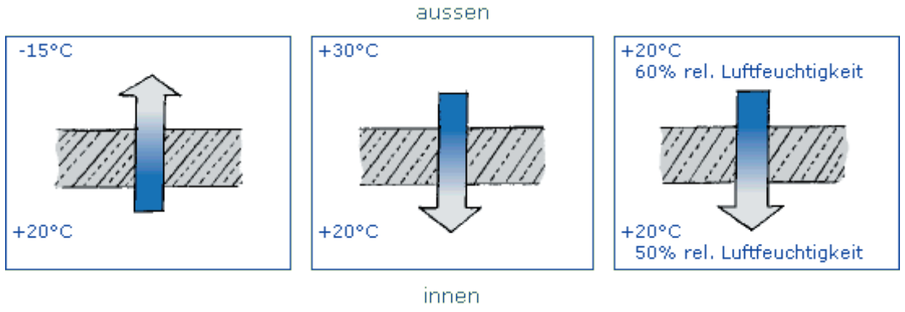
Als Folge einer Durchfeuchtung des Dämmstoffes verschlechtert sich die Dämmwirkung und somit verlagert sich der Taupunkt. Bei einer mittleren Jahresisotherme, die unter der Innenraumtemperatur in unseren Breitengraden liegt, ist kaum eine wesentliche Rückwanderung durch Verdampfung zu erwarten. So ist allein schon aus dieser Tatsache eine Dampfdiffusionssperrschicht unter der Wärmedämmung eine unabdingbare Forderung, um Schäden zu vermeiden.

Als Alternative zu bituminösen Dampfsperren können auch Folien z. B. aus Polyethylen (PEHD) verwendet werden.

Feuchtigkeitsschutz (Dampfdiffusion) von unten nach oben: **DAMPFSPERRE**

Feuchtigkeitsschutz (Niederschlagswasser) von oben nach unten: **ABDICHTUNG** (bei Steildächern: Eindeckung)

Zusammenfassend kann man sagen, dass Wasserdampfdiffusion ein Ausgleichsprozess ist, bei dem Wasserdampfmoleküle aufgrund ihrer thermischen Eigenbeweglichkeit vom Ort des höheren Wasserdampfdrucks in Richtung des Druckgefälles, also in Richtung der geringeren Wasserdampfkonzentration, wandern (Zeichnung).



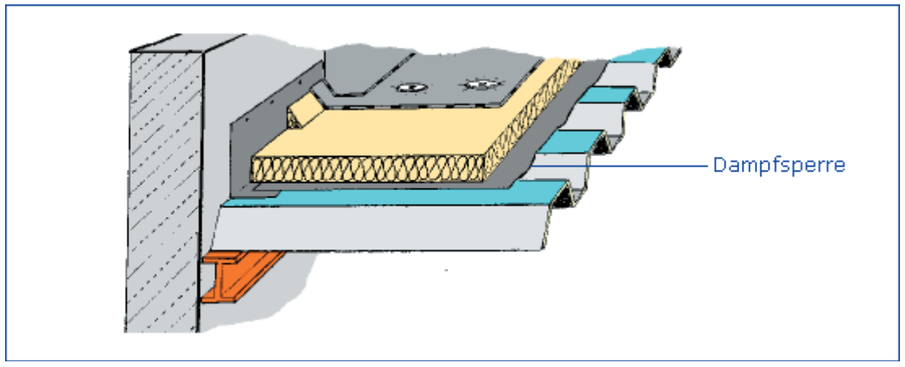
Bei jeder Neueindeckung (außer beim Umkehrdach) sollte eine Dampfsperre verlegt werden, um Kondensation von Wasser im Dachpaket zu verhindern. Dadurch hat man auch für eventuelle spätere Nutzungsänderungen des Gebäudes bereits vorgesorgt, sodass Nutzungsfeuchte aus dem Hausinneren nicht in das Dachpaket eindringen kann.

Nicht geeignet als Dampfsperre/-bremsen sind:

Dachpappe mit einer Rohpappeträgereinlage

Eine Dachpappen-Kaschierung auf Wärmedämmplatten

Dampfsperren sind an An- und Abschlüssen bis über die Dämmschicht zu führen und an Durchdringungen z. B. Rohrdurchführungen anzuschließen.



Wasserdampf-Diffusions-Widerstandszahl
(μ = Materialkennwert)

Der μ-Wert gibt an, wie viel Mal dichter ein Werkstoff gegenüber einer gleich dichten Luftschicht ist. Für Luft ist μ = 1. Diffusionsequivalente Luftschichtdichte = μ .d (d in Metern). Der Dampfdiffusionswiderstand ist also auch von der Schichtdicke abhängig.

(Mittelwerte verschiedener Produzenten):

Luft	1	
Mineralwolle		1,1
Sand	2	
Holzwolle, Leichtbauplatten ca.		5
Gipsputz	6	
Vollziegel	9	
Kork ca.	10	
Kalkzementputz		12
Beton B 120	30	
Gasbeton	50	
Polystyrol (expandiert)	20 –	100
Holzspanplatten	30 –	60
Beton B 300	90	
Polystyrol (extrudiert)	100 –	300
Fliesen	200	
Bitumenpapier einseitig beschichtet		580
Bitumenvoranstrich		680
Bitumenpapier beidseitig beschichtet		3000
Bitumenpappe nackt 333 DIN 52129	4100 –	18000
Bitumenpappe nackt 500 DIN 52129	2600 –	16500
PVC-weich	9100 –	24000
Bitumenpappe 500 DIN 52128	7300 –	60000
Bitumenpappe 333 DIN 52128	25000 –	79000
ECB-Bahn 2,0 K DIN 16732	52500 –	74500
ECB-Bahn 3,0 DIN 16732	36000 –	88500
Polyethylenfolie		65000
Bitumenpappe m/Alufolie 0,05 mm	265000	
Polyethylenfolie-High-Density 0,4 mm	300000 –	580000
PIB-Dachbahn 1,5 mm DIN 16731	385000 –	1750000
Aluminiumfolie 125 g/m²	dampfdicht	ə
Schaumglas	dampfdicht	ə

Andere Tabelle:
(3000)
(10000)

Dampfbremsen
μ < 100000

Dampfsperren
μ > 100000

Dampfsperre

1) Die früher traditionell aufgebauten Dächer mit 3 Lagen Bitumenbahnen sind als dampfdicht zu bezeichnen. s x d von 800 Meter (Luft) sind keine Seltenheit.

2) Hochpolymerbahnen (Kunststoffdachbahnen) erreichen je nach System s x d = 10 bis s x d = 300 Meter.

3) Kombinationslösungen Bitumenbahnen + bitumenverträgliche Kunststoffbahnen. Diese Kombination weist oft Werte von 200 bis 300 Meter auf und ist daher nahezu dampfdicht.

Wird nun ein Schichtenaufbau aus bauphysikalischen oder abdichtungstechnischen Gründen durchfeuchtet, so muss man etwas über das Austrocknungsverhalten durchfeuchteter Wärmedämmung wissen, um in der Lage zu sein, das Problem zu lösen.

Gerade aufgrund der bei einer Sanierung vorkommenden hohen Dampfsperrwerte im Abdichtungspaket ist eine Austrocknung nach oben nahezu unmöglich. Daher spielt der Sperrwert der Dampfsperre beim Austrocknungsverhalten eine große Rolle.

Die Berechnungen und Erfahrungen zeigen, dass sehr lange Zeiträume für das Austrocknen eines Funktionsschichtenpakets (Dachpakets) erforderlich sind, falls dies im konkreten Fall überhaupt möglich ist.

Bei Sanierungen, bei welchen (eine) neue Lage(n) über die alte(n) gelegt wird bzw. werden, ist zu vermeiden, dass die neue Gesamt-Dachabdichtung (alte + neue Lagen) einen höheren Diffusionswiderstandswert aufweist als die vorhandene Dampfbremse/-sperre, da ansonsten mit hoher Wahrscheinlichkeit eine Kondensation im Dachpaket entstehen könnte.

Bei der Benützung von Schaumglas (nahezu absolut dampfdichter Dämmstoff) als Wärmedämmung kann die Dampfsperre entfallen, ebenso bei Umkehrdächern, da hier die Abdichtung die Funktion der Dampfsperre übernimmt.

6.4. Wärmedämmung
Wärmeschutz, U-Wert – was ist das?

Ohne zu technisch zu werden, erklären wir kurz einige Grundbegriffe:

Wärmeleitfähigkeit (dies ist eine Stoffeigenschaft)

λ = W /(m.°K) (Watt pro Meter und Grad Kelvin)

Die Wärmeleitfähigkeit ist jene Wärmemenge, die pro Sekunde durch 1 m² einer 1 m dicken Schicht strömt, wenn die Temperaturdifferenz zu beiden Seiten der Schicht 1° K beträgt.

Niedriger λ-Wert = gute Wärmedämmung
Hoher λ-Wert = schlechte Wärmedämmung

Wärmedurchlasswiderstand (R-Wert)

(R_t = m².K/W) $R = d/\lambda n$

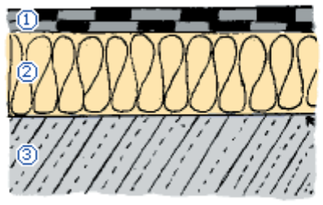
d = Dicke in Meter
λn = Rechenwert der Wärmeleitfähigkeit

Der Wärmedurchlasswiderstand ist eine Kennzahl für Bauteile und gibt die Wärmedämmfähigkeit einer Bauteilschicht an. Der R-Wert berücksichtigt daher neben der materialspezifischen Wärmeleitfähigkeit auch die Schichtdicke. Durch Addition der R-Werte der einzelnen Schichten ermittelt man den Gesamt-Wärmedurchlasswiderstand eines mehrschichtigen Aufbaues.

$$\Sigma R_t = R_t① + R_t② + R_t③$$

$$= \frac{0{,}008}{0{,}18} + \frac{0{,}08}{0{,}035} + \frac{0{,}12}{1{,}5}$$

$$= \underline{\qquad\qquad} \; m^2 \cdot K/W$$



Dachhaut 0,8 cm
λ = 0,18

Wärmedämmung 8 cm
λ = 0,035

Betondecke 12 cm
λ = 1,5

Wärmeübergangskoeffizient

Der Wärmeübergangskoeffizient gibt an, welche Wärmemenge pro Sekunde von 1 m² eines Stoffes auf die berührende Luft (oder umgekehrt) übertragen wird, wenn der Temperaturunterschied zwischen Luft und Stoffoberfläche 1° K beträgt.

αi innen Einheit: W/(m².K)

αa außen

Wärmeübergangswiderstand

$\frac{1}{\alpha_i}$ oder $\frac{1}{\alpha_a}$ Einheit: m².K/W

Der Wärmeübergangswiderstand ist der Kehrwert des Wärmeübergangskoeffizienten. Neben den Wärmedurchlasswiderständen der einzelnen Bauschichten stellen äußere und innere Wärmeübergangswiderstände für den Wärmestrom ein zusätzliches Hindernis dar.

Wärmedurchgangskoeffizient (U-Wert): Formelzeichen U Einheit: W/(m.K)

Der U-Wert ist ein Maß für die Wärmeverluste eines Bauteiles. Ebenso wie der Wärmedurchlasswiderstand (R-Wert) wird er zur wärmetechnischen Charakterisierung von Bauteilen herangezogen. Der U-Wert hängt vom Material und der Dicke des Materials/Baustoffes/Bauteiles ab. Der U-Wert ist ein Maß für den Wärmestrom. Er gibt an, welche Wärmemenge in 1 Sekunde durch 1 m² eines Bauteiles bei einer Temperaturdifferenz von 1° K der Luft zu beiden Seiten des Bauteiles übertragen wird.

Der U-Wert wird über dessen Kehrwert nach folgender Formel ermittelt:

$$\frac{1}{U} \quad \frac{1}{\alpha_i} + \Sigma R_t + \frac{1}{\alpha_a}$$

Hoher U-Wert = hohe Wärmeverluste

Niedriger U-Wert = geringe Wärmeverluste

Wärmeleitfähigkeit der wichtigsten Baustoffe, unverbindliche Werte in W/(m.K)

Massive Bauteile:	Stahlbeton	2,0 – 2,3
	Beton	1,5
	Hohlziegel	0,5
	Holz	0,15 – 0,2
Decken:	Betonhohldecke	1,0
	Ziegelhohldecke	0,6
	Holzbalkendecke	0,96
	Estrich	1,4
Dämmstoffe:	Korkplatte	0,05
	Mineralwolle	0,032 – 0,041
	Extrud. Polystyrol	0,031 – 0,036
	Expand. Polystyrol	0,035 – 0,041
	Polyurethan	0,035
	Luft (ruhend)	0,02
Dacheindeckung:	Dachpappe	0,17
	Faserzementplatte	0,4
	Folie (PE)	0,23
	Kies	1,3

Niedriger λ-Wert = gute Wärmedämmung
Hoher λ-Wert = schlechte Wärmedämmung

Bei den Wärmedämmplatten wurde also die gleiche Entwicklung beobachtet wie bei den Dacheindeckungsmaterialien. Viele verschiedene Materialien wurden entwickelt, aber nur wenige haben sich behaupten können. Allein die Problematik der Unverträglichkeit zwischen dem gewählten Dämmstoff und der Dachhaut verursachte viele Bauschäden (kommt heute aber nur selten vor).

Es gibt aber heute noch ungelöste Probleme, da für „neue“ Baustoffe Erfahrungswerte über lange Zeiträume fehlen. Zwischen den schönen Laborwerten und den Ergebnissen aus der rauen Praxis auf dem Dach liegen immer noch Welten.

Als ein wesentlicher Bestandteil des Wärmeschutzes für das Gebäude hat die Wärmedämmung folgende Aufgaben:

Temperaturbedingte Dehnungen, Spannungen und Rissbildungen in der Dachkonstruktion zu verringern bzw. stark herabzusetzen.

Wärmeverluste und Temperaturschwankungen des Gebäudes einzuschränken.

Die Dachkonstruktion in Verbindung mit der Dampfsperre vor einem unzulässigen Maß an Tauwasseranfall zu schützen.

Die Dämmstoffe sind stark unterschiedlich: Bei gleicher Dicke gibt es unterschiedliche Dämmwerte (U-Werte) und Eigenschaften: weich, elastisch oder glashart bzw. leicht brüchig. Mit oder ohne Falz, mechanisch befestigt, verklebt, lose verlegt mit Auflast usw. je nach den verschiedenen produktspezifisch abgestimmten Systemen.

Folgende Dämmmaterialien werden derzeit hauptsächlich verwendet, wobei die Wärmedämmung in 2 Anwendungsbereiche angeführt wird, und zwar jeweils für die Flächdächer als

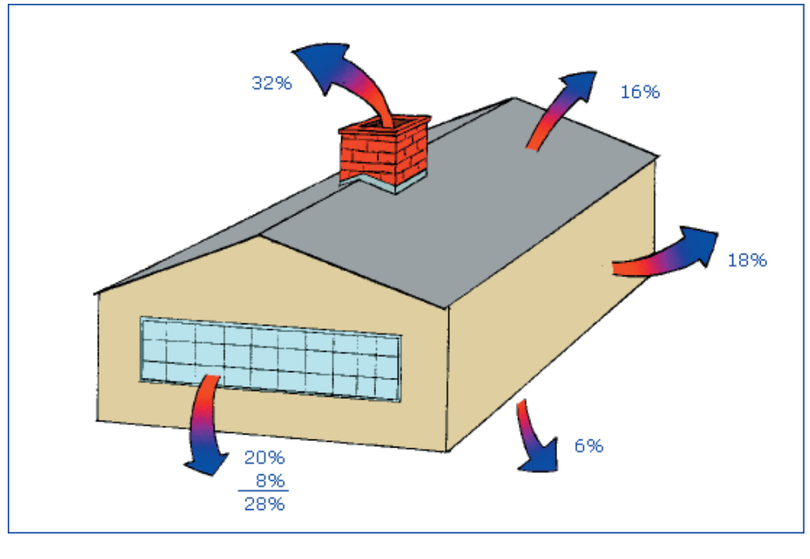
nicht druckbeanspruchte Wärmedämmung für hinterlüftete Dächer
bzw. druckbeanspruchte Wärmedämmung für Warmdächer und Terrassen.

Die Unterteilung erfolgt durch das Raumgewicht des Materials:

	Nicht druck-beanspruchtes Dach	Druckbeanspruchtes Dach, Warmdächer	
Polystyrol-Partikelschaum, EPS	25 kg/m³	35 kg/m³	ÖNORM B 6050
Polystyrol-Extruderschaum, XPS	25 kg/m³	35 kg/m³	ÖNORM B 6053
Polyurethan-Hartschaum	30 kg/m³	30 kg/m³	ÖNORM B 6055
Phenol-Harz-Hartschaum	30 kg/m³	35 kg/m³	DIN 18164
Faserdämmstoffe, Glaswolle	160 kg/m³	180 kg/m³	
Mineralwolle		220 kg/m³	ÖNORM B 6035
Dämmkork	120 kg/m³	120 kg/m³	ÖNORM B 6031
Schaumglas		130 kg/m³	ÖNORM B 6041

Jeder von diesen Dämmstoffen hat spezielle Eigenschaften, die je nach Bedarf gefragt oder unerwünscht sind.

WOHIN GEHT DIE WÄRME VERLOREN:



Andere Untersuchungen sagen:	Wände	25 – 33 %
(Werte abhängig von Bauweise)	Dach ……	15 – 25 %
	Fenster …	10 – 30 %
	Kamin …..	15 – 35 %

Anhand dieser Wärmeverluste wird die Wichtigkeit der Wärmedämmung ersichtlich. Für einen zukunftssicheren Wärmeschutz (Energie wird sicher nicht billiger, wobei die Kosten für die Dämmung auf Sicht den finanziellen Nutzen durch Energieeinsparung nicht übersteigen sollten) werden folgende Dämmstärken empfohlen:

Flachdach Wärmedämmung	150 – 250 mm starke
Geneigtes Dach Wärmedämmung	150 – 200 mm starke

Der empfohlene U-Wert für eine rationelle und preiswerte Energieverwendung:

Außenwand	U = 0,15 – 0,22 W/(m².K)
Fenster/Rahmen	U = 1,5 – 2,1 W/(m².K)
Dach	U = 0,13 – 0,19 W/(m².K)
Kellerwände	U = 0,4 – 0,5 W/(m².K)

WÄRMEDÄMMSTOFFE:

Der Einsatz von Dämmstoffen im Hochbau kam relativ spät. Zuerst war Kork als Dämmmaterial schon lange bekannt. Kork wurde geschrotet, wohl als erstes natürliches Material, mit Teerstoffen verbunden und zu Platten gepresst und geschnitten, um für Dächer verwendet zu werden.

Probleme der Befestigung und der Verklebung hat man erst langsam erkannt, als viele Dächer die Sturmböen nicht überlebten. Auch dass man eine Dampfsperre braucht, ist eine späte Erkenntnis: So führten Schwitzwasserbildungen unter der Dachhaut zu schlimmen Verrottungen im Kork, dessen Dämmwirkung sich total auflöste – und so viele Korkeichen, wie Kork gebraucht wurde, gab es auch bald nicht mehr.

Kunststoffe kamen erst nach dem 2. Weltkrieg mehr und mehr als „Ersatzstoffe“ auf. Mit Euphorie eingesetzt, gab es auch hier jede Menge schlimmer Erfahrungen.

Die Bauphysik, als relativ neuer Forschungszweig, kam dann durch die unzähligen Schadensfälle, welche die erforderlichen Konsequenzen aufzeigten, zu Erkenntnissen. Die gefundenen Ursachen ergaben dann die notwendigen Maßnahmen, welche zu ziehen wären. Diese wurden dann mit Zeitverzögerung zum Stand der Technik und noch später zu einer Norm.

Die Mindestanforderungen für den Wärmeschutz in den Dächern sind in der ÖNORM B 8110 „Hochbau, Wärmeschutz“ festgelegt.

Wärmedämmung:

Der Wärmeschutz eines Dämmmaterials beruht auf der Dämmwirkung der eingeschlossenen und ruhenden Luftzonen im Dämmstoff sowie auf der Wärmeleitfähigkeit des Materials.

Wärmedämmung:

- spart Energie (begrenzt Wärmeverlust eines Gebäudes),

- verhindert Tauwasserbildung an der Deckenunterseite und

- verhindert Temperaturverformungen bzw. Längenänderungen aller Bauteile – und vermeidet dadurch einen konstruktiven Mehraufwand.

Eine andere Art der Längenänderungen sind z. B. herstellungsbedingte temperaturunabhängige Längenänderungen durch Schrumpf bei EPS (expandiertes Polystyrol) oder temperatur- und feuchtigkeitsbedingte einseitige Formänderungen (z. B. Schüsseln von PUR-Platten bei Feuchte/Nässe).

Bei ordnungsgemäß abgelagerter Ware (Hartschaumstoff) sollte produktions-bedingter Schrumpf vor der Auslieferung ausgeschlossen sein. Mit kleinformatigen Platten verringern sich insgesamt die temperaturbedingten Längenänderungen.

Aus wirtschaftlichen Gründen haben Polystyrol-Dämmungen einen hohen Marktanteil. Wird aber besonderer Wert oder besondere Anforderungen auf Brandschutz und Schallschutz gestellt, sind die Funktionsschichten mit mineralischen Dämmstoffen herzustellen.

Sonderverfahren wie vor Ort hergestellte Wärmedämmungen (PUR-Ortschaum) haben einen sehr geringen Marktanteil und sind in aller Regel, wenn überhaupt, nur im Sanierungsfall anzutreffen. Dort ist wiederum die Anwendung derartiger Systeme auf wenige Sonderfälle begrenzt. Die unter anderem extreme Witterungs-abhängigkeit (Feuchtigkeit und Temperatur), der zwingend notwendige mehrschichtige Auftrag und das Tragen einer kompletten Schutzmontur für die Verarbeiter setzen dem Verbreitungsgrad dieser Techniken enge Grenzen.

Wir haben daher folgenden Gesamtanforderungskatalog an die Wärmedämmung. Je nach Bauvorhaben bzw. Sanierungsproblem entscheiden die gewünschten Anforderungen über die Art der einzusetzenden Wärmedämmung:

* Dämmwirkung (die wärmebrückenfreie Verlegung sollte gewährleistet sein). Achtung bei der Wahl der Platten, mit Falz oder 2-lagig lagenversetzte Verlegung (Mineralwolle/Glaswolle wird fugenlos pressgestoßen verlegt).
* säurebeständig
* Temperaturbeständigkeit muss ausreichend sein, minimum -25° C bis +85° C
* Formstabilität und Formbeständigkeit (keine Schrumpfung!)
* Maßbeständigkeit
* Wasserdichtigkeit (wasserabweisend)
* Feuchtigkeitsstabilität (Wasseraufnahme, wie viel über welchen Zeitraum?)
* Zugfertigkeit (verklebte Platten müssen ausreichende Eigenfestigkeit aufweisen aufgrund der Sogwirkung bei böigem Wind)
* Druckfestigkeit (nach künftiger Beanspruchung des Daches zu bemessen)
* Trittfestigkeit und Maßhaltigkeit als Unterlage für die Dachhaut
* Bearbeitbarkeit: Mit den üblichen Verarbeitungstechniken des Verlegers sollen die Dämmplatten „verlegbar“ sein
* Dampfdichtigkeit (z. B. Schaumglas)
* diffusionsoffen (z. B. Mineralwolle)
* alterungsbeständig

* absolut unverrottbar
* Schädlingssicherheit
* baubiologische Neutralität
* Darf nur mit behördlicher Zulassung (Brandschutz/Brennbarkeit) verlegt werden. Leicht entflammbare Wärmedämmung darf nicht verwendet werden
* Die Wärmedämmung soll genormt sein in Güte und Abmessungen
* Schalldämmung
* Möglichkeiten der Wiederverwertung bzw. wie kann sie entsorgt werden? Sondermüll? Kostenfrage?

Wärmedämmung. Wärmeleitfähigkeit nach DIN 4108, Teil 4

		W/(m.K)	Rohdichte kg/m³
Holzwolle-Leichtbauplatten	DIN 1101	0,093 – 0,15	
Schaumkunststoff nach DIN 18159 an der Baustelle hergestellt			25 – 40
PUR-Ortschaum	DIN 18159 Teil 1	0,030	
Harnstoff-Formaldehydharz (UF)-Ortschaum	DIN 18159 Teil 2	0,041	
Schaumkunststoffe nach DIN 18159 Teil 1			EPS 15 – 30
Polystyrol-Hartschaum		0,025 – 0,040	XPS 28 – 55
Polyurethan-Hartschaum		0,020 – 0,035	30 – 80
Phenolharz-Hartschaum		0,030 – 0,045	
Mineralische und pflanzliche Feuerdämmstoffe	DIN 18165 Teil 1	0,035 – 0,050	
Schaumglas	DIN 18174	0,045 – 0, 060	115 – 135 Sondertypen 136 – 155

Bei Rollbahnen ist die innere Spannung am Ende ein Klebeproblem. Das Ende der Rolle muss bei der Verklebung eine Zeit lang belastet sein aufgrund der Spannung in der Rolle.

6.4.1. Mineralfaser

Wärmedämmplatten aus Mineralfaser

Als Bezeichnung hat sich für viele Platten die Bezeichnung „Mineralfaser“ eingebürgert, obwohl echte mineralische Fasern nur Asbestfasern sind, welche aufgrund ihrer Krebsgefahr seit Jahrzehnten nicht mehr verwendet werden dürfen.

Durch dieses Fasergefüge in den Platten sind diese dampfdurchlässig und funktionieren sogleich als Entspannungsschichte/Dampfdruckausgleichsschichte. Also in vielen Fällen eine gewünschte Eigenschaft.

Wichtig ist hier der Widerstand gegen biologische Fäulnis, die Unbrennbarkeit und die relativ niedrigen Herstellungskosten.

Falls die Faserplatten belastet werden (Terrasse, Parkdeck), entsteht eine Differenz zwischen Einbau- und Belastungsdicke. Die Platten werden etwas zusammengedrückt. Für die Berechnung der Wärmedämmwerte ist die unter Belastung tatsächlich vorhandene Dicke maßgebend. Diese Differenz muss bereits bei der Planung mitberücksichtigt werden.

Auf dem Markt finden wir Platten aus verschiedenen Materialien, wie z. B.:

Basaltfaser:	Diese aus Basalt hergestellten Platten sind unbrennbar.
Glasfaser:	Aus Glas lassen sich feine geschmeidige und biegsame Fasern herstellen. Die Güte und Festigkeit ist herstellerabhängig. Alkalireiche Fasern zerfallen, splittern und sind zerbrechlich. Alkaliarme dagegen feuchtigkeits-unempfindlicher, geschmeidiger und beständiger. Glasfasern schimmeln und faulen nicht, sind somit kein Nährboden für Mikroorganismen. Eine direkte Verbindung der Fasern mit Metall vermeiden (Schutzfolie verwenden).
Steinwolle:	Aus z. B. Kalkstein, Dolomit usw. Diese Wärmedämmplatten sind hochwertige und wirtschaftliche Dämmstoffe. Gute Steinwolle ist fäulnisfest, schimmelfest, und die Fasern zerfallen nicht bei Erschütterungen. Je nach Imprägnierung können sie Wasser aufnehmen. Steinwolle übt keine chemische Korrosion auf Metalle aus. Aufgrund des Kalkgehalts sind sie nicht beständig gegen starke Säuren. Die Platten sind feuerfest.

Steinfaser-Dämmstoffe – Stein(„Mineral“-)wolle

Zur Herstellung von Steinfaser-Dämmstoffen dienen Gesteine, daher „Steinfasern“. Diese werden durch duroplastische Harze miteinander verbunden. Die offene Faserstruktur bewirkt ein gutes Wärmedämmvermögen, dazu ein günstiges Verhalten gegenüber Wasser. Der thermisch bedingte Längenausdehnungskoeffizient ist bei dieser Struktur praktisch null.

Das Gewicht beträgt ab 160 bis maximal 250 kg/m³, d. h. bei einer 100 mm starken Platte 16 bis 25 kg/m².

Druckfestigkeit bei 10 % Stauchung nach DIN 18165 Teil 1 mit	>40,0 kN/m²
Abreißfestigkeit bei 10 % Stauchung	>7,5 kN/m²
Schmelzpunkt der Faser nach DIN 4102 Teil 19	>1000° C
Mittlerer Faserdurchmesser	3 – 5 µm
Wärmeleitfähigkeit λ	0,40 W/(m.K)

Die Herstellung erfolgt mit den Gesteinen Diabas und mit Basalten (Düsenblas- bzw. Schleuderblasverfahren bei 1.450° C), dazu kommen wässrige Phenol-Harzlösungen und Ähnliches sowie Schmelzmittel (Mineralöle, Öl-in-Wasser-Emulsionen, Silikonöle oder Silikonharze) als Imprägnierung. Um die Druckspannung zu erhöhen, werden die Dämmstoffe gestaucht. Man kann ein Optimum einstellen für erhöhte Biegefestigkeit kombiniert mit Druckfestigkeit. Die Bindemittel enthalten kein korrosionsförderndes Flämmschutzmittel.

Die Struktur ist sehr offen. Die Fasermasse reagiert bei Belastung elastisch federnd, kann aber bei punktueller Überlastung leicht beschädigt werden. Die Lasteinteilung soll deshalb bei Faserdämmstoffen möglichst großflächig erfolgen.

Steinfaser-Dämmstoffe sind nicht kapillaraktiv. Je nach Faserausrichtung beträgt der Wasseraufnahmekoeffizient

horizontal	0,01 kg/m² . $h^{0,5}$
vertikal	0,07 kg/m² . $h^{0,5}$

Als Vergleich hierzu werden Putze mit einem Wasseraufnahmekoeffizienten von

0,5 kg/m² . $h^{0,5}$

noch als wasserabweisend bezeichnet.

Der Wasserdampfdiffusion setzen Steinfaserdämmstoffe praktisch keinen Widerstand entgegen. Diese Dämmstoffe bieten den idealen Dampfdruckausgleich und somit keine Blasenbildung in der Dachhaut.

Bei 160 kg/m³ Dämmstoffdichte ergeben sich Werte für die Wasserdampfdiffusions-Widerstandszahl von 1,6 bis 1,7.

Der durchdiffundierende Wasserdampf erhöht den Energietransfer und mindert die Wärmedämmung.

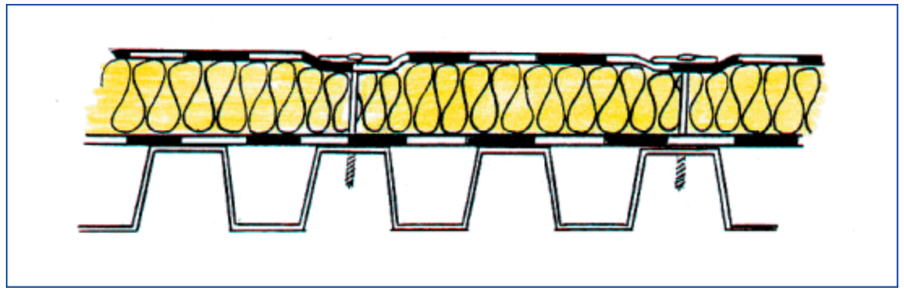
Deswegen ist dies bereits bei der Planung durch den Einbau von Dampfsperren (oder hochwertigen Dampfbremsen) unter dem Dämmstoff zu berücksichtigen.

In hydrophobierten Steinfaserplatten kommt es nicht zu einer Tauwasserausscheidung, auch wenn der Taupunkt, wie es richtig ist, in der Platte liegt. Gefrierendes Wasser kann die offene Struktur nicht zerstören.

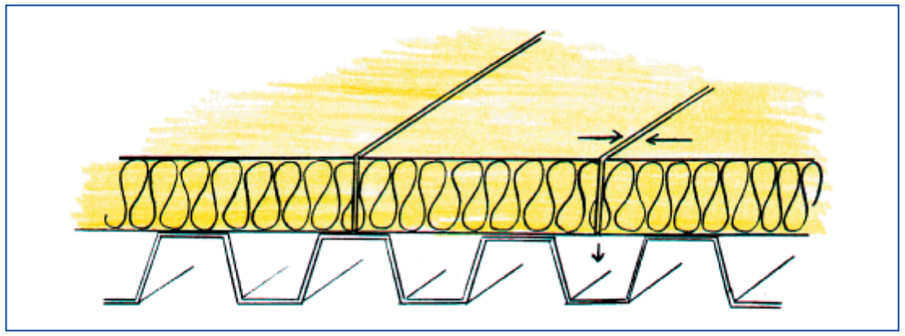
Die Verarbeitung kann erfolgen z. B. mit PUR-Kleber, Bitumen-Adhäsivkleber (bei Abreißfestigkeit von 15 kN/m², dabei sind mindestens 10 % der Dämmstofffläche zu verkleben).

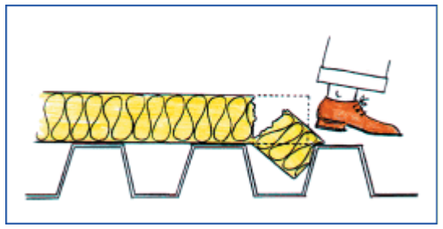
Es ist entsprechend den Anforderungen der „Windnorm ÖNORM B 3417 und EN1991“ erforderlich, in Rand- und Eckbereichen die Platten zusätzlich – evtl. mechanisch – zu befestigen.

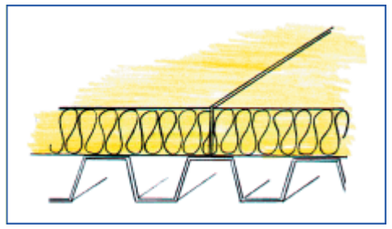
Der elastisch federnde Dämmstoff gibt der Befestigungsschraube die notwendige Vorspannung und bewirkt auch eine gleichmäßige Anpressung des Tellers an die Dachabdichtungsbahn.



Die Diskussion, ob die Faserdämmstoffe starr oder mit einer Kompressionszone, d. h. mit einem bis 30 mm versenkten Schraubenkopf (siehe Zeichnung) befestigt werden soll, ist nicht abgeschlossen.







Dämmstoffe soll Tiefzicke (Untergurt) überspannen, sonst bricht die Wärmedämmung beim Begehen (z. B. bereits während der Verarbeitung).

Optimale Verlegung:
Stoß der Wärmedämmung erfolgt am Obergurt des Trapezprofiles.

Für das Tragverhalten der Dämmstoffe auf Profilblechen sowie natürlich auch für die Begehbarkeit spielt die Biegefestigkeit eine sehr große Rolle.
Es ergibt sich, dass die Dämmstoffe eine Mindeststärke und Mindestfestigkeit aufweisen müssen, um auf Trapezprofilen eingesetzt werden zu können.

Nach UEAtc-Regeln wird eine Mindestbruchlast von 80 N bei mindestens 250 mm Stützweite und 150 mm Prüfkörperbreite in beiden Plattenrichtungen verlangt.

Bei einer Stützweite von 200 mm sollte die Mineralfaserplatte eine Dicke von mindestens 80 mm aufweisen, eine voll austragende Platte sollte 165 mm dick sein.
Um Beschädigungen zu vermeiden, sollten Passstücke (obwohl sonst zu vermeiden) eingesetzt werden, um zu unterbinden, dass die Kragärmellänge mehr als die Hälfte der lichten Stützweite ausmacht.

Die Biegefestigkeit bis zur Bruchspannung bei Mineralfaserdämmstoffen ist stark von der Einrichtung der Faser abhängig.

Um ein leichtes Begehen zu gewähren, sollen Platten mit entsprechender Rohdichte verwendet werden. Trotzdem sollten lokale Überlastungen durch intensive Materialtransporte, regelmäßiges Begehen oder Abstellen schwerer Lasten vermieden werden. Die Dämmstoffe brechen zwar nicht zusammen wie spröd-harte

Werkstoffe, werden aber etwas komprimiert und die Dämmwerte in diesem Teilbereich schlechter.

Bei den heute üblichen Dicken von über 100 bis 200 mm können sich die austragenden Dämmstoffplatten (gestauchte, pressgestoßene Platten) durch Reibung etwas gegeneinander abstützen, sodass sie beim Begehen nicht gleich abknicken.

Steinfaserplatten weisen praktisch keine temperaturbedingte Längenänderung auf, auch auf Dauer bei +80° C, einer Temperatur, welche oft im Sommer als Spitzentemperatur auf der Dachhaut ohne Oberflächenschutz erreicht wird.

Mineralfaserplatten eignen sich vorzüglich als Brandschutzplatten, insbesondere wenn die Platten mechanisch befestigt werden und nicht mit Heißbitumen verlegt wurden.

6.4.2. Polystyrol-Hartschaum
Expandiert (EPS) bzw. Extrudiert (XPS).

Polystyrol-Partikelschaum-(EPS-)Wärmedämmplatten

Dieser meistens weiße Dämmstoff beruht auf einer Erfindung und Entwicklung von BASF AG (Badische Anilin- und Soda-Fabrik). Der Werkstoff wurde STYROPOR genannt.

Aus expandierbarem Polystyrol als Ausgangsmaterial wurde ein Hartschaum für die Wärmedämmung hergestellt.

Das geringe Gewicht des Dämmstoffes fällt als Erstes auf.
Je nach erforderlicher Qualität:

PS - 15 = 15 kg/m³ PS - 20 = 20 kg/m³ PS - 25 = 25 kg/m³

Das Gewicht ist auf die Zellstruktur zurückzuführen. 1 m³ Polystyrol enthält zwischen 3 bis 6 Milliarden geschlossener Zellen gefüllt mit Luft.

Polystyrol-Hartschaum besteht zu 98 % aus Luft und zu 2 % aus Polystyrol, einem reinen Kohlenwasserstoff. Als Rohstoff dient daher fast ausschließlich Erdöl. Der gewonnene Werkstoff ist polymerisiertes Styrol, in dem das Treibmittel gelöst ist.
Dieses perlenförmige Styrol-Granulat (0,1 bis 2,5 mm) kommt zum Schaumstoffhersteller.
Zwei Stoffe bilden die Basis für expandiertes Polystyrol: Styrol und Luft.

Die einzelnen Styrolmoleküle schließen sich zu langen Ketten zusammen und bilden so das Rohstoffgranulat Polystyrol. Unter dem Zusatz der Treibmittel Luft und Wasserdampf dehnen sich die Kugeln bis auf das 50-Fache ihrer Größe aus.

Die Fertigkeit wird erzielt durch ein Zusammenbacken (in Blockform) der Kugeln. Styrol ist ein aromatisierter Kohlenwasserstoff.

Die Herstellung von Polystyrolschaum vollzieht sich in drei Stufen: das Vorschäumen, die Zwischenlagerung und das Ausschäumen.

Vorschäumen:	Das Granulat wird mithilfe von Wasserdampf bei über 90° C vorgeschäumt. Die Perlen blähen – teils aufgrund des eindringenden Wasserdampfes, teils infolge des verdampfenden Treibmittels – bis zum Fünfzigfachen ihres ursprünglichen Volumens auf. Es bildet sich eine geschlossenzellige Struktur aus. Durch die Zeitdauer der Wärmeeinwirkung wird die Rohdichte in kg/m³ bestimmt.
Zwischenlagerung:	Die vorgeschäumten Perlen werden für einige Zeit in belüfteten Silos zwischengelagert. Sie erhalten dort die erforderliche Stabilität.

Ausschäumen:	Blockschäumen: Die vorgeschäumten Perlen werden in eine Blockform gefüllt und gesättigtem Wasserdampf ausgesetzt. Die Perlen werden plastisch und verschweißen sich durch den von ihnen ausgehenden Druck zu einem homogenen Block. Dann werden sie mechanisch oder thermisch (Glühdraht) geschnitten. Einzelplatten/Formteile: Auf vollautomatische Maschinen werden z. B. Falzplatten in ihre Endform einzeln geschäumt.

Die Platten sollen abgelagert worden sein vor der Verlegung/ dem Einbau, da es sonst zu einer Schrumpfung der Platten kommen kann, wenn sie zu „frisch“ auf die Baustelle kommen.

Wärmeleitfähigkeit: 0,035 – 0,041

Zugfestigkeit (20 kg/m³): 0,25 N/mm²

Kurzfristige Wärmeformbeständigkeit: 95° C

Langfristige Wärmeformbeständigkeit: 80 – 85° C
(bei 5.000 N/mm²)

Wasseraufnahme bei Unterwasser-Lagerung:

nach 7 Tagen: 1 – 2 Vol.% = 5 – 10 Gewichts-%

nach 1 Jahr: 2 – 4 Vol.% = 10 – 20 Gewichts-%

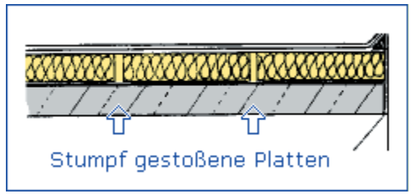
Brandverhalten nach B 3800 Teil 1: schwer brennbar B11
(schmilzt aber bei Wärme)

Extrudiertes Polystyrol

Anders als bei expandiertem Polystyrol heißt ein Extrudieren von Polystyrolschaum, den Grundstoff unter Zugabe der Treibmittel, den Farbstoffen usw., also nicht die bereits vorgeschäumten Partikel, durch eine Düse, welche die Dicke und Breite des Dämmstoffes bestimmt, herzustellen.

Die so entstehenden Platten zeigen ein sehr feines Gefüge, welches in seiner Dichtigkeit zur Ober- und Unterseite hin zunimmt. Die Außenseiten der Platten sind dabei sehr glatt und recht geschlossenporig.

Diese Platten können – wie andere auch – mit Falz geliefert werden (Stufenfalz), um Kälte-/Wärmebrücken zu vermeiden.





Stumpf gestoßene Platten

Platten mit Stufenfalz

Wegen der geschlossenen Zellenstruktur werden diese Platten gerne für Umkehrdächer (Wärmedämmung oberhalb der Dachhaut, und somit ist die Wärmedämmung ständig Nässe und Feuchtigkeit ausgesetzt) verwendet.
Die Platten sind durch die Dichte:

30 kg/m³ bzw. 35 kg/m³

trittfest, was eine Voraussetzung ist bei Umkehrdächern und Terrassen.

Technische Daten:

Wärmeleitfähigkeit 0,031 – 0,036 W/(m.K) (λ= Stoffwert)

Kunststoffbildung durch Polymerisation

Zellstruktur: ..... geschlossenzellig

Härtegrad: ..... zäh-hart
max. Wärmebelastung: .... 85 – 95° C
temperaturbeständig

Verhalten bei Überschreitung
der Grenzwerte: ..... Schmelzen, Zerfließen

6.4.3. PUR-Hartschaum

Polyurethan-Hartschaum

PUR-Hartschaum gehört zu den duroplastischen Kunststoffen. D. h., diese Kunststoffe sind chemisch ausgehärtet und nicht mehr verformbar. Es wird nicht mehr wie früher mit FCKW geschäumt (sondern es werden Ersatztreibmittel verwendet).

Dichte = 30 kg/m³
(λ) Wärmeleitfähigkeit = 0,035 W/(m.K)

PUR-Schaumstoff wird oft zwischen 2 Trägerbahnen endlos (d. h. kontinuierlich auf Doppelbandanlagen) in den gewünschten Dicken gefertigt. Bei Bedarf mit Stufenfalz, um Wärme-/Kältebrücken zu vermeiden. Die beidseitigen Schutzschichten (Trägerbahnen) als Deckschichten des Dämmstoffes sind von Hersteller zu Hersteller verschieden.

Z. B. Bitumenpapier, Natronkraftpapier, PVC oder Nichteisenmetalle, vorzugsweise Aluminiumfolien, in geringer Dicke können verwendet werden. Das Ausschäumen unter Druck in der Bandanlage ergibt eine gleichmäßige Zellstruktur.
Die Deckschichten haben u. a. die große Aufgabe, ein Schüsseln des Dämmstoffes zu verhindern (bei Feuchtigkeitseinfluss schüsselt sich PUR-Dämmstoff oft). PUR-Dämmstoff sollte daher, falls nicht beidseitig kaschiert, vollflächig in Heißbitumen verlegt werden, um eine nachträgliche Schüsselung zu vermeiden. Mindestanforderung nach den anerkannten Richtlinien der Technik ist: 50 % der Platte muss mit dem Untergrund verbunden sein.

Bei einer nachfolgenden Eindeckung z. B. mit PVC-Bahnen darf nicht Bitumenpapier verwendet werden (aufgrund der Unverträglichkeit), sondern Natronkraftpapier.

Kunststoffbildung durch: Polyaddition

Zellstruktur:..... Gemischtzellig

Härtegrad: ..... spröd-hart

Temperaturbeständig: ... 80 – 120° C

Verhalten beim Über-
schreiten der Grenzwerte: Zersetzen

6.4.4. Schaumglas

Das Ausgangsmaterial für die Herstellung von Schaumglas ist Sand. Spezialzusätze lassen daraus in der ersten Produktionsstufe einen hochwertigen Glastyp entstehen. Dieses Produkt wird anschließend extrudiert, dann zerkleinert und schließlich zu Glaspulver gemahlen.

Dem Glaspulver wird Kohlenstoff zugesetzt. Dieses Gemisch wird dosiert, in Formen eingebracht und in einem Ofen bis zu einer homogenen Schmelze erhitzt. Hierbei oxidiert der Kohlenstoff und es kommt zur Bildung von Gasblasen, die den Aufschäumungsprozess auslösen. Durch diese Aufschäumung entsteht die Zellstruktur von Schaumglas. Der überschüssige Kohlenstoff gibt dem Schaumglas seine charakteristische Farbe.

Nach Abschluss des Aufschäumungsprozesses wird das Material aus der Form genommen und viele Stunden in einem Streckofen langsam abgekühlt. Anschließend werden die Platten zugeschnitten und verpackt.

Zellstruktur: ..... geschlossenzellig

Härtegrad: ..... spröd-hart

Temperaturbeständig: .. ja

Gewicht: ..... 120 kg/m³

Wärmeleitfähigkeit λ .... 0,045 – 0,060

6.4.5. Phenolharz-Hartschaum

Chemisches Kurzzeichen: PF. Dieser Dämmstoff weist speziell eine hohe Temperaturfestigkeit auf. Sein Nachteil wird jedoch darin gesehen, dass er als Dämmplatte spröd-hart ist und damit Eigenschaften zeigt, wie sie vom Schaumglas her bekannt sind.

Wenn diese Platten, soweit mit ober- und unterseitiger Kaschierung, mit Bitumenbahnen weiterverarbeitet werden, zeigen sich im Aufbau des Bitumenflachdaches keine nachteiligen Eigenschaften.

Nicht kaschierte Platten sind enorm bruchempfindlich. Geringe Unebenheiten in der Rohdachfläche führten oft infolge eines Plattenbruchs zu einer Vielzahl von unerwünschten Temperaturbrücken (Kälte- und Wärmebrücken) im Dachaufbau. Phenolharz gehört in die Kunststoffgruppe der Duroplaste.

Die Platten werden auf Wunsch mit Stufenfalz geliefert. Im kunststoffgerechten Aufbau hat es früher größere Probleme gegeben.

Härtegrad: ..... spröd-hart

Temperaturbeständig
dauernd: ..... +130°C (kurzfristig +180° C bis +250° C)

Zellstruktur: ..... gemischtzellig

6.5. Dampfdruck-Ausgleichsschicht/Trennschicht

Eine Dampfdruckausgleichs- bzw. Trennschicht wird eingesetzt bei:

1) SANIERUNGEN

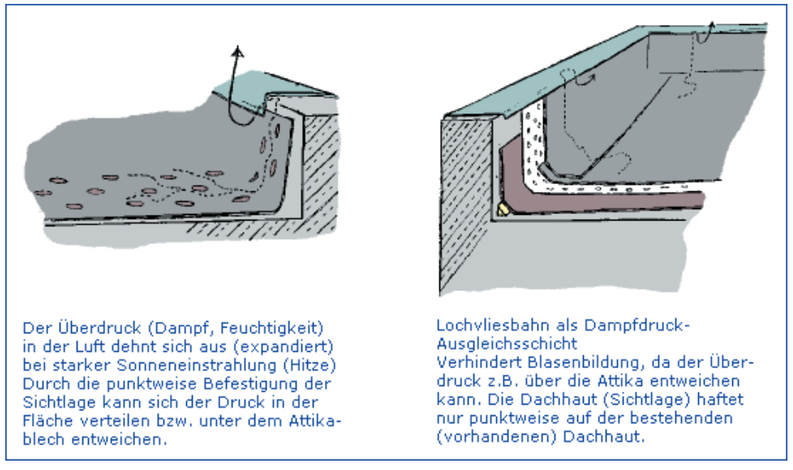
a) Als Dampfdruckausgleichsschicht bei Verlegungen über bestehenden Eindeckungen, wo die Gefahr einer Blasenbildung besteht aufgrund des Feuchtigkeitsgehaltes im vorhandenen Dachaufbau.

b) Als Trennschicht, wenn z. B. eine nicht bitumenverträgliche Folie über einer bestehenden bituminösen Eindeckung als Sanierungslösung gewählt wird.

Der Dampfdruckausgleich entsteht durch eine zusammenhängende Luftschicht unterhalb der Dachabdichtung, die mit der umgebenden Luft in Verbindung steht.

Dachabdichtungen müssen so verlegt werden, dass, falls erforderlich, der örtlich entstehende Dampfdruck sich unter der Dachabdichtung dauerhaft verteilen und dadurch uneingeschränkt entspannen kann.

Die Dampfdruckausgleichsschicht ist herzustellen z. B. durch loses Verlegen einer Lage bituminöser Lochvliesbahn oder durch punkt- oder streifenweises (keine durchgehenden Streifen = abgeschlossener Raum) Aufkleben einer z. B. einseitig abgestreuten Dachbahn mit Vliesarmierung. Diese Dachbahn darf als erste Lage der Dachhaut verwendet werden. Eine „lose“ verlegte und punktweise mechanisch befestigte Folie ist somit zugleich eine Dampfdruckausgleichsschicht, weil die Luft unterhalb der Folie sich frei ausdehnen kann, ohne dass eine Blasenbildung entsteht.



Der Überdruck (Dampf, Feuchtigkeit) in der Luft dehnt sich aus (expandiert) bei starker Sonneneinstrahlung (Hitze) Durch die punktweise Befestigung der Sichtlage kann sich der Druck in der Fläche verteilen bzw. unter dem Attika-blech entweichen.

Lochvliesbahn als Dampfdruck-Ausgleichsschicht
Verhindert Blasenbildung, da der Über-druck z.B. über die Attika entweichen kann. Die Dachhaut (Sichtlage) haftet nur punktweise auf der bestehenden (vorhandenen) Dachhaut.

2) NEUEINDECKUNG

Bei Mineralfaserdämmstoffen und Glasfaserdämmstoffen erfolgt der Dampfdruckausgleich im Dämmstoff (der Werkstoff besteht nicht aus „geschlossenen“ massiven Partikeln). Daher können Dachabdichtungen in diesem Falle vollflächig verklebt werden.

Als Dampfdruckausgleich gilt auch die Kaschierung (bituminös) von Wärmedämmplatten. Die Kaschierung darf aber nicht als erste Lage der Dachhaut angesehen bzw. verwendet werden.

Beim Einbau von Polystyrolplatten ist (so empfehlen einige) – aufgrund der temperaturbedingten Längenänderung und die bei vollflächiger Verklebung sich möglicherweise daraus ergebenden Beschädigungen auf der Dachabdichtung – eine vollflächige Trennschichte herzustellen.

Die Ausgleichsschicht (sofern geplant und vorhanden) erfüllt die Funktion des „Bewegungsausgleichs“ (Prinzip: Vergrößerung der Dehnstrecke um eine Überdehnung der Dachhaut zu vermeiden) und die Funktion des Dampfdruckausgleichs.
D. h. Verhinderung von partiell zu hohem Dampfdruck bei plötzlicher „Erwärmung“ und somit Aufbau von Dampfdruck (Blasen). Inwieweit ein Dampfdruckausgleich zu einer Vermeidung von Blasenbildung bei verklebtem Dachaufbau behilflich sein kann, ist eine oft gestellte und nicht eindeutig zu beantwortende Frage.

6.6. Dachhaut – allgemeine Anforderungen Einteilung nach Gruppen und Systemen

Der Anforderungskatalog an die Dachabdichtung (Dachhaut):

1. Die einzusetzenden Werkstoffe müssen für den jeweiligen Anwendungszweck geeignet sein.

2. Die Stoffe müssen noch bei -25° C gewisse Dehnungen zulassen und bei +80° C noch ausreichend standfest sein.

3. Die minimale zulässige Feuchtigkeitsaufnahme der Dachabdichtung darf sich, auch nach Jahren, nicht nachteilig auswirken auf die Funktionstüchtigkeit der Dachabdichtung.

4. Flächige Spannungen müssen durch die Dehnfähigkeit der Werkstoffe bzw. deren Trägereinlagen ausgeglichen werden können, ohne dass die Dachhaut reißt.

5. Die „zulässigen“ Schrumpfungen der Werkstoffe dürfen im eingebauten Zustand keine Kräfte entstehen lassen, die zu Rissen in der Fläche oder Abriss der An- und Abschlussbereiche führen (Lichtkuppel, Attika sowie Entlüfter etc.). Die Funktionstüchtigkeit muss erhalten bleiben.

6. Die Verträglichkeit der Baustoffe unter bauüblichen Bedingungen muss auf Dauer gewährleistet sein (Problemkreis: hochpolymere Stoffe, z. B. PVC zu Bitumen). Ebenfalls muss die evtl. erforderliche Verklebung der verschiedenen Baustoffe (direkter Kontakt, Verträglichkeit) gewährleistet sein.

7. Es muss gewährleistet sein, dass die Dachhaut unter den zu erwartenden Bedingungen beständig ist: Thermoschocks, mechanische Spannungen und/oder Schwingungen, chemische Beständigkeit, stehendes Wasser und die Haftfähigkeit der Stoffe und Schichten.

<u>Dachabdichtungsmaterialien – nach Gruppen und Systemen eingeteilt:</u>
(Einsatzbereiche und Beschränkungen)

Einteilung der Dacheindeckungssysteme (die Reihung entspricht der Verbreitung, wobei Nr. 1. den geringsten Marktanteil hat und Nr. 3 den größten Marktanteil aufweist):

1) BESCHICHTUNGEN (Flüssigfolie)
   Flüssige 1- oder 2-Komponentensysteme mit oder ohne Einlage/Armierung (Rollenware). Das Dachmaterial wird flüssig aufgetragen mit Spritze, Streichbesen, Pinsel oder Roller bzw. Schieber. Oft 2-lagig, wobei eine Armierung aus Vlies oder Gewebe eingearbeitet wird.

   a) Asphaltbeschichtungen (lösungsmittelhaltig oder als Emulsion)

   b) Kunststoffbeschichtungen (lösungsmittelhaltig bzw. als Emulsion geliefert, bestehend aus 1, 2 oder 3 Komponenten) z. B. Acryl, PMMA usw.

   c) PUR-Schaumeindeckungen (Polyurethan-Ortschaum)

2) FOLIENEINDECKUNGEN (HOCHPOLYMERE DACHBAHNEN, FOLIEN)
   Folien sind Bahnen (Rollenware bzw. vorkonfektioniert, d. h. nach Maß angefertigt) aus Kunststoff z. B. PVC, EPDM, PIB, ECB, EVA, CSM usw. Nach deren Befestigungssysteme eingeteilt:

   a) Lose Folienverlegung mit Auflast (Schotter) als Beschwerung, als normales Warmdach oder Umkehrdach

   b) Mechanisch befestigte Folien mit Schienen oder Haltetellern

   c) Verklebte Folien, streifenweise oder vollflächige Verklebung

   d) Gemischte Befestigung

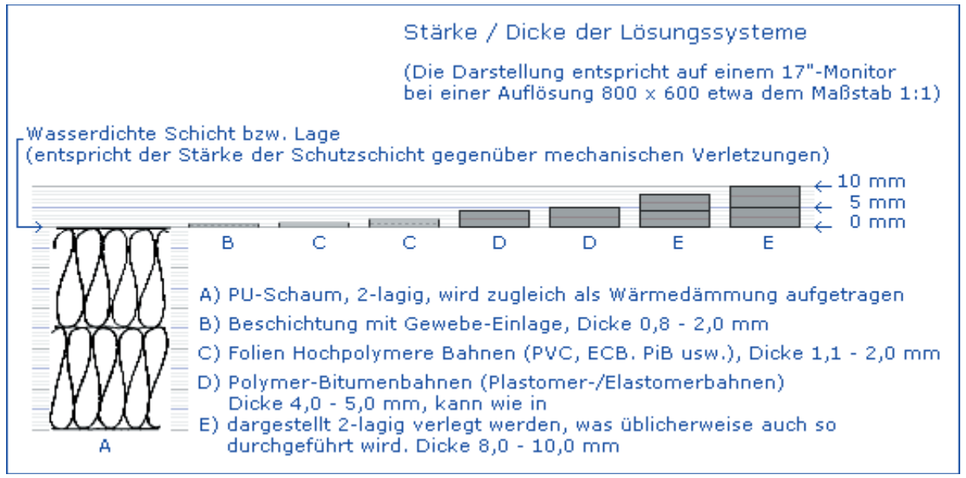
3) BITUMINÖSE SYSTEME
   Hier enthalten sind die „alten“ Eindeckungen mit 3 Lagen Dachpappe mit Heißbitumen sowie die Schweißbahnen aus kunststoffmodifizierten Bitumenbahnen (Polymer-Bitumen-Bahnen).

   a) Dachpappe (Bitumenbahnen als Erdöl-Derivat), früher Teerpappe aus Holzkohlenteer, verlegt in Heißklebeverfahren mit oder ohne Kiesbeschüttung (bekieste Dächer bzw. Presskiesdächer)

   b) Dachpappe (Bitumenbahnen), verlegt mit Gasbrenner und/oder mechanisch befestigt

   c) Kunststoffmodifizierte Bitumenbahnen (Plastomer- und Elastomerbahnen), geschweißt (geflämmt) mit Gasbrenner und/oder mechanisch befestigt bzw. mit Auflast

DIE MATERIALIEN AUF EINEN BLICK



Die Stärke der Eindeckung alleine ist nicht ausschlaggebend, aber es ist auch ein Anhaltspunkt, wodurch ersichtlich wird, wo leichter mechanische Beschädigungen auftreten könnten.

Mehrlagige Abdichtungen bieten eine erhöhte Sicherheit:

- für die Sicherheit der Nahtverbindungen durch zwei versetzte Lagen. Doppelt genäht hält besser,

- erhöhten Schutz gegen mechanische Beschädigungen, insbesondere Perforation z. B. Hagelschlag, Arbeiten am Dach wie Solar-(PV-)Montage,

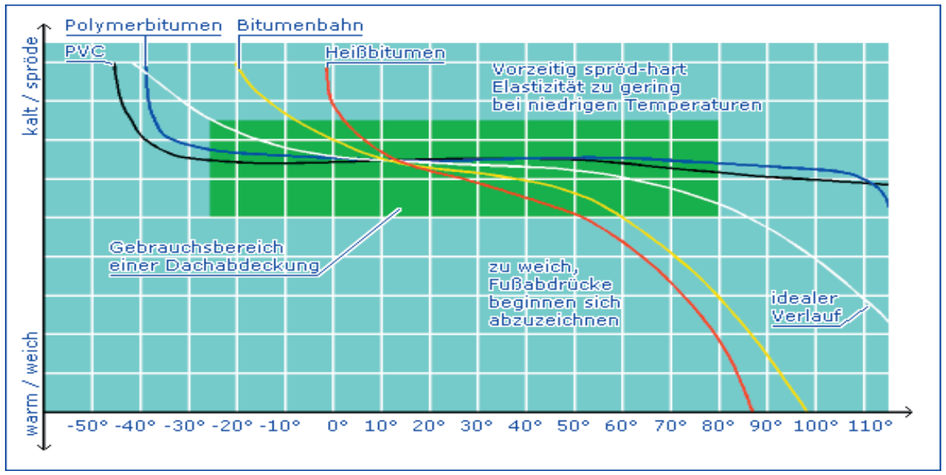
- gegen Beschädigungen während der Bauzeit.

Bei einlagigen Dachabdichtungen (meistens Folieneindeckungen) muss die verwendete Bahn (Lage) sämtliche Anforderungen alleine erfüllen. Also muss dieser in gleicher Weise Rechnung getragen werden wie den mehrlagigen Dachabdichtungen.

STATISTIK 1987 Deutschland (BRD): Was wurde aus den Dächern?

1) Flachdächer insgesamt	63 Mio. m²		100 %
a) Bitumenbahnen	19 Mio. m²		
b) Polymerbitumen	29 Mio. m²	a + b	76,2 %
c) Folien-/Kunststoffbahnen	14 Mio. m²		22,2 %
d) Flüssigbeschichtungen	1 Mio. m²		1,6 %

Von den damals verlegten Bahnen bzw. Beschichtungen haben a) und b) somit Bitumensysteme und eindeutig die längste Lebenserwartung/Liegezeit, bevor eine Sanierung durchgeführt werden musste. Bzw. a) und b) konnten auch nach 25 Jahren ohne Probleme (Haftung) örtlich repariert werden – im Gegensatz zu Folien/Kunststoffbahnen und -Beschichtungen, welche grundsätzlich zwischen 8 und 20 Jahren aufgrund von Totalschaden (z. B. meistens: Folienschrumpf) nicht mehr repariert oder lokal abgedichtet werden konnten, sondern komplett erneuert/saniert werden mussten. Die gleichen Erfahrungen wurden in Österreich nachgewiesen.



ANFORDERUNGEN AN DACHABDICHTUNGSSYSTEME

Der Toleranzbereich für die Festigkeit der Abdichtungssysteme bei verschiedenen Temperaturen. Dacheindeckungsmaterialien (Dach-Abdichtungsbahnen usw.) sollen:

bei -20° C noch Elastizität aufweisen und
bei +85° C noch standfest sein und nicht zerrinnen.

Materialien, welche vorzeitig bei niedrigen Temperaturen spröd-hart werden, können, wenn überhaupt, nur auf statisch ruhigen Dächern aufliegen. Bei Bewegungen, Schwingungen (Stahlleichtdach: Trapezprofile) bricht das Material und schon weist die Dachhaut zahlreiche durchgehende Risse auf und das Dach ist undicht.

Materialien, welche bei Hitze zu wenig Standfestigkeit aufweisen, neigen zum Abrutschen bei Hochzügen und schrägen Flächen. Beim Begehen im Sommer zeigen sich Fußabdrücke und Schäden. Die Dachhaut wird evtl. durchgetreten.

Der richtige und beste Verlauf der Kurve ist geradlinig durch den Gebrauchsbereich. Bei Dachbahnen, welche bei -45° C noch elastisch und bei +130° C noch standfest sind, zahlt man beim Einkauf für Eigenschaften, welche nicht verwertet werden können.

Verarbeitungskonsistenz, Zustand der Deckmasse, Begehbarkeit, Viskositätsbereich des Dachmaterials:

6.6.1. Beschichtungen
Flüssige Dacheindeckungsmaterialien, „Flüssigfolien“.

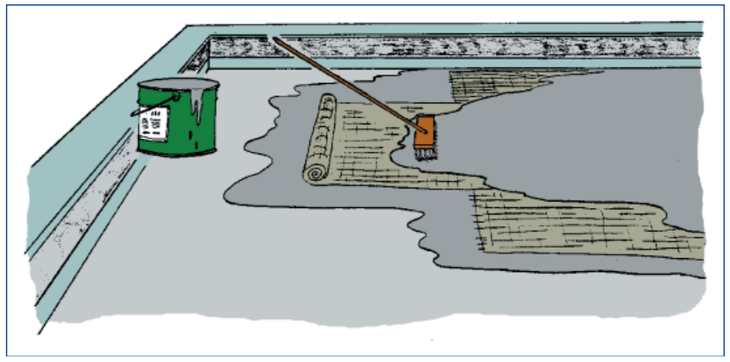
Die Eignung dieser Materialien sollte durch ein Prüfzeugnis einer autorisierten anerkannten Prüfanstalt bestätigt bzw. nachgewiesen werden.

Die Verträglichkeit mit dem Untergrund muss sichergestellt sein.

Hier sind die Verarbeitungsanleitungen und -vorschriften des Herstellers besonders zu beachten, und dieser ist verantwortlich, dass diese Anleitungen in verständlicher Form die erforderlichen Informationen enthalten und sachlich richtig sind.

Die Anleitungen für das Auftragen und/oder Verarbeitung von Beschichtungen sollten den anerkannten Regeln der Technik sowie den ÖNORMEN und den Richtlinien für die Ausführung von Flachdächern nicht widersprechen.

Beschichtungen haben einen eher geringen Marktanteil.



6.6.1.1. Asphaltbeschichtungen

Die Beschichtungen haben ihren Ursprung in den USA.

Diese Beschichtungen sind flüssig, werden in Kannen/Eimern geliefert. Die Konsistenz ist dünnflüssig bzw. dickflüssig bis pastös. Als Basismaterial dient meistens Naturasphalt und oft sind diese mit Fasern oder einem Granulat versetzt (früher fast immer Asbest, jetzt nur noch mit anderen Fasern/Granulaten z. B. Gummi).

Die Beschichtungen sind auch als Emulsionen (wasserbasiert) lieferbar. Bis jetzt haben sich die Beschichtungen auf Lösungsmittelbasis sowohl von der Verarbeitung als auch von der Qualität als besser bewährt. Die Emulsionsbeschichtungen haben auch die größte Verbreitung von beiden (aus Umweltgründen werden Emulsionen zunehmend vermarktet). Die Rücksicht auf die Umwelt zählt mehr als die Qualität des Materials.

Die amerikanischen Beschichtungen weisen eine andere Rezeptur auf als die europäischen Beschichtungen. Als Lösungsmittel haben die amerikanischen

Hersteller einen starken Anteil an dünnflüssigen Ölen statt Testbenzinen, wodurch die Beschichtung pastöser wird. Deswegen bleiben die amerikanischen Spachtel- und Beschichtungsmassen länger weich und elastisch, da die Öle sich sehr langsam verflüchtigen im Gegensatz zu den Testbenzinen in z. B. einigen europäischen Beschichtungen.

VERLEGEHINWEISE FÜR ASPHALTBESCHICHTUNGEN

Nach einer gründlichen Reinigung der Fläche und Reparatur von Rissen und Blasen wird ein satter Voranstrich als Staubbinder und Haftbrücke aufgetragen. Der Voranstrich ist unverzichtbar. Der Voranstrich soll, insbesondere bei Sanierungen von bituminösen Dächern, ausgiebig aufgetragen werden, da ansonsten die darunterliegende ausgelaugte, ausgetrocknete und spröde Dachpappe die Öle aus der Beschichtung „aussaugt“. Die alte Dachpappe wird durch die Ölzufuhr teilweise reaktiviert, dafür würde die frisch aufgetragene Beschichtung vorzeitig verspröden.

Die Auftragung erfolgt dann nach erfolgter separater Abdichtung der An- und Abschlüsse, Lichtkuppeln etc.: zuerst einen kleinen Keil mit Spachtelmasse und dann eine 2-lagige Beschichtung mit einzuarbeitender Gewebeeinlage bzw. Synthesefaservlies als Armierung.

Die Auftragungsstärke wird häufig in Werbeprospekten angeführt. Aber die Auftragungsstärke ist nicht die Endstärke (Trockenfilmstärke). Die Auftragung erfolgt je nach System mit 0,8 Litern bis 2 bis 3 Litern/m². Dies bedeutet eine Nassfilmstärke von 0,8 bis 3,0 mm/m² und dagegen eine Trockenfilmstärke von 0,4 mm bis 1 oder 1,5 mm. Wesentlich ist daher der Feststoffanteil bzw. Lösungsmittelanteil der Beschichtung. Üblich sind ca. 55 % (Volumen-Prozent!) Feststoffanteil (bis max. 70 % = Spachtelmasse und daher nicht mehr streichfähig).

Die Auftragung in der richtigen Stärke setzt großes Können voraus, falls das Dach nicht in z. B. „Eimerquadraten“ (z. B. 10 m² = 1 Eimer) eingeteilt wird. Die Beschichtungen sollten grundsätzlich aufgrund praktischer Erfahrungswerte immer mit Vlies- oder Gewebearmierung verlegt werden. In der ersten Schicht wird die Armierung gelegt und nochmals darüberbeschichtet mit Bürste, Gummischieber, Roller oder Spritze. Ohne Armierung treten leicht kleine Risse auf. Im Allgemeinen ca. 1 Liter unter und 1 Liter über die Armierung (die Herstelleranweisungen sind in Bezug auf die Menge besonders zu beachten!).

VORTEILE EINER BESCHICHTUNG:

Die Abdichtung ist nahtlos. Jede Konfiguration auf dem Dach kann abgedichtet werden (= eingebunden werden), weil das Material flüssig bzw. spachtelfähig ist und die Armierung weich. Keine Stöße oder Überlappungen sind sichtbar. Erhältlich in mehreren Farben auch mit Aluminiumpigmenten als zusätzlichen UV-Schutz.

NACHTEILE EINER BESCHICHTUNG:

Die geringe Kontrollmöglichkeit führt oft zu einer geringen Auftragungsstärke. Die vom Hersteller angegebene Stärke ist bereits stark anfällig gegenüber mechanischen

Beschädigungen. Viele Beschichtungen haben sich schlecht bewährt bei stehendem Wasser. Auf Aluminiumbeschichtungen kann schwer nachträglich, ob heiß mit Gasbrenner und Bahnen bzw. kalt mit Beschichtungen, dauerhaft repariert werden, da eine Haftung problematisch ist. Die Aluminiumpigmente bilden oft eine Trennschicht, sobald die Beschichtung etwas ausgetrocknet ist.

6.6.1.2. Kunststoffbeschichtung

Die Grenze zwischen Asphaltbeschichtungen (bzw. Bitumenbeschichtungen) und Kunststoffbeschichtungen ist fließend. Es existieren z. B. kunststoffmodifizierte Bitumenbeschichtungen. Es gibt auch Bitumen-Latex-Verbindungen. Diese sind meistens ohne Faser, aber mit Latexzusätzen für eine höhere Elastizität. Die Unterschiede der angeblich gleichen Beschichtungen liegen hier unter anderem in dem Latexanteil (teurere Komponente), z. B. 5 bis 10 oder 20 % Anteil.

Die Kunststoffbeschichtungen haben oft 1, 2 oder 3 Komponenten. Diese „Flüssigfolien“, wie sie oft genannt werden, werden mit Roller, Streichbesen, Bürste, Gummischieber oder Spritze aufgetragen. Als Basis dienen Polyesterharze, Acrylharze, Urethangummi, Polyurethane, Neoprene usw. Wie unter 1.a) sind diese Systeme erhältlich in grundsätzlich 2 Varianten: Wasserlöslich (vor Aushärtung, Emulsion) oder sie sind mit einem Katalysator (Härter) versehen, wobei im letzteren Fall die eingeschränkte Verarbeitungszeit zu beachten ist (Topfzeit). Der Vorteil beim Katalysator liegt eben in der Möglichkeit, sehr schnell ein Problem zu lösen. Mehrlagige Beschichtungen können ohne lange trocknungsbedingte Wartezeiten in einem Tag durchgeführt werden.

Eine eigene Art der Kunststoffbeschichtungen bilden die Duroplaste.

Duroplastische Kunststoffe sind chemisch ausgehärtet und daher nicht mehr warm verformbar. Sie sind ebenfalls wie die Elastomere (siehe Kunststoffbahnen/ Polymerbitumenbahnen) nicht mehr „recyclebar“ bzw. in ihre Bestandteile zerlegbar und somit wiederverwertbar.

Sogenannte Flüssigbeschichtungen aus Duroplasten für Dächer mit Dachabdichtungen werden aus:

ungesättigten Polyesterharzen (Kurzzeichen UP) sowie
Polyurethanen (Kurzzeichen PU)

hergestellt.

VORTEILE:

Die Kunststoff-„Flüssigfolie“ ergibt eine homogene Fläche ohne Überlappungen. Die Kunststoffbeschichtungen werden sowohl ohne Einlage als auch mit Vlies- bzw. Gewebearmierung (die bessere Lösung ist die mit Einlage). Das Material kann z. B. elastisch wie eine Gummihaut werden. Die Beschichtung ist relativ widerstandsfähig gegenüber mechanischen Einwirkungen. Sie kann in jeder beliebigen Farbe geliefert werden, eine helle Farbe setzt die Oberflächentemperatur des Daches herab. Das

Material ist elastisch genug, um Dehnungen aufzunehmen, falls Schleppstreifen eingearbeitet sind. Weil wir hier eine streichfähige Beschichtung bzw. „Folie“ haben, können bei allen Konfigurationen und schwierigen Einbindungen die Abdichtungen durchgeführt werden.

NACHTEILE:

Eine Verträglichkeit mit bestehenden bzw. vorhandenen Materialien muss gewährleistet sein. Die Haftung ist nicht überall auf Dauer gewährleistet. Es gibt gelegentlich Probleme mit der im Dachaufbau evtl. vorhandenen Feuchtigkeit. Viele Systeme vertragen keine stehenden Wasser. Die Systeme sind meistens bedingt widerstandsfähig gegenüber UV-Strahlen. Es existieren relativ wenige Dächer, bei denen diese Beschichtungen vorhanden sind, obwohl die Systeme seit über 70 Jahren am Markt sind. Die Dichte des Materials muss nachgewiesen werden, damit es nicht bauphysikalisch als Dampfsperre dient und dann Kondens im Dachaufbau verursachen kann.

Nachträgliche Reparaturen bzw. Abdichtungen von nachträglichen Einbauten (z. B. Entlüfter) können sich als problematisch erweisen bei Beschichtungen auf reiner Kunststoffbasis aufgrund der oft schwierigen Haftung an der vorhandenen Beschichtung. Bei Beschichtungen auf Asphaltbasis (Bitumen) gibt es keine Probleme. Verträglichkeitsprobleme mit anderen Materialien sind unbedingt zu beachten. Man ist an den Verleger und Hersteller gebunden, da bei Reparaturen meistens, wenn überhaupt, ausschließlich mit identischen Kunststoffen eine Haftung zu erzielen ist. Restmaterialien sind als Sondermüll zu entsorgen – dies kann daher kostspielig werden.

6.6.1.3. PUR-Schaum (Polyurethan-Ortschaum)

PUR-Schaum kann man fast überall auftragen. Es haftet an fast allen Materialien. Bei der Verarbeitung sind sehr strenge Sicherheitsvorkehrungen einzuhalten aufgrund der giftigen Dämpfe.

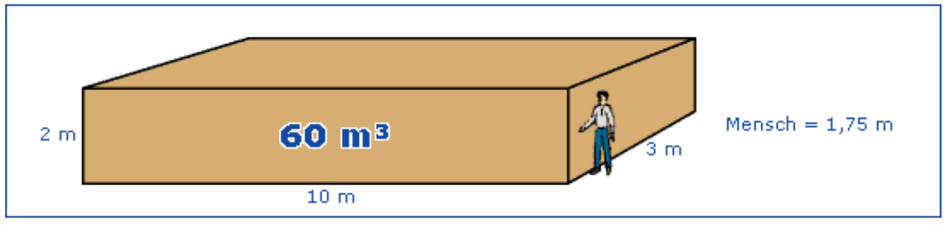
VORTEILE:

Es wird Wärmedämmung und Dachhaut in einem aufgespritzt. Die An- und Abschlüsse werden gleichzeitig mitgespritzt und wärmegedämmt.

NACHTEILE:
PUR-Schaum ist nicht UV-beständig und wird daher, seit man dieses Verfahren erfunden hat, oft mit einer Kunststoffbeschichtung als zusätzlichen UV-Schutz versehen, welcher meistens eine Dicke von 0,5 bis 1,0 mm aufweist. Diese Schutz-Beschichtung sollte lt. Hersteller ca. alle 5 Jahre erneuert werden. PUR-Schaum ist nur sehr bedingt begehbar aufgrund der dünnen harten Oberschicht (wie eine Eierschale). Spitze Gegenstände verursachen sofort ein Loch in der Fläche (Spengler, Lüftungsarbeiten am Dach, Leiter aufstellen zu Nebengebäuden usw.). Die Anschlüsse können aufreißen, weil PUR-Schaum ein absolut starres Material ist und es z. B. auf bewegliche Stahlleichtbaudächer aufgetragen wird. Wird meistens in 2 Lagen verarbeitet, wobei vorhandener Staub oder extreme Trockenheit eine

herabgesetzte Haftung bedeutet und man dann eine wasserführende Schicht zwischen den Lagen im Dach hat. Falls die Lagen nicht das gleiche Raumgewicht. aufweisen, haben die Lagen unterschiedliche Dehnungskoeffizienten, und die Resthaftung zwischen den Lagen kann sich bei Längenänderungen lösen.

Eine große Gefahr besteht bei Vögeln, welche Löcher in den Schaum pecken. Anschließend gelangt Wasser in den Schaum und dieser nimmt das Wasser auf. Der Schaum als Wärmedämmung ist somit stellenweise nicht länger brauchbar und es entstehen Kältebrücken und eventuell Kondensschäden oder sogar Schimmel durch einen zu niedrigen Taupunkt.
Schwere Entsorgungsprobleme. Dies ist ein aktuelles Problem, da erfahrungsgemäß die meisten PUR-Schaumdächer nach relativ kurzer Zeit abgetragen werden müssen, da ein Überarbeiten des Schaumes sehr schwer ist. Ein 600 m² großes Dach mit PU-Schaum, der 7 cm stark ist, braucht bis zu 60 m³ (wegen Bruchmaterial = Stapelproblem) Entsorgungsplatz als Sondermüll. Dazu ist das Abtragen sehr teuer und langwierig.



Anfallende Abfallmenge bei nur 600 m² Dach mit vorhandenem PU-Schaum

Dieses System findet in Österreich kaum Anwendung, in Europa ist das System ebenfalls nicht sehr verbreitet.

6.6.2.1. Hochpolymere Kunststoffbahnen bzw. -folien

Einteilung nach Befestigungssystemen
Allgemeines:

Die ersten wirklichen Erfahrungen über den Einsatz von Kunststofffolien als oberste Dachhaut sammelte man etwa in den Jahren 1955 bis 1960 – sie waren meistens negativ. Die Rezepturen und die Grundstoffe wurden sofort geändert. Im Jahr 1971 wurde das Merkblatt „Kunststoff-Dachbeläge“ veröffentlicht. Ab 1973 sollte lt. den deutschen Richtlinien (Flachdachregeln) das Wort „Folien“ als Material vorbehalten sein für die, die dünner als 0,4 mm waren, und „Kunststoffdachbahnen“ war das Wort für alles über 0,4 mm Stärke. Trotzdem hat sich das Wort „Folie“ durchgesetzt.

1931 wurde die technische Produktion von PVC aufgenommen. Schon bald 90 Jahre alt (2019) ist der erste Kunststoff, welcher im Bauwesen eine wesentliche Rolle spielt und gespielt hat. Ende der 1950er-Jahre finden wir ihn dann zum ersten Mal als Dachbelag, zeitlich etwa parallel mit PIB. Seither kamen sehr viele Kunststoffe dazu.

Sie waren ähnlich im Aussehen, ähnlich im System und z. T. ähnlich im Rohstoff. Aber Ähnliches ist nicht dasselbe.

Ob thermoplastische oder elastomere Hochpolymerbahnen sowie Duroplaste: Die Eigenschaften bestimmen den Anwendungsbereich.
Es existieren daher unterschiedliche Charakteristiken, Verarbeitungsmethoden und Anforderungen.

1) THERMOPLASTE:

Enthalten Weichmacher (schwerflüchtige Lösungsmittel) und die Moleküle sind fadenförmig bzw. verknäult und thermolabil. Bei hohen Temperaturen sind sie weich und verformbar und haben leichte Detailspannung. Nach Abkühlung sind sie wieder fest. Das Material bekommt homogene Nahtverbindungen.

Nahtverbindungen durch:

- Heißluftschweißung
- Quellschweißung
- Hochfrequenzschweißung
- Heizkeilschweißung
- Klebebänder

Beispiele für Schweißtemperaturen für Thermoplaste:

Kunststoff	Warmgastemperatur ° C 5 mm vor der Schweißdüse	Temperatur ° C an der Bahnenoberfläche
PVC-weich	Ca. 300 – 350	ca. 180
ECB	Ca. 500 – 600	ca. 200
EVA	Ca. 400	ca. 110
PEC	Ca. 630	ca. 190

2) ELASTOMERE:

Die Molekularstruktur ist weitmaschig vernetzt und bleibt bis zur Zersetzung erhalten. Elastomere entstehen durch die chemische Vernetzung von Kautschuken. Gummi kann weder durch Druck noch Temperatur (Hitzeeinwirkung) bleibend umgeformt werden. Hohe Rückstellkraft. Thermisch und chemisch nicht schweißbar. Der Werkstoff ist zäh-elastisch nach Vulkanisation. Materialhomogene Nähte sind nicht möglich, man ist aufs Kleben angewiesen. Detailanpassung meistens durch Formteile.

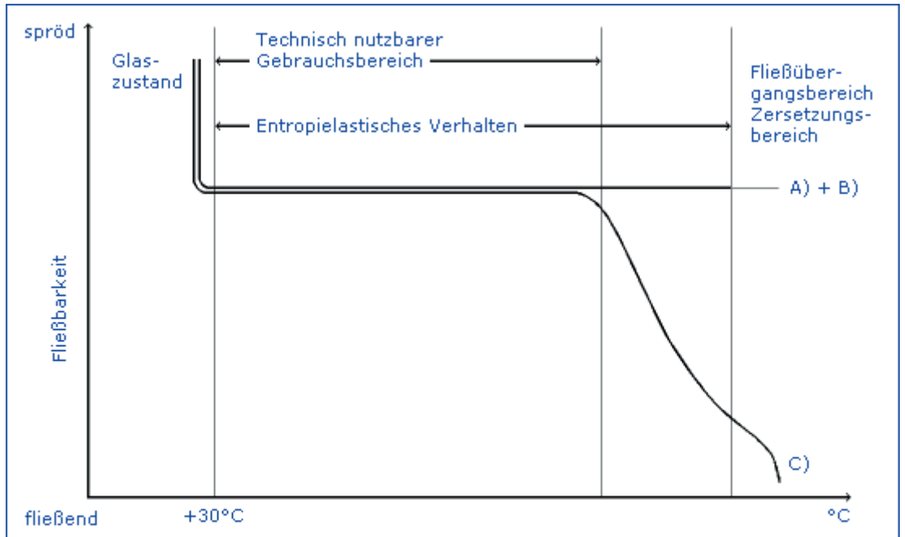
Nahtverbindung durch:

- Klebebänder
- Kontaktkleber
- Vulkanisation (Hot Bonding)
- Bitumenkleber (Adhäsivkleber)
- Schmelzklebebänder

Alleine die vielen Verbindungssysteme zeigen, dass die Verlegung von Kunststoffbahnen ein sehr großes Können voraussetzt.

3) DUROPLASTE:

Bzw. Thermoset. Ist ein Kunststoff, der durch Wärmestrahlung, Katalysatoren oder andere Einwirkungen in einen unlöslichen und unschmelzbaren, also irreversiblen, Zustand überführt worden ist. Duroplaste haben meist als Ausgangsstoffe 2-komponentige Harze, wie z. B. gehärtete Phenolformaldehydharze etc. Nach Aushärtung irreversibel „hart“ wie „Beton“, nicht elastisch.



KUNSTSTOFF-BAHNEN (-FOLIEN)

KURZÜBERSICHT

1.) ALLGEMEINES

Dachbahnen aus hochpolymeren Materialien gemäß ÖNORM B 3668 (Kunststoff- und Kautschukbahnen) müssen – wie jede Dacheindeckung – den bauphysikalischen Erfordernissen entsprechen. Die Hauptgruppen sind Thermoplaste und Elastomere. Die Thermoplaste haben den größten Marktanteil und innerhalb dieser Gruppe nehmen PVC-weiche Bahnen einen marktführenden Platz ein, diese werden aber jetzt ersetzt durch FPO-Bahnen (flexible Polyolefine). Nachstehende Übersicht erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit und stellt keine Wertung der Grundstoffe und Halbzeuge dar.

HOCHPOLYMERE ABDICHTUNGSBAHNEN:	
GUMMIELASTISCHE KUNSTSTOFFE: (Kautschukbahnen) (ELASTOPLASTE/ELASTOMERE) Nach Ausvulkanisierung gummielastisch, nicht wärmeverformbar. Meist nicht quellschweißfähig, weil nicht (schwer) mit Lösungsmittel lösbar.	NICHT HÄRTBARE KUNSTSTOFFE: (Kunststoffbahnen) (THERMOPLASTE/PLASTOMERE) Nach Erwärmung verformbar. Mit zunehmender Erwärmung nimmt die Festigkeit ab und die Dehnung zu. Sind nach Abkühlung wieder formstabil. Meist quellschweißfähig, mit Lösungsmittel lösbar.
CMS/CSPE: Chlorsulformiertes Polyethylen Synthetischer Kautschuk z. B. „Hypalon“ CR Polychlorpren EPDM: Ethylen-Propylen-Dien-Mixture APTK: Aethylen-Propylen-Kautschuk (Terpolymer) IIR: Butylkautschuk Isobutylen-Isopren-Rubber NBR: Acrylnitryl-Butadien-Rubber Nitryl-Kautschuk	PVC: Polyvinylchlorid-weich Nach DIN 16937 bitumenbeständig Polymere Weichmacher Nach DIN 16938 nicht bitumenbeständig Monomere Weichmacher ECB: Ethylen-Copolymer(isat)-Bitumen PIB: Polyisobutylen VET: Vinylethylenterpolymer weichmacherfrei EVA (C): Ethylen-Vinylacetat-Copolymer PEC: Chloriertes Polyethylen bitumenbeständig, weichmacherfrei

Stoffnormen	DIN 16729	DIN 16935	DIN 16735	DIN 16937
Eigenschaft	ECB	PIB	PVC-P-NB-GV	PVC-P-BV
Reißfestigkeit	Σ 3N/mm²	Σ 4,5N/mm²	Σ 8N/mm²	Σ 15N/mm²
Reißdehnung	Σ 400 %	Σ 400 %	Σ 150 %	Σ 200 %
Maßänderung nach Wärmelagerung - ohne Kaschierung - mit Kaschierung	P 3 % P 1%	P 2 % P 1 %	P 0,5 % P 0,5 %	P 2 % P 2 %
Wasserdampf-Diffusionswiderstandszahl	P 90000	P 260000	P 30000	P 30000

Eine Gegenüberstellung von in den Stoffnormen geforderten Eigenschaften einzelner Werkstoffe.

Bedingt durch die Tatsache, dass Samenflug nicht zu verhindern ist und dass Vögel Kerne von Beeren mitbringen können, sollten alle Dachbahnen zumindest wurzelhemmend sein (andere verwendete Begriffe sind wurzelbeständig, wurzelresistent, wurzelfest, wobei die Produzenten nicht immer das Gleiche darunter verstehen).

Die Alterung von Kunststoff-Dachabdichtungsbahnen (Folien), die Lebensdauer der Bahn, wird bestimmt durch:

Verseifung der Kleber
Wasserextraktion
Migration
Hydrolyse (stehendes Wasser bewirkt Weichmacherauswanderung)
Flüchtigkeit, Weichmacherwanderung
Ozonbeständigkeit
Witterungsbeständigkeit

Die langjährige Erfahrung hat gezeigt, dass die Norm-Eigenschaften nicht ausreichen, um eine Kunststoff-Dachdichtungsbahn in Bezug auf bautechnische Eignung und Dauerhaftigkeit zu charakterisieren.

Die in der Norm definierten Materialeigenschaften sind nur zur vergleichenden Beurteilung von verschiedenen Neuprodukten heranzuziehen (Labortest = Normklima, genormte Prüfanordnung, jeweils eine Eigenschaft unter einer Einwirkung getestet als Kurzzeitergebnis).

Auf einer Baustelle herrschen <u>nie</u> Laborverhältnisse!

Das bedeutet jetzt als „anschauliches“ Prüfverfahren für den Bauherrn:
ein Material, langzeitbewährt in der Praxis.

Wird die Bahn so eingestellt, dass die Mindestwerte der jeweiligen Ländernorm entsprechen?

Die Mindestdicke der Dachbahnen aus hochpolymeren Kunststoffen ist werkstoffabhängig (normalerweise max. Länge ca. 20 m und max. Breite ca. 2 m).

Mindestanforderungen:

PVC-Bahnen..... 1,5 mm – 1,8 mm
PIB-Bahnen..... 1,5 mm
ECB-Bahnen ..... 2,0 mm

Bei der Anwendung von dickeren Bahnen vermindert sich die Gefahr der Beschädigung durch mechanische Einwirkung. Die Überlappung der Nähte, die Überdeckung, ist mit mindestens 5 cm einzuhalten.
Eine fundierte Beratung ist alleine aufgrund der Vielfalt der physikalischen und mechanischen Eigenschaften der Bahnen erforderlich und auch, um eine genaue Leistungsbeschreibung der Problemlösung zu bekommen.

Einige Folien/Bahnen sind extrem dampfdurchlässig und verursachen sogar bei Verklebung über feuchte Flächen keine Blasenbildung. Andere wiederum sind sehr dampfdicht. Einige Bahnen sind sehr widerstandsfähig gegenüber mechanischer Beanspruchung, dafür z. B. nicht besonders UV-beständig. Es gibt viele Folien, welche zu starker Schrumpfung neigen, die dafür aber absolut verrottungsfest sind.

Bei einigen Folien sind Anschlüsse (Kragen, Flanschen, Ecken und andere Einbindungen) materialbedingt leicht, bei anderen sehr schwer auszuführen (mit Formteilen geht es leichter, aber dann sind mehr Nähte und Stöße vorhanden). Ein Materialmix, z. B. eine Folie in der Fläche und eine Beschichtung (Flüssigfolie) bei den Einbindungen (An- und Abschlüssen), sollte aber weitgehend vermieden werden.

Die Verarbeitung darf nicht nur kunststoffbezogen durchgeführt werden, sondern sie hat kunststoffgerecht zu erfolgen.

Die Bahnen aus Kunststoff werden in Rollen in verschiedenen Längen und Breiten geliefert. In Sonderfällen kann man auch vorkonfektionierte Planen (EPDM) bekommen, die maßgenau für das Dach angefertigt sind.

Die Verträglichkeit mit anderen Baustoffen ist besonders zu beachten und gegebenenfalls sind geeignete Trennschichten zu verlegen. Bei rauem Untergrund (wie z. B. Beton oder Schaumglas), welcher zu einer Beschädigung der Bahn/Folie führen kann, sind entsprechende Ausgleichs-/Trennschichten zu verlegen.

Bei einlagiger Verlegung (wie bei Folien üblich) ist auf der Dachhaut auch vor dem Aufbringen/Verlegen auf der Wärmedämmung eine Trennschicht aus z. B. Kunststofffaservlies (z. B. Polyprophylen-Vlies) zu verlegen und vor dem Aufbringen der Auflast (Schotter/Kiesschüttung) ebenfalls eine Schutzvlies-Schicht aus Kunststofffaservlies aufzubringen. Somit wird die Dachabdichtung vor mechanischen Schäden geschützt.

Dachbahnen aus hochpolymeren Werkstoffen, die in Verbindung mit bituminösen Dachbahnen und Klebemassen verlegt werden, müssen ohne Einschränkung und dauerhaft für eine Verklebung mit Bitumen geeignet sein. Bei allen Dachneigungen sind zumindest zweilagige Abdichtungen auszuführen, deren Dicke mindestens 4 mm betragen muss.

KUNSTSTOFF-DACHBAHNEN: UNTERSCHEIDUNG NACH AUFBAU DER BAHN

Es wird zwischen 4 Varianten bei den Kunststoffdachbahnen unterschieden:

trägerlos, das heißt: homogener Aufbau/Verklebung
mit Einlage
mit Verstärkung
mit Kaschierung

1. Trägerlos: Ein homogenes Kunststoffmaterial in Bahnenform. Erfordert für die Maßhaltigkeit meistens eine mechanische Randbefestigung (Linienbefestigung, lt. Richtlinien-Vorschrift) bei ansonsten loser Verlegung.

2. Mit Einlage:

Das ist ein „3-Schichten-Aufbau“ (z. B. PVC – Gewebe – PVC) oft mit Glasvlies/Gewebe als Einlage in der Kunststoffbahn. Die Einlage hilft und verhindert weitgehend Maßänderungen. Die Bahn wird stabilisiert.

3. Mit Verstärkung:

Verstärkungen sind in der Kunststoffmasse bei der Produktion beigemengt. Gelege oder Gewebe z. B. aus Polyesterfäden, welche die mechanischen Eigenschaften der Bahn wesentlich verbessern.

4. Mit Kaschierung:

Eine trägerlose Bahn erhält unterseitig eine Kaschierung aus Synthesefaservlies. Sie wirkt als Dampfdruck-ausgleich, da zugleich eine Trennschicht eingebaut wird.

UNTERSCHEIDUNG NACH VERLEGEART:

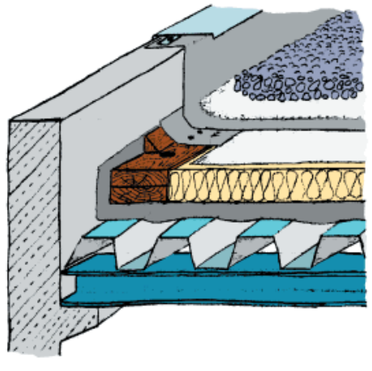
Wir unterscheiden:

1. LOSE VERLEGUNG MIT AUFLAST:
   Beschwerung mit Schotter/Kies. Als Variante hierzu das Umkehrdach (Isolierung unter der Wärmedämmung).

2. MECHANISCH BEFESTIGTE BAHN:
   Mit Schrauben und Haltetellern, Dübeln, Profilschienen usw.

3. VERKLEBTE BAHNEN:
   Mit Heißbitumen, Adhäsivkleber, PUR-Kleber, selbstklebenden Folien usw.

4. GEMISCHTE VERLEGUNG:
   Lose mit Auflast, aber mechanische Linienbefestigung (Rand- und An- und Abschlussbefestigung).



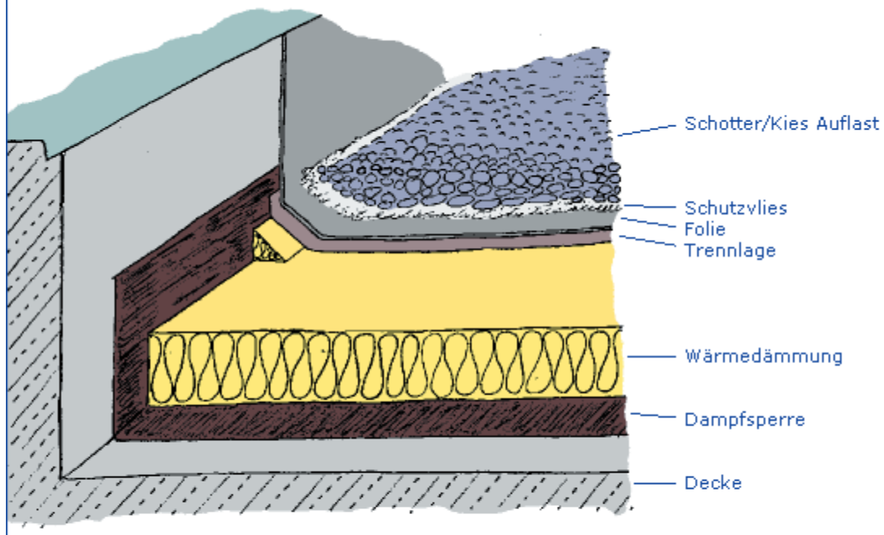
Folie auf der Attika
mechanisch befestigt

Auflast mit Schotter (Beschwerung)

Folie am Rand mechanisch befestigt

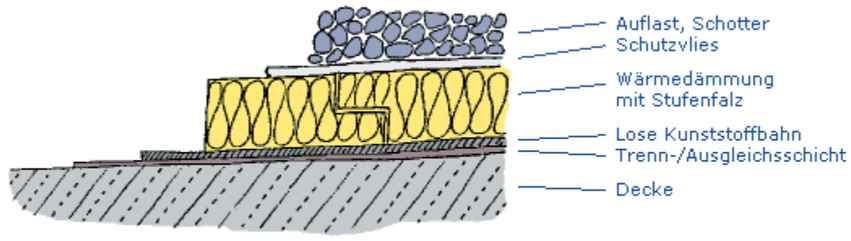
Aufbau: Schotter
Schutzvlies
Folie
Schutzvlies
Wärmedämmung
Dampfsperre
Trapezblech

Lose Verlegung mit Auflast



Foliendach mit Auflast (Warmdach)
Lose Verlegung (Prinzipskizze)

Bei einer "losen" Verlegung gehört trotzdem eine mechanische Befestigung im Hohlkehlenbereich (siehe eigenes Kapitel)



Lose Folienverlegung (Kunststoff-Dachbahnen)
als Umkehrdach ausgeführt

VORTEILE:

Folien ermöglichen ein sehr schnelles großflächiges Eindecken einer Fläche, weil Folien 1-lagig verlegt werden.
Schadenverursachender Bewuchs auf Foliendächern kommt selten vor (Gräser, Moos usw.). Nur Krustenbildungen (bei Rändern von Sutten mit stehendem Wasser) schädigen in erster Linie die Folien. Mit Folien hat man eine saubere Arbeit ohne Brandgefahr (keine offene Flamme oder Bitumenkessel auf dem Dach).

Folien haben im Allgemeinen wenige Probleme mit stehendem Wasser (außer Krustenbildung und Hydrolyse) oder Thermoschocks. Aufgrund der losen Verlegung mit Auflast oder einer mechanischen Befestigung hat man ebenfalls keine Probleme

mit Dehnungsrissen, weil keine vollflächige (kraftschlüssige) Verbindung mit den darunter befindlichen Konstruktionen vorhanden ist. Somit kann jede Dehnung und Bewegung/Schwingung aufgenommen und überbrückt werden. Blasenbildung kann ebenfalls nicht entstehen bei diesen zwei Verlegearten, da die Dachhaut eine Expansion der Luft nicht verhindert und ein Überdruck kann sich z. B. – sofern nicht verklebt – unter die Folie verteilen oder über der Attika entweichen. Somit stellt die Folie zugleich eine Dampfdruckausgleichsschicht dar.

Bei mechanischer Befestigung und loser Verlegung ist eine Fertigstellung auch bei Schlechtwetter möglich. Nieseln und Feuchtigkeit spielen keine Rolle (nur dürfen Nähte dann nicht im Quellschweißverfahren hergestellt werden).

NACHTEILE:

Nachteile von mechanisch befestigten Folien als Problemlöser bei einer Dachsanierung:
Der Eigentümer eines Daches mit z. B. 5.000 m² Größe und vorhandener bituminöser Dacheindeckung konnte zu Recht den Folienvertreter nicht verstehen.

Er konnte sich schlecht vorstellen, dass es sinnvoll wäre, eine – zwar an ganz wenigen Stellen schadhafte (undichte), ansonsten aber 8 bis 10 mm starke und intakte – mehrlagige Dachabdichtung an ca. 25.000 Punkten mit Befestigungsschrauben zu perforieren und mit einer Lage „lose“ verlegter, 1,5 mm dicker Folie einzudecken.

Bei den zu erwartenden insgesamt über 7 Kilometer Nahtverschweißungen und dem Wissen der über 25.000 Löcher war dem Eigentümer die Gefahr durch Undichtigkeiten nicht geheuer. Über die Nähte und Anschlüsse oder durch eine Beschädigung der Abdichtung könnte das Niederschlagswasser die Folie überall unterwandern und bei irgendeiner der 25.000 Schraubenlöcher einsickern.
Außerdem wäre dabei die Fehlerfindung (die Leckortung/Lecksuche) extrem schwer.

Ursachenanalyse für den Schaden bei Folieneindeckungen:

Ergebnisse der Befragungen in 5 Unternehmen,
welche teils Jahrzehnte im Sanierungsbereich tätig waren/sind.

66 % Schrumpfung der Folie, Versprödung usw., somit Produktprobleme/-fehler (Hersteller).

13 % Falsche Verlegetechnik als Ursache für auftretende Schäden. Ausführungsmängel (Verarbeiter, Bauwerksabdichter/Dachdecker).

14 % Beanstandungen gehen zurück auf Planungsfehler, Planungs- und Detaillierungsfehler (Planer/Architekt). Hier evtl. überhaupt schuldhaft aufgrund der Wahl der Eindeckung mit Folie, dann sind wir bei fast 80 %.

7 % Sonstige Schadensursachen: Winddruck, Setzungen, Bewegungen, angrenzende Gebäude, Windsog, hohe chemische Konzentration.

Die Fehler entstehen oft bereits bei der Planung, weil Zeichnungen und Beschreibungen sowie überhaupt Voraussetzungen für die Eindeckung mit Folien aus Unverständnis und Kostengründen einfach übergangen werden.

Dabei sollten die Folien verlegt werden auf Stahltrapezprofildächer mit überwiegend dünnen Blechen mit großen Spannweiten, welche somit stark schwingungsanfällig sind.

Dazu fehlende Dachneigung, unzureichende Entwässerungsmöglichkeiten und damit zusätzliche unerwünschte Lasten in Verbindung mit allen äußeren und bekannten Flachdacheinflüssen, dazu oft mangelnder Oberflächenschutz der Folien sowie falsche Verlegung und unzureichendes Material (Folie) – all das spielten und spielen eine große Rolle.

Diese Fehler überlagern, ergänzen und somit potenzieren sich zum Teil erheblich.

Das Endergebnis von einer Nichtbeachtung von Vorschriften, Regeln und, ganz wichtig, Materialeigenschaften sowie eigenmächtiger Handlungen lautet meistens: Schadensmeldung, Beweissicherung, Sanierung, Prozess – und das alles ist mit erheblichen Kosten verbunden.

Ein Riesenproblem stellt die Weichmacherabwanderung und Schrumpfung dar. Dass die Bahnen (Folien) nach dem Ausrollen schrumpfen, ist (2019) seit über 65 Jahren bekannt. Dennoch wird es sehr häufig vom Verleger nicht berücksichtigt. Dazu ist eine Änderung der Rezepturen bzw. Verlegeanleitungen oft mit größeren Zeitverzögerungen verbunden. Die Folien ziehen Wandbleche mitsamt der Schrauben und Dübeln heraus und große Risse/Öffnungen von 3 bis 5 m können auf dem Dach entstehen.
Bei Versprödung, verbunden mit einer Schrumpfung des Materials, kann die Folie reißen und dann gleich oft mehr als einen halben Meter auf einmal. Wodurch das Niederschlagswasser gleich voll eindringt.
Bei Feuchtigkeit ist bei vielen Folien die Herstellung der Nahtverbindung ein Problem. Lösungsmittel neigen dazu, sich leicht mit Wasser zu verbinden und dann in ihrer Quellfähigkeit nachzulassen. Kunststoffkleber haftet bei Feuchtigkeit schlecht. Nahtsicherungen, Pasten usw. lassen sich dann wie Schnürbänder abziehen.

Aufgrund einer unzureichenden Reinigung an Klebeflächen (Flanschen von Dachabläufen, Entlüftern, Aufsatzkränzen von Lichtkuppeln) lösen sich diese ganz oder teilweise innerhalb kurzer Zeit auf.

Aufgrund der zu geringen Breiten der Überlappungen und des übermäßigen Gebrauchs des Lösungsmittels (ausgegossen auf der Fläche, durch welche das Lösungsmittel leicht durchdiffundieren kann) wurde z. B. die darunterliegende Wärmedämmung aus Polystyrol (Hartschaum) in größeren Flächen zerstört bzw. wurde nicht mehr vorgefunden.

Verträglichkeitsprobleme, z. B. Terrassen mit Waschbetonplatten-Stelzlager (Abstandshalter) aus Polypropylen, PVC, ECB, Polyester, Gummiverbindungen bzw. Metall kann nicht wahllos unbedenklich verwendet werden.

Viele Schäden auf Folien sind durch mechanische Verletzungen entstanden. Die Folie ist dünn, liegt oft straff und ein scharfkantiger Gegenstand kann leicht einen Riss verursachen. Bei Holzverschalungen, beim Gerüstbau, bei unkontrolliertem Materialtransport auf fertiggestellten Dachflächen: zerschlagene Bierflaschen, scharfkantige Blechabschnitte, Schrauben, Nägel, zerschlagene Mauerziegel – alles wurde schon vorgefunden. Keine schweren Lasten dürfen auf der Dachhaut verkantet werden.

Die erforderlichen Schutzvliese unterhalb der Folie, wenn diese auf einer Betonfläche verlegt wird, fehlen oft bzw. sind nicht in ausreichender Stärke vorhanden. Wenn die Fläche nicht optimal abgezogen ist, sind scharfe Steine (Bruchmaterial) auf der Oberfläche vorhanden, welche die Folie durchschneiden können.

Bei der Eindeckung darf es auch aufgrund der darunterliegenden Wärmedämmung zu keiner Lastenanhäufung kommen, z. B. beim Bekiesen.

Dehnungsfugen/Dilatationsfugen aus PVC als Dehnungsausgleich bei Saum- oder Attikaverblechungen werden relativ schnell rissig aufgrund der ständigen UV-Einstrahlung und Materialermüdung.

Es wurde z. B. mit Teer, Teerpech und lösungsmittelhaltigen Holzschutzimprägnierungen auf dem verwendeten Holzteil gearbeitet. Kunststoffe vertragen diese Stoffe im Allgemeinen nicht.

Bei einem Brand entstehen z. B. bei PVC-Eindeckungen giftige Gase (Dioxine), welche zur Evakuierung (Räumung) der Nachbarschaft im Brandfall führen kann.

Im Vergleich zu z. B. bituminösen Eindeckungen, welche auch bei Bedarf sogar nach 35 bis 40 Jahren erfolgreich örtlich abgedichtet werden können, lassen sich ältere Folien grundsätzlich nicht überarbeiten bzw. reparieren.

Alte Folien und Dachpappe sind grundsätzlich Sondermüll und schwer zu entsorgen.

6.6.3. Bituminöse Systeme

Die Bezeichnung „Dachpappe“ stammt aus der Zeit, in welcher die richtigen Hadernpappen aus Lumpen, Holz- und Papierabfällen erzeugt wurden. Bereits ab Mitte des 19. Jahrhunderts (somit vor ca. 170 Jahren) war die Produktion so weit gediehen, dass Bahnenware erzeugt werden konnte, also zusammengerollt werden konnte. Die Rollenware wurde in Teer, ein Nebenprodukt der Holzkohleherstellung, getränkt und damit wasserdicht gemacht.

Teerpappe – Dachpappe also – wird heute nicht mehr eingesetzt, vor ca. 45 Jahren wurde die Herstellung in Deutschland eingestellt. Teerpappe war die Grundlage für die berühmt-berüchtigten „Holzzementdächer“, welche eine hervorragende Witterungsbeständigkeit aufwiesen. Der natürliche Teer aber wurde bei Kälte so spröde, dass er nicht mehr verarbeitet werden konnte.

Als Erfindung wurde das mehrlagige Teerdach 1859 erstmals eingesetzt. 4 Lagen Hadernpappe bzw. 3 Lagen Hadernpappe (eigentlich nur zugfestes „Papier“) und

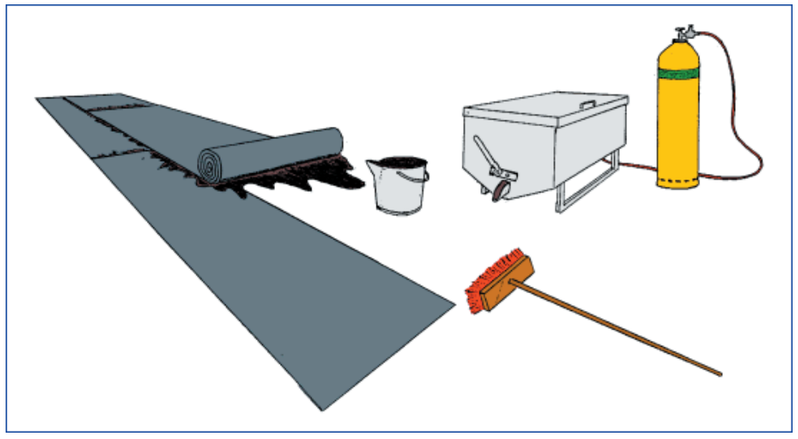
1 Lage Teerpappe. Die erste Lage war z. B. genagelt und die anderen vollflächig verklebt und zuletzt mit einem vollflächigen Holzzementdeckstrich versehen. Holzzement war eine Masse, welche nach verschiedenen Rezepturen aus Steinkohlenteer hergestellt wurde. Darüber 8 bis 10 cm Sand/Kiesbeschüttung. Für Dächer von 0 bis 5 % geeignet. Das Eigengewicht lag bei ca. 150 kg/m². Diese Dächer hatten eine außergewöhnlich lange Lebensdauer, vergleichbar mit der von Ziegeldächern alter Machart.

Als Nachfolger der Teerpappe kam die Bitumenbahn (Bitumen als Erdölderivat). Die Bitumenbahnen wurden sehr lange parallel zur Teerpappe produziert, um dann den Markt komplett zu übernehmen als ausgereiftes Nachfolgeprodukt.

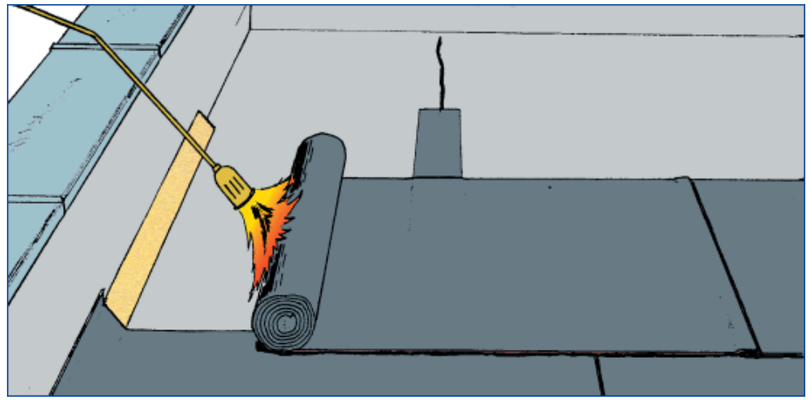
6.6.3.1. Bitumenbahnen verlegt mit Heißbitumen

Hierunter versteht man:

a) die herkömmliche Dachpappeneindeckung mit Heißbitumen verlegt bzw.



b) Bitumenbahnen, welche mit Gasbrenner aufgeflämmt werden. Die „Klebemasse“, das „Heißbitumen“, wird in Bahnenform und durch Hitze (Gasbrenner) zum Schmelzen gebracht.



Von allen in diesem Buch behandelten Systemen weisen die bituminösen Systeme die überragend längste Einsatzdauer auf. Bahnen mit Heißbitumen sind schon über 100 Jahre im Einsatz.

Man findet Dächer, z. B. Kiesdächer, welche 40 bis 50 Jahre alt und immer noch dicht sind – und wenn Undichtheiten auftreten, sind diese aufgrund von u. a. rissigen, rostigen oder zersetzten Saumblechen, Winkeln sowie An- und Abschlüssen z. B. aus Zink entstanden.

DACHPAPPE MIT HEISSBITUMEN UND EVTL. KIESAUFLAGE

Die Dachpappe ist ein Bahnenmaterial mit Oxidationsbitumen und wird mit 180° C bis 210° C warmem Heißbitumen aus einem Kessel nach verschiedenen Verfahren verarbeitet. Beim Gießverfahren wird so viel Heißbitumen verwendet, dass beim Einrollen der Bahn vor der Rolle auf ganzer Bahnbreite ein Klebemassewulst entsteht. Darüber hinaus muss das Bitumen längs und quer sichtbar an den Bahnenrändern austreten. Wo überlappt werden soll, soll das Bitumen glatt gestrichen werden. Die Bahnen werden zuletzt mit einem Glattstrich aus Bitumen versehen und dann bekiest bzw. der Kies wird direkt in die heiße Deckmasse verlegt. Dann sprechen wir von Presskiesdächern. Der Kies dient als UV-Schutz für die Dacheindeckung. Darüber hinaus reduziert der Kies die Temperatur auf der Fläche (keine Thermoschocks).

VORTEILE:

Eigentlich das einzige Dacheindeckungssystem, welches mit relativ gleichbleibenden Rezepturen und/oder Verlegerichtlinien sich bereits seit über Jahrzehnten und bis heute behauptet hat. Die Witterungsbeständigkeit wurde von unabhängigen Instituten anhand von Felduntersuchungen einwandfrei belegt. Die mittlere Lebensdauer für bituminöse Dächer beträgt ca. 25 bis 35 Jahre. Es existieren dennoch viele Dächer mit einem Alter von 40 Jahren und mehr (Kiesdächer). Durch die Stärke (Dicke) des Aufbaues sehr gute Widerstandsfähigkeit gegen mechanische Verletzungen. Gängiges Material, leichte Verarbeitung, jeder Schwarzdecker/Dachdecker/Bauwerksabdichter kann Abdichtungen und Reparaturen durchführen.

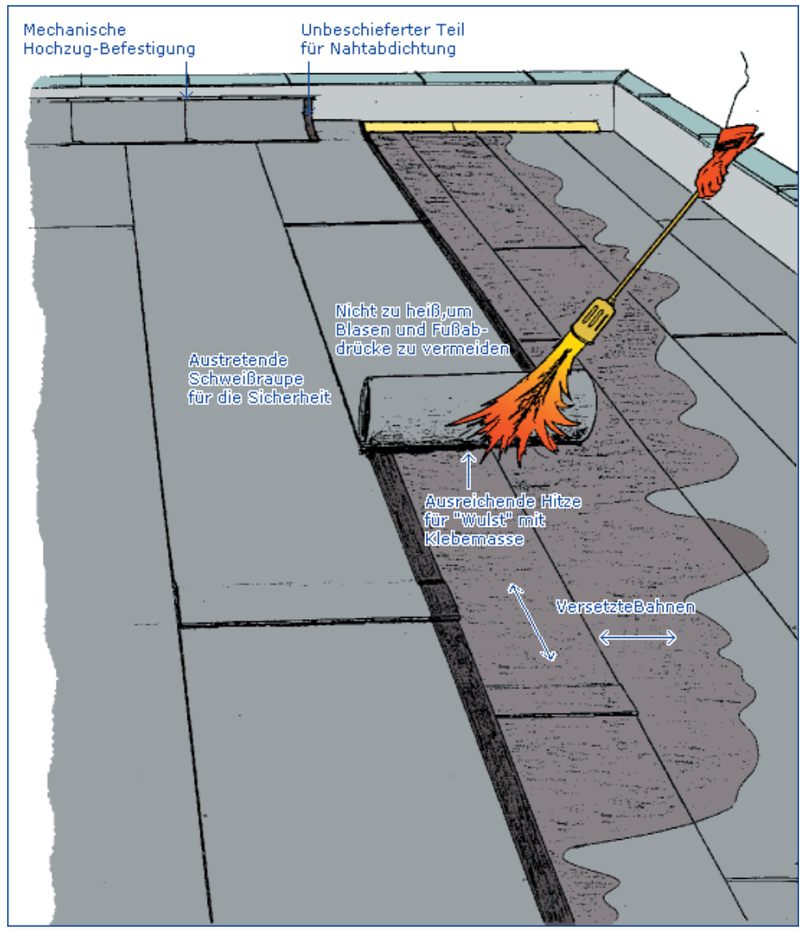
NACHTEILE:

Feuergefahr durch den Einsatz eines Bitumenkessels (Feuerlöscher am Dach ist Vorschrift!). Aufwendige Verarbeitung durch 2- bzw. 3-lagigen Aufbau bei Neueindeckungen. Gewicht des Daches ohne Kies bei 3 Lagen ca.14 bis 16 kg/m². Bitumendächer mit Heißbitumen sind starr und nicht elastisch, daher ist diese Lösung nicht empfehlenswert für Dächer mit großer Durchbiegung (großen Spannweiten), wie z. B. Trapezdächer (Stahlleichtbau), wo Elastizität aufgrund der auftretenden Schwingungen gefragt ist. Der Anschluss an Kunststoffe (Polyesterlichtkuppelkränze) ist mit geringen Problemen verbunden, trotz der mangelnden Eigenschaft des Bitumens als thermoplastisches Material, Dehnungen aufzunehmen und zu überbrücken (Problem der unterschiedlichen Dehnungskoeffizienten.) Bitumen wird bei Kälte spröde wie Glas. Bituminöse Dächer dürfen daher bei Minusgraden nicht begangen werden.

6.6.3.2. Polymerbitumenbahnen (Plastomer- bzw. Elastomerbahnen)
Geschweißt/geflämmt,
mechanisch befestigt,
mit Beschwerung/Auflast befestigt.

Anstatt – wie bei den Folien – ein Produkt herzustellen, welches Generationen von Entwicklungsstufen überspringt, um sich dann aufgrund der unzähligen Schäden zu besinnen und viele Stufen wieder zurückzugehen, finden wir bei den kunststoffmodifizierten Bitumenbahnen eine stufenweise Entwicklung – aufgebaut auf soliden Erfahrungswerten mit jeweils kleinen Entwicklungsstufen, um die bewährten Lösungen der geänderten Bauweise anzupassen.

Es handelt sich hier um Bahnenmaterial mit einer Armierung/Einlage (Synthesefaservlies oder Gewebeeinlagen; Vlies ist besser aufgrund der Elastizität). Mit einem Gasbrenner wird die Bahn aufgeheizt und die geschmolzene Fläche klebt gleich auf dem Untergrund. Meistens 2-lagig verlegt, bei Sanierung evtl. 1-lagig (je nach Flächenbeschaffung).



Hauptunterschiede bei:	APP	SBS
Kältebiegeverhalten	-10° bis -20° C	-30° C
Wärmestandfestigkeit	bis 130° C	100° – 140° C
Verarbeitbarkeit	z. B. bei HP-Schalen etwas steifer mit höherer Festigkeit	Bei Kälte weicher
UV-Beständigkeit	Sehr gut	Mittel; sollte nur mit Schieferabstreuung als Sichtlage verlegt werden
Alterung	++	+
Andere chemisch-physikalische Eigenschaften	ca. gleich	ca. gleich

Diese Bahnen haben als Trägerstoffe in Rollen geliefertes Synthesefaservlies. Mit diesem anorganischen Vlies war das Verrottungsproblem der früheren Juteeinlagen gelöst. Unter Faservlies verstehen wir eine flächige, regellose, nicht gewebte Anordnung an Fasern, die durch Binder miteinander verklebt sind. Diese sind im Sprühspinnverfahren hergestellt zu eng verfilzten Isotropen, d. h., der Werkstoff hat in jeder beliebigen Richtung die gleichen physikalischen Eigenschaften aufzuweisen, also keine bevorzugte Richtung zu haben wie z. B. Gewebe.

Durch die Entwicklung verschiedener Trägereinlagen, die zum Teil eine gewisse Art von Armierung/Bewehrung darstellen, wurde die Verformbarkeit der Bahnen eingeschränkt, aber diese dadurch vor dem Abrutschen, z. B. auf geneigten Dachflächen, bewahrt. So gibt es Einlagen aus Aluminiumbändern, Polyestergittergeweben usw.

Die langlebigen Flachdachabdichtungen können evtl. etwas teurer werden als andere Lösungen, aber es ist wesentlich günstiger, eine hochwertige Abdichtungsbahn als Sichtlage einzusetzen, als später das Dach nochmals reparieren zu lassen.

VORTEILE:

Große Festigkeit, kaum Gefahr von mechanischen Verletzungen. Fläche kann unbeschränkt zu Wartungszwecken begangen werden. Widersteht Thermoschocks sehr gut. Gängiges Material, kann von allen Verlegern ohne die sonst bei Sondermaterialien erforderlichen zusätzlichen Schulungen bei Bedarf repariert werden. Nachträglicher Einbau von Entlüfter mit Einbindung usw. ist problemlos. Elastisches Material, daher für modernen Industriebau, Stahlleichtbau geeignet. Kann mit Kies/Schotter oder mit werkseitig aufgebrachtem mineralischem UV-Schutz (Schieferauflage) versehen werden. Verträglichkeitsprobleme mit anderen Materialien auf dem Dach (außer einigen Folien wie z. B. PVC- und EPDM-Folien) grundsätzlich nicht vorhanden.

Um die Langzeitbeständigkeit von Bitumendachbahnen zu erhöhen und um die Beständigkeit zu vergrößern, werden dem Bitumen polymere Zuschlagstoffe beigefügt. Das sind Kunststoffverbindungen, die bei der Überführung vom warmen zum erkalteten Zustand Endlosmoleküle bilden, die in ihrer molekularen Vernetzung den Bahnen größere Stabilität geben.

Polymerbitumen sind also durch synthetische hochpolymere Werkstoffe modifizierte Bitumen. Durch die physikalisch-chemische Reaktion wird das Bitumen in seinen wichtigsten Eigenschaften wesentlich verändert, wodurch insbesondere Plastizitätsspanne, Witterungsbeständigkeit, Alterungsbeständigkeit etc. nachhaltig verbessert werden.

Die Modifizierung von Bitumen geschieht in der Praxis hauptsächlich mit Styrol-Butadien-Styrol-Elastomeren (SBS) oder mit Ataktischem Polypropylen (APP), wobei sich beides bewährt hat:

SBS =	Styrol-Butadien-Styrol-Elastomere Elastomerbitumenbahnen (thermoelastische Elastomere) Destillationsbitumen mit SBS
APP =	Ataktisches Polypropylen Plastomerbitumenbahnen (thermoplastische Plastomere) Destillationsbitumen mit APP

APP und SBS werden weltweit verarbeitet.

Plastomerbitumenbahnen haben ein ausgeprägtes plastisches Verhalten.
Elastomerbitumenbahnen haben ein ausgeprägtes elastisches Verhalten.

SBS = Anteil in den Bahnen: 8 bis 10 %

APP = Anteil in den Bahnen: 25 bis 40 %

Die stets geforderte und gewünschte 2-Lagigkeit wird bei Sanierungen leicht und kostensparend für den Kunden erreicht (doppelt genäht hält besser).

Die vorhandene Eindeckung wird repariert. Dehnungsfugen hergestellt, Blasen saniert, Anschlüsse abgedichtet. Dann erst auf diese erste bereits dichte Lage kommt die zweite wasserdichte Bahn darauf.

Jedes großes Passagierflugzeug hat 3 (**drei**) Computersysteme,
jedes Auto hat 2 (**zwei**) Bremskreise als Sicherheit, aber
am Dach nur **eine,** z. B. 1,5 mm dicke einlagige Folie als Dichtungsschicht?

Folien kann man aber nicht 2-lagig verlegen. Die Folie wurde aber mehrfach säuberlich im Labor von Männern mit weißem Kittel und Krawatte geprüft.

Mehrlagige Systeme dagegen bieten eine erhöhte Sicherheit.

Die extra Sicherheit der Nähte und Stöße ist durch Lagenversatz gewährleistet und bietet erhöhten Schutz gegen mechanische Beschädigungen, insbesondere gegen Perforation und, durch die Dicke, gegen Beschädigungen während der Bauausführung.

6.6.3.3. Selbstklebende Polymerbahnen (Elastomerbahnen)

SBS-(Elastomerbitumen)-Bahnen werden auch als Selbstklebebahnen geliefert. Die Bahnen sind mit einer Schutzfolie versehen, welche abgezogen wird, und die Bahnen kleben gleich auf dem sauberen mit Voranstrich versehenen Untergrund.

VORTEILE:

Die zusätzlichen Werkzeuge, welche für die Verlegung von Flämm-/Schweißbahnen erforderlich sind, fallen hier weg und es ergeben sich dadurch rationelle Vorteile bezüglich Arbeit/Transport/Hilfsmaterial und eine höhere Verlegeleistung (kein Gas/Bitumen/Kleber).

NACHTEILE:

Die Verlegung von Selbstklebebahnen ist nur bei warmer Witterung durchzuführen, da ansonsten der Klebeeffekt nicht optimal ist.

Diffusionsverhalten von Bitumenbahnen:	
Elastomerbitumenbahn SBS	20.000
Elastomerbitumen-Kaltselbstklebebahn SBS	25.000
Plastomerbitumenbahn APP	60.000
Bitumenbahnen	100.000

6.7. Oberflächenschutz

Ein Oberflächenschutz verzögert die Alterung der Dachhaut durch Witterungseinwirkungen und fotochemische Einflüsse (UV-Strahlen) sowie mechanische Schäden.

LEICHTER OBERFLÄCHENSCHUTZ:

Bei „nackten“ Dachabdichtungen ist das Material allem ausgesetzt, Sonne, Hitze, Niederschläge etc. Um die Bahnen zu schützen, wird fabriksmäßig oder nachträglich die Sichtlage mit Splitt, Granulat oder Ähnlichem (d. h. mineralische Schieferabstreuung, Splitt-/Granulatabstreuung usw.) versehen.

Die Reflexionsanstriche mit Metallpigmenten sind im engeren Sinn aufgrund der Trockenfilmstärke kein Oberflächenschutz, sondern nur ein leichter UV-Schutz. Bei der Anwendung von reflektierenden Anstrichen ist auf Materialverträglichkeit zu achten (insbesondere bei Kunststoffen). Helle Anstriche oder Beschichtungen wirken abstrahlend und vermindern dadurch die Aufheizung der Dachfläche und der darunterliegenden Räumlichkeiten.

Bei Steildächern (Gruppe III und IV ab 8,8 %) kann aus verständlichen Gründen nur leichter Oberflächenschutz verwendet werden. Bereits bei flach geneigten Dächern werden die Dachrinnen oft voll mit Kies/Schotter aufgrund fehlender oder unzureichender Kiesleiste.

VORTEILE des leichten Oberflächenschutzes:

- UV-Schutz der Abdichtung
- Optische Kontrollmöglichkeit der Dachfläche
- Reinigungsmöglichkeit der Dachfläche
- Gewichtsersparnis

SCHWERER OBERFLÄCHENSCHUTZ:

Schwere Schutzschichten (Kies/Schotter) dämpfen schnelle Temperaturschwankungen (Regenguss im Hochsommer = Thermoschock) und bieten je nach Ausführung zusätzlichen Schutz gegen mechanische Beschädigungen. Die Auflast/Kiesschüttung wird vorzugsweise aus Schotter der Korngröße 16/32 (von 16 mm bis 32 mm) hergestellt und sollte im Einbauzustand mindestens 5 cm betragen. Ein Anteil von Unter- bzw. Oberkorn sowie Feinanteile wie auch geringe nicht frostbeständige Anteile sind zulässig. Gebrochenes Korn im Schotter ist unvermeidbar und stellt keinen Mangel dar. Die Funktion als Schutz und Auflast wird dadurch nicht beeinträchtigt. Übernimmt der Schotter als Auflast gleichzeitig die Sicherung gegen Abheben durch Windkräfte, ist die Dicke entsprechend zu dimensionieren, ebenso die Tragfähigkeit der Unterkonstruktion. Indem das Dach schwerer wird, ist es auch nicht mehr so schwingungsanfällig.

Am Randbereich bei Gebäuden über 20 m wird empfohlen, zunächst im Randbereich anstatt der Kiesbeschüttung bzw. zusätzlich Waschbetonplatten aufzubringen. Die übrige Fläche ist zusätzlich mit Kiesfestiger zu versehen (wodurch die Steine untereinander leicht geklebt werden). Betonplatten auf Kiesschüttung können als begehbare Flächen verwendet werden. Die Belastbarkeit der Konstruktion sollte bei der Wahl des Oberflächenschutzes berücksichtigt werden. Herabgesetzte Brennbarkeit wird ebenfalls erzielt (Flugfeuer).

VORTEILE des schweren Oberflächenschutzes:

UV-Schutz der Abdichtung

Brechung von Temperaturspitzen/Dämpfung von Temperaturschwankungen

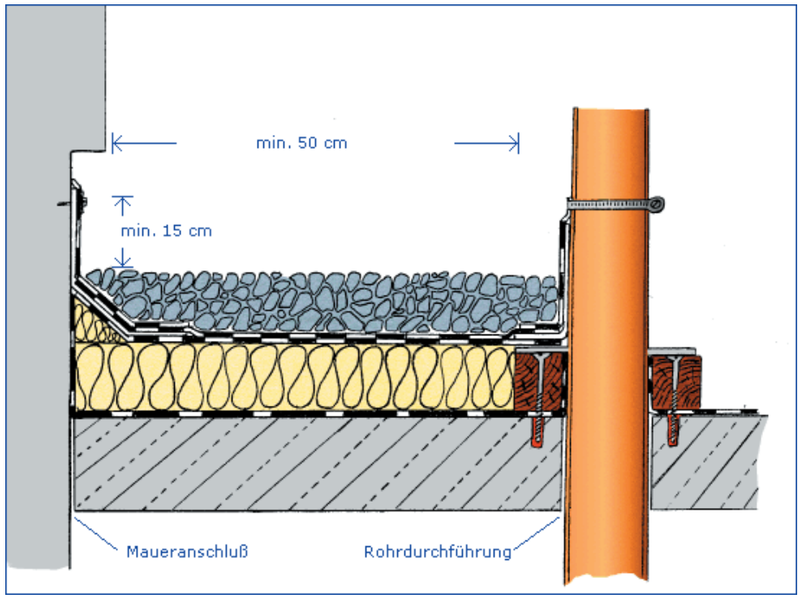
Mechanischer Schutz der Abdichtung

Verhindert durch das Gewicht zu starke Schwingungen bei Stahlleichtbau (Trapezprofil-Blechdächer)

Oberflächenschutzschichten sind dichtschließend aufzubringen.
Ungenutzte Dachflächen sind von Bewuchs freizuhalten.

6.8. An- und Abschlüsse

An- und Abschlüsse, Attika- und Mauerabschlüsse, Dachdurchdringungen (Rohrdurchführungen, Kamine usw.)



6.8.1. An- und Abschlüsse

Ein An- oder Abschluss ist eine Verbindung der Dachabdichtung mit auf- bzw. abgehenden oder durchdringenden Bauteilen.

Wir haben im Normalfall folgende Anschlüsse auf einem Dach:

1) ABSCHLÜSSE (z. B. Dachrandabschluss, Sonderform eines Anschlusses)

2) MAUERANSCHLÜSSE

3) TÜRANSCHLÜSSE (z. B. Terrassen, Türöffnungen direkt zur Dachfläche)

4) ANSCHLÜSSE ZU DACHDURCHDRINGUNGEN

a) LICHTKUPPELANSCHLUSS/RAUCHABZÜGE

b) KAMINANSCHLUSS

c) ANSCHLUSS AN ENTLÜFTER UND ABSAUGANLAGEN/ DUNSTROHRE

d) KLIMAANLAGENANSCHLUSS

e) GELÄNDERSTÜTZENANSCHLUSS

f) ANSCHLUSS ZU MASTEN UND VERANKERUNGEN (TV-ANTENNEN, SATELLITEN EMPFÄNGER)

g) LEUCHTSCHRIFT- UND WERBETAFELSTÜTZENANSCHLUSS

h) ABLAUF-/GULLYANSCHLÜSSE

i) DEHNUNGSFUGEN

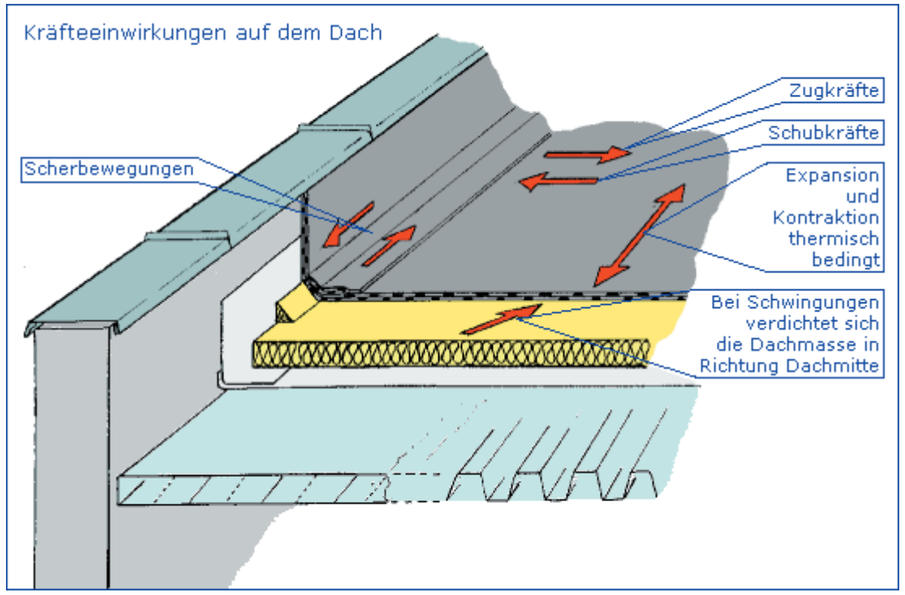
Grundsätzlich unterscheidet man die Anschlüsse in:

STARRER ANSCHLUSS:	Dachdecke und Bauteil sind konstruktiv miteinander verbunden, d. h. mit der Unterlage der Dachhaut (Dachdecke) fest verbunden (verklebt/verschraubt usw.).
BEWEGLICHER ANSCHLUSS:	Anschluss an Bauteilen, die gegenüber dem Untergrund der Dachabdichtung (Decke) mehr oder weniger großen Bewegungen unterworfen sind. Konstruktiv getrennt.

Anschlüsse sind die am höchsten beanspruchten Teile eines Daches

GRUNDSÄTZLICHE ANFORDERUNGEN AN ANSCHLÜSSE:

Bei den Anschlüssen entstehen ZUG-, SCHUB- und SCHERKRÄFTE, daher sind entsprechende konstruktive Maßnahmen bereits bei der Planung der Abdichtung zu setzen.



Anschlussflächen müssen eben und fest sein.

Im Übergang vom Dach zur Mauer (Wand) sollte immer ein Keil angeordnet werden.

Die An- und Abschlüsse sollen möglichst aus den gleichen Werkstoffen wie die Dachabdichtung hergestellt werden.

Bei unterschiedlichen Werkstoffen in der Dachhaut/Abdichtung müssen diese für den jeweiligen Zweck uneingeschränkt und dauerhaft geeignet und untereinander verträglich sein.

Die Klebeflächen der Flanschen müssen mindestens 12 cm betragen.

Wo Bewegungen zu erwarten sind, sind entsprechende Schleppstreifen (Dehnungsfugen) über der Fuge, wo eine Bewegung stattfinden könnte, und unter der Abdichtung einzuplanen, um kraftschlüssige Verbindungen zu vermeiden, welche durch Schwingungen usw. zerstört werden würden.

Hochgezogene Bahnen sollen ab 20 cm Höhe gegen Abrutschen und Abklappen mechanisch befestigt werden. Dachbahnen mit Glasvliesträger-Einlage alleine sind für Anschlüsse nicht geeignet (unbedingt sollten hier Bahnen mit Gewebeeinlage und mit hoher Wärmestandfestigkeit verwendet werden).

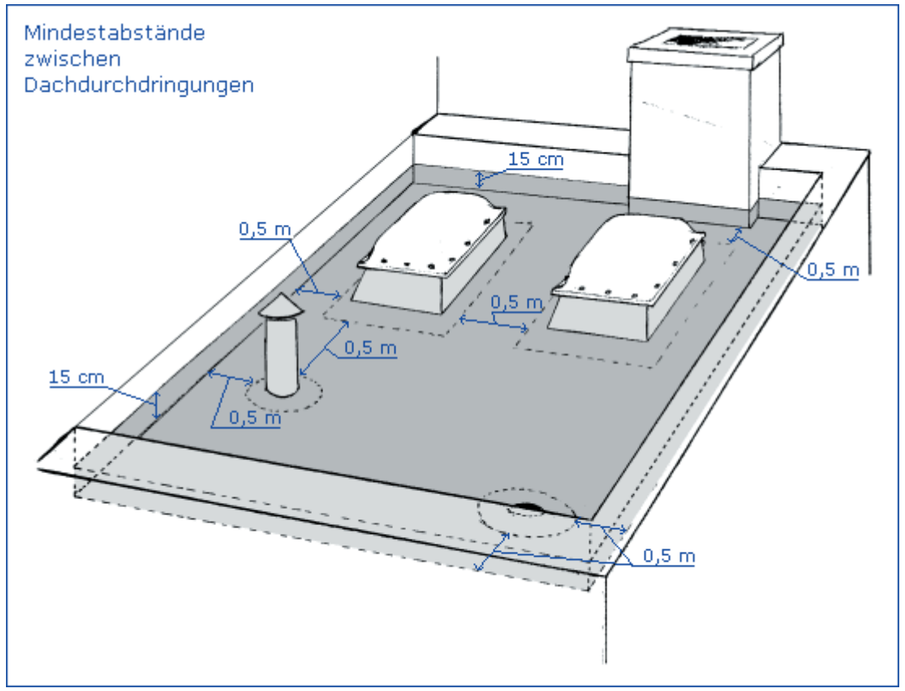
Die Anschlussbahnen sind „fingerförmig“ in die Flächenabdichtung/Dachhaut einzubinden. Somit befindet sich die erste Lage unterhalb und die zweite Lage oberhalb der Sichtlage der Flächenabdichtung.

An- und Abschlüsse von Dachabdichtungen müssen gegen die Hinterwanderung von ablaufendem Niederschlagswasser abgedichtet sein, z. B. durch eine vorgehängte Fassade/Mauer, einen Klemmschienenanschluss oder ein Blech mit eingearbeiteter Putzleiste.

Die dichtungstechnisch wirksame Anschlusshöhe soll bei Dachneigungsgruppen I und II (bis 8,8 %) mindestens 15 cm ab der Oberkante des Oberflächenschutzes (= wasserführende Ebene) betragen.

Die Abdichtung des Anschlusses muss im Falle bituminöser Systeme als Sichtlage zumindest eine beschieferte Polymerbitumenbahn erhalten, für ausreichenden Witterungs- und UV-Schutz. Ein hitze- und standfestes Material ist absolut erforderlich. Der Abstand von Dachdurchdringungen zu anderen Bauteilen (Dehnungsfugen, Gullys, Dachkanten) und anderen Dachdurchdringungen sollte aus der Praxis mindestens 50 cm betragen (von der Außenkante Klebeflansch/Einklebefläche).

Ausnahme: Geländerstützen sollten mindestens 20 cm von der Dachkante entfernt sein, um eine einwandfreie Abdichtung sicherzustellen.



Um Verformung und Zerstörung an Kunststoffeinbauteilen (Lichtkuppelkränzen, Dunstrohren, Terrassentüren) durch den Gasbrenner zu vermeiden, sind die Anschlüsse z. B. mit im Kaltverfahren zu klebenden Elastomerbitumenbahnen herzustellen bzw. im Umklappverfahren. Um Brandschäden zu vermeiden, kann auch eine entsprechende Beschichtung aufgetragen werden. Bei Folien erfolgt die Einbindung kraftschlüssig und vollflächig verklebt und/oder mechanisch befestigt.

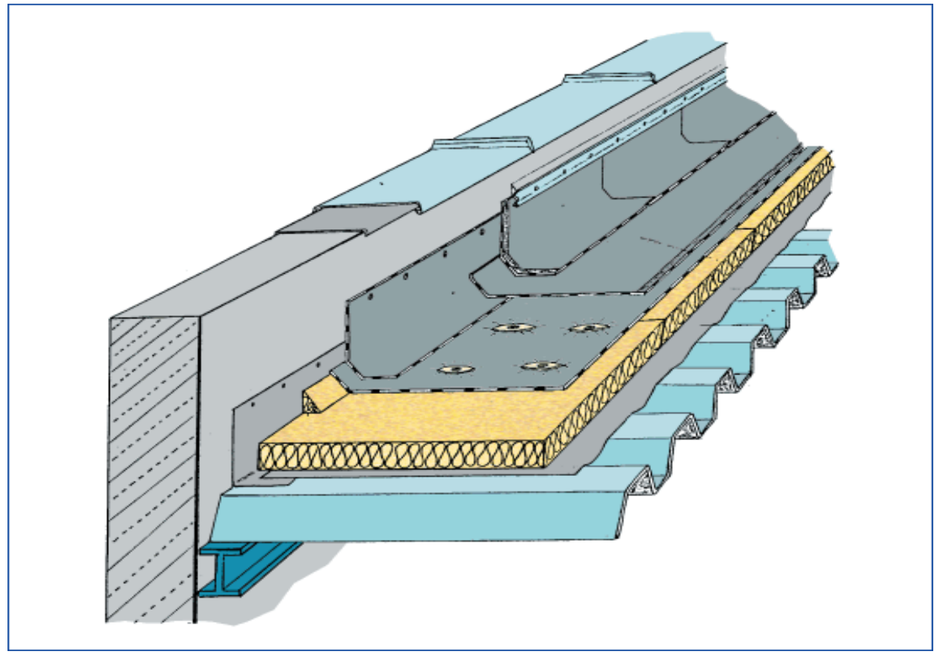
Weil die Verlegevorschriften der einzelnen Hersteller hochpolymerer Bahnen (Folien) oft stark voneinander abweichen, ist jeweils eine Einzelabstimmung vorzunehmen und vom Bahnenhersteller bei Bedarf bestätigen zu lassen!

Mechanisch befestigte Verbundbleche am Kranz müssen an der Oberkante abgedichtet werden, da diese Art der Befestigung Kräfte aus der Fläche übernimmt (thermische Bewegungen, Schrumpf), nicht aber eine Abdichtungsfunktion übernimmt.

DACHABSCHLUSS

Bei der Dachkante treffen zwei prinzipiell unterschiedliche Bauteile aufeinander und daher sind sowohl die statisch-konstruktiven und bauphysikalischen als auch abdichtungstechnischen Anforderungen zu beachten.

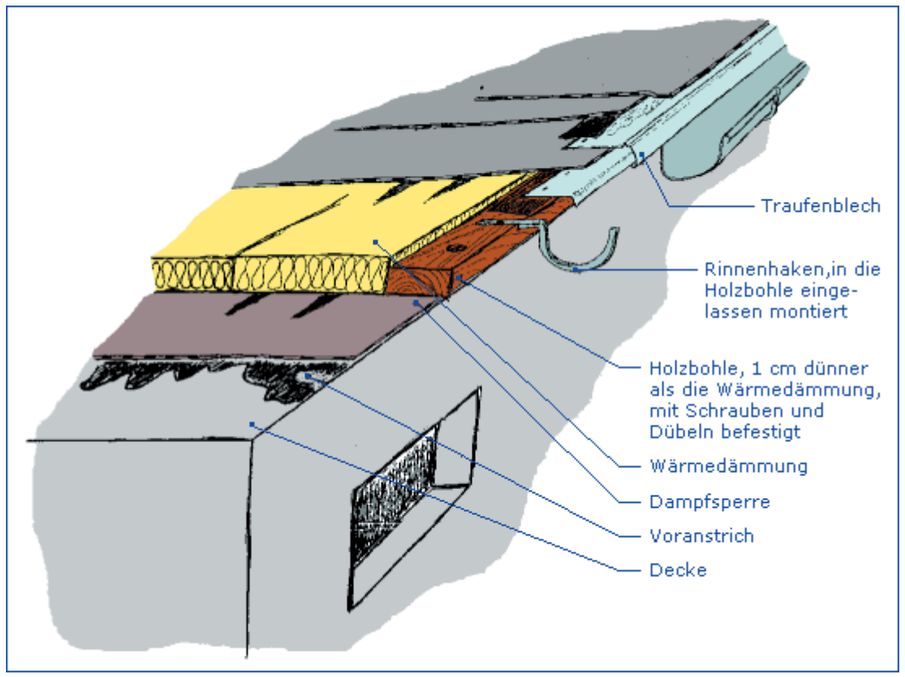
Der Abschluss der Außenfassade und gleichzeitig der seitliche Abschluss der Dachfläche müssen planerisch und handwerklich konsequent ausgebildet sein. Es darf hier zu keinerlei baubedingter Zwänge kommen.



„Anschlüsse von Dachabdichtungen müssen bis zu ihrem oberen Ende wasserdicht sein.“ Anschlussbahnen müssen gegen Abrutschen gesichert werden!

DACHRANDABSCHLÜSSE:

Dachrandabschluss mit Traufkante und Rinne:



Hinter und unter das Traufenblech ist ein Schleppstreifen anzuordnen, sofern keine 1-lagige Folie lose verlegt wird.

Die Einklebefläche auf Blechanschlüssen sollte aus Erfahrung mindestens 12 cm breit und mit einem Voranstrich als Haftbrücke versehen sein.
Der Einbau von Dehnungsausgleicher/Dilatationsfugen soll vorgesehen sein um temperaturbedingte Längenänderungen zu vermeiden, welche zu Schäden führen könnten.

Die Attika ist ein problematisches Detail, da die Attika ganz im kalten Bereich liegt. Hochgezogene Bahnen (verklebt/verflämmt) immer zusätzlich mechanisch befestigen.

Brüstungen sind ebenfalls ein sehr problematisches Detail. Die Brüstung liegt immer ganz im Außenbereich und verschattet die Dachfläche, sodass es eine Spannungszone gibt. Schnee schmilzt z. B. sehr langsam in diesem Kern-Schattenbereich.

6.8.2. Dachdurchdringungen
Lichtkuppeln, Rohrleitungen, Kabel, Stützen, Dunstabzüge

Alles, was durch die Dachabdichtung (Dachhaut) hindurchgeführt wird, gehört zur Gruppe der Dachdurchdringungen.

Prüfen, ob starre oder bewegliche Dachdurchdringung vorliegt.

Die Dachdurchdringungen sind an Hochpunkten einzuordnen – d. h. aus der wasserführenden Abdichtungsebene herausgehoben anzubringen.

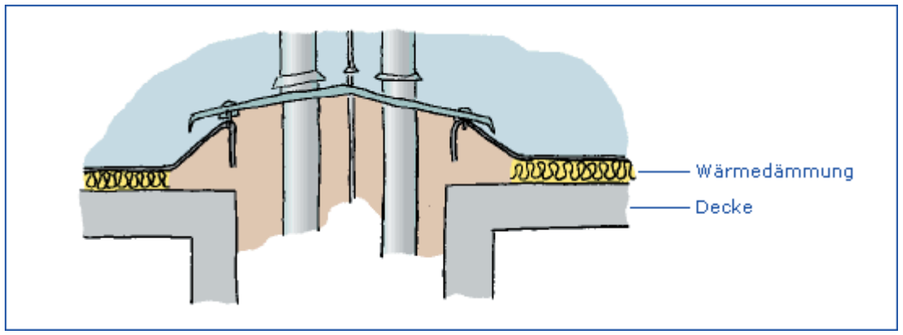
Mindestabstände zu An- und Abschlüssen sowie zu anderen Dachdurchdringungen/Bauteilen unbedingt einhalten. Mindestens 0,5 m von der nächsten Abdichtungs-/Einbindungsflansch/-Fläche weg.

Einbindung gegen Abrutschen und/oder Abklappen evtl. mechanisch sichern, z. B. mit Rohrschellen, Klemmprofilen etc.

Hochgezogene Einbindung gegen Hinterwanderung des Niederschlagwassers absichern, z. B. mit Dichtungskragen.

Anschlusshöhe an die Dachneigung anpassen.

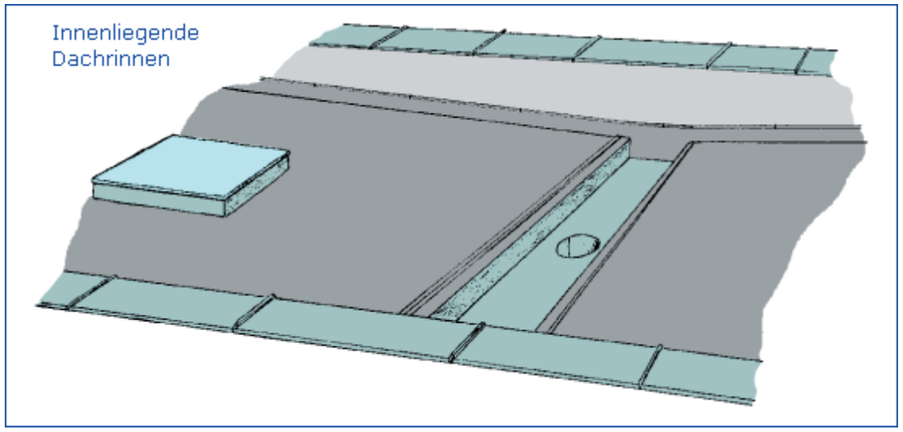
Eine gebündelte Rohrdurchführung in der Dachebene bringt große Vorteile. Die Öffnung in der Dachfläche wird in gleicher Weise ausgebildet wie Ortgang und Dehnfuge. Der Abschluss mit dem wärmegedämmten Blechelement sollte in die Leistungsbeschreibung der Haustechnik aufgenommen werden.



6.8.3. Dachabläufe (Gully, innenliegende Dachentwässerung)

Bei der Planung der Dachentwässerung ist unbedingt Folgendes zu beachten:

Gullys (Dachabläufe) sind konstruktionsmäßig ausreichend zu planen, sowohl hinsichtlich Anzahl, Platzierung und Durchmesser (Nennweite).



Folgendes wird oft vergessen: Bei Dachflächen mit Innenentwässerung muss, unabhängig von der Größe der Dachfläche, mindestens ein Sicherheitsablauf vorhanden sein, der funktioniert, wenn der „normale“ Ablauf/Gully verstopft sein sollte (z. B. mit Laub im Herbst).

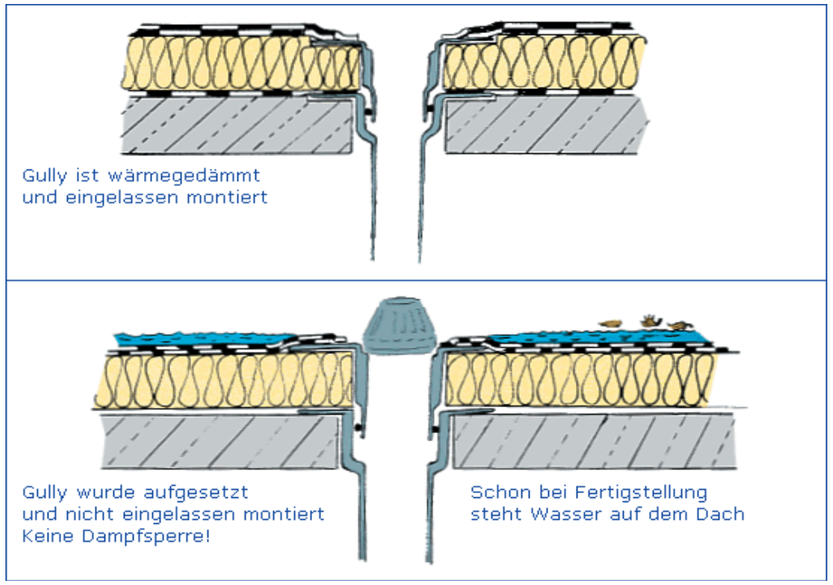
Obwohl einleuchtend, muss wiederholt werden, dass die Dachabläufe sich auch nach stattfindender (zu erwartender) Durchbiegung der Deckenmaterialien weiterhin auf der tiefsten Stelle des Daches zu befinden haben. In der Praxis sieht man leider regelmäßig bis häufig (fast immer) Verstöße gegen diese Regel. D. h. keinen Gully bei den Stehern/Stützen platzieren.

Bereits bei der Planung ist dafür zu sorgen, dass Niederschlagswasser auf kürzestem Wege und ohne Stau abgeleitet werden kann.

Dachabläufe sind wie bei anderen Dachanschlüssen mind. 50 cm (von der Klebeflanschkante weg) von Attiken, Bauwerksfugen, Lichtkuppeln und sonstigen Anschlüssen entfernt zu platzieren. Der Klebeflansch (bei Folien der Klemmflansch) sollte mind. 12 cm breit sein (zu geringe Abstände bilden kleine Nischen oder Ecken, in denen sich dann sehr schnell Staub, Laub, Moos, Krusten usw. meist unbemerkt sammeln. Dieser Schmutz sorgt dann dafür, dass der Gully weniger Wasser aufnehmen kann oder der Gullyeinlauf völlig verstopft wird).

Durch Bauwerksfugen (Dehnungsfugen) getrennte Teile der Dachfläche sind unabhängig voneinander und somit jeweils einzeln zu entwässern.

Bei der Montage müssen sie so eingebaut werden, dass sie keine Wärmebrücken in der Dachkonstruktion bilden. Es werden wärmegedämmte Abläufe verwendet, um Schwitzwasser/Tauwasserbildung zu vermeiden.



Der Einbau muss eingelassen erfolgen, um keinen Wasserstau zu verursachen. Ein Anschluss mit Manschette ist zwischen den Lagen der Dachhaut einzubinden bzw. bei 1-lagigen Folien auf den Klebeflansch.

Abläufe werden/sollen immer eingelassen montiert werden, um bestehendes Gefälle nicht zu unterbrechen. Sonst würde bereits bei der Fertigstellung eine Dachfläche mit stehendem Wasser entstehen. Der Einlauf des Gullys wäre somit höher als die Dachfläche.

Niederschlagsmenge (Regenspende) z. B. 200 Liter/Sekunde x Hektar (100 m x 100 m) Sicherheitsbeiwert 2,0 z. B. bei einer Dachneigung von 15° ergibt das einen Abflussbeiwert von 0,8.

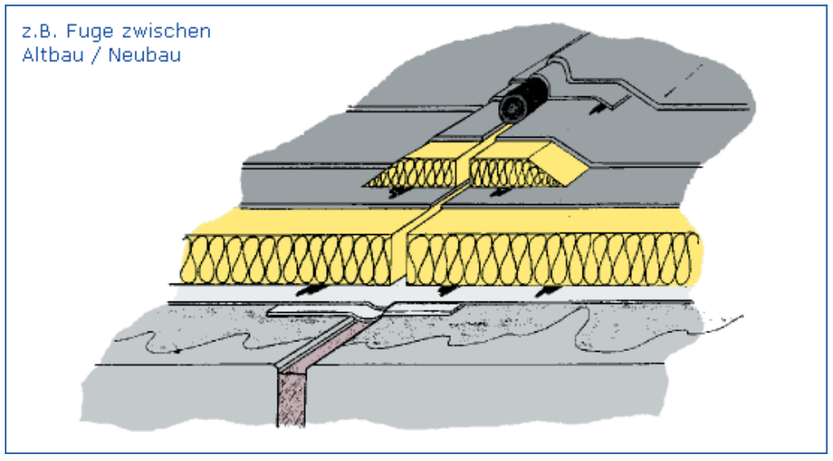
Formel:

Oft wird bei der Berechnung darauf vergessen, dass das Dach an eine hohe Mauer anschließt. Bei Schlagregen muss die Niederschlagsmenge, welche an die Mauer trifft und das Dach hinunterrinnt, in der Niederschlagsmenge mitgerechnet werden.
Diese hohe Mauer vergrößert die Niederschlagsfläche teils erheblich.

NACHTEILE:
Man könnte sagen, dass eine Innenentwässerung genau so sinnvoll ist, als würde man die Auspuffrohre eines Autos zuerst in den Passagierraum führen, bevor man sie ins Freie leitet.

6.9. Dehnungsfuge/Gebäudebewegungsfuge

Eine ausgebildete Dehnungsfuge ist ein geplanter Zwischenraum zwischen zwei Bauteilen, um ihre unterschiedlichen Bewegungen/Dehnungen zu ermöglichen, ohne dass die darüberliegende Dachhaut dabei reißt (die Dehnungen werden überbrückt!).



Aufbau mit Elastomerbitumen-Abdichtungsbahnen.

Über der Fuge = Elastomerbitumenschweißbahn

1.) Dehnungsfugen sollen nicht auf Ecken von aufgehenden Bauteilen zulaufen. Dies gilt für massive Aufkantungen (Wandanschlüsse, Randaufkantungen) und leichte Einbauteile (Lichtkuppeln, Lichtbänder). Eine Dehnungsfuge darf also nicht auf ein Gebäudeeck laufen.

2.) Bei Neigungen von weniger als 3 % muss die Dehnungsfuge aus der Fläche (wasserführende Ebene) herausgehoben werden (siehe Zeichnung). Bei darüber hinausgehender Neigung sollte die Dehnungsfuge herausgehoben werden.

3.) Die unterteilte Fläche ist jeweils separat zu entwässern (mindestens 1 Gully zwischen jeder Dehnungsfuge). Jede Teilfläche zwischen den Dehnungsfugen ist somit separat zu entwässern, d. h. hat einen eigenen Ablauf.

4.) Sämtliche in der Dachdecke ausgebildete Fugen sind in jeder Schicht/Lage des Dachaufbaus konsequent auszubilden.

5.) Kreuzungspunkte sind zu vermeiden, und wenn es nicht anders möglich ist, dann mit einem Winkel von 90° auszubilden (spitze Winkel verursachen Schub- und Scherbewegungen).

6.) An aufgehenden Bauteilen und Dachrandabschlüssen ist die Dehnungsfuge mit gleicher Konsequenz wie in der Dachfläche durchzuführen. Dies bedingt auch den Einsatz von beweglichen Metallabdeckungen und -profilen mit dehnungsausgleichender Aufgabe.

7.) Dehnungsfugenbänder sind mit Schlaufe nach oben anzuordnen.

DEHNUNGSFUGE-DAMPFSPERRE:
Ein heikler Punkt. Die Dampfsperre darf nicht getrennt werden. D. h. in der Fuge selbst darf sie zusammendrückbare Materialien wie z. B. Mineralwolle, dazu keine scharfen Kanten/Graten bei der Fuge aufweisen. Über die Fuge soll eine mind. 50 cm breite Elastomerbahn verlegt werden, welche nur 10 cm auf jeder Seite verklebt wird, 30 cm bleiben unverklebt. Auf dieser erfolgt im Bereich dieser Streifen eine vollflächige und kraftschlüssige Verklebung. Beim Verlegen ist eine „Verlegung mit Schlaufe“ empfehlenswert, um Kältekontraktion/Zwangsspannungen gegenüber den bei der Bauphase herrschenden Temperaturen vorzubeugen.

WÄRMEDÄMMUNG UND ERSTE LAGE:
Hier muss konsequent über die Fuge getrennt werden, wie auf der Zeichnung angeführt. Ansonsten besteht die Gefahr der Rissbildung außerhalb des geplanten Bewegungsbereiches, d. h. an der nächsten Schwachstelle.

DEHNUNGSFUGEN ALS HOCHPUNKT (Gebäudedehnungsfuge):
Ca. 4-5 cm aufgebaute, einseitig zur Fläche, schräg geschnittene Wärmedämmplatten mit ca. 25 cm Breite. Damit ist gewährleistet, dass sich der eigentliche Bewegungsbereich außerhalb/oberhalb der üblichen Pfützenbildung befindet und die Fuge daher auch im Winter, wenn die Pfützen und Wasserlacken zum Eispanzer werden, funktionsfähig bleibt.

Das Rundprofil muss ohne Kraftanstrengungen zusammendrückbar sein und sich bei Nachlassen der Beanspruchung elastisch zurückstellen können. Deswegen kommen nur elastische Weichschäume (Schaumgummi) dafür in Frage. In diesem Bereich 2-lagige Abdichtungen nach unten mit ca. 50 cm unverklebtem Bereich lassen.

Diese Dehnungsfuge „bewegt sich mit” und weist optimales Rückstellungsvermögen auf. Diese Konstruktion nimmt auf Dauer Dehnungen von ca. 3 cm auf. Größere Dehnungen (bzw. Setzungs- und Scherbewegungen) erfordern Sonderkonstruktionen!!!

2 Arten von Dehnungsfugen:

- langsam ablaufende und einmalige (Setzungen) oder selten wiederholte Bewegungen (Unterkonstruktion/Decke)

- schnell ablaufende und/oder häufig wiederholte Bewegungen (Anschlüsse, Dachhaut), Wechsel-/Wanderschatten, Thermoschocks, sonstige temperaturabhängige Längenänderungen der Baumaterialien in der Konstruktion, Aufbauten und Dachhaut.

7. Befestigungssysteme – Lagesicherung der unterschiedlichen Funktionsschichten

Egal wie gut das Material auf dem Dach ist, wenn die Bahnen untereinander (Naht- und Stoß) bzw. mit der Unterlage (Decke/ darunterliegende Schichten, z. B. Wärmedämmung) bzw. an Rändern und Anschlüssen nicht ordentlich befestigt sind, hat alles keinen Sinn.

Wir unterscheiden:

1.) VERKLEBEN MIT HEISSBITUMEN
   a) Gießverfahren
   b) Streichverfahren

2.) FLÄMMVERFAHREN, bei Bitumen- bzw. Polymerbitumenbahnen

3.) KALTKLEBEVERFAHREN, Adhäsivkleber, selbstklebende Abdichtungsbahnen

4.) PUR-KLEBER

5.) VERKLEBUNG VON KUNSTSTOFFBAHNEN
   a) Thermoplaste (PVC, ECB usw.)
   b) Elastomere (Kautschukbahnen) IIR, NBR, EPDM usw.

6.) MECHANISCHE BEFESTIGUNG: Schrauben mit Haltetellern bzw. Schienen

7.) BEFESTIGUNG DURCH AUFLAST: Kies/Schotter/Waschbetonplatten usw.

8.) GEMISCHTE BEFESTIGUNG

9.) SONDERFORMEN (-KONSTRUKTIONEN)

   a) Steildächer über 8,8 %
   b) Schalendächer

7.1. Verkleben mit Heißbitumen

Ein seit über 150 Jahren bewährtes System. Je nach Dachneigung wird ein mehr oder weniger standfestes Bitumen verwendet. In der Regel werden dafür ungefüllte Bitumensorten verwendet, z. B. 85/25 (für Dächer bis 3° Neigung), oder 100/25 und 115/15. Die Verarbeitungstemperatur von Bitumenklebemassen beträgt ca. +180° bis +220° C (Bitumenkessel).

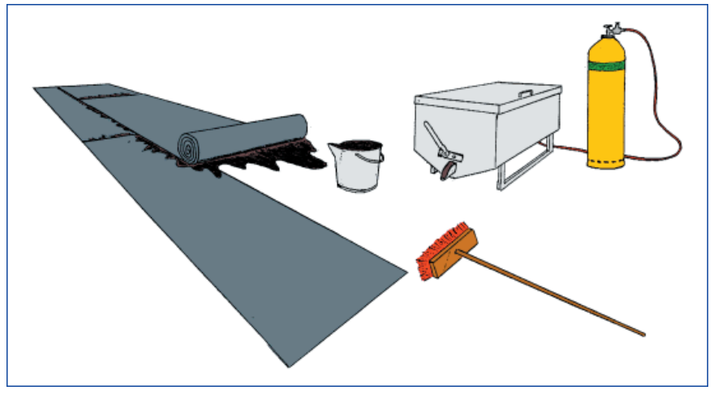
a) GIESSVERFAHREN
   Die Bitumenmasse wird in Verarbeitungstemperatur vor die fest aufgerollte Bahn so reichlich aufgegossen, dass beim Ausrollen der Bahn vor der Rolle in ganzer Bahnenbreite ein Klebemassewulst entsteht. An den Bahnenrändern längs und quer soll die Bitumenklebemasse sichtbar heraustreten.

b) BÜRSTENSTREICHVERFAHREN
   Bei diesem Verfahren wird auf Bürstenstrichbreite so reichlich Bitumenklebemasse aufgetragen, dass beim Einrollen der Bahnen unter leichtem Druck in gesamter Rollenbreite ein Klebemassenwulst entsteht. Hier soll ebenfalls Bitumenklebemasse sichtbar seitlich austreten.

VORTEILE:
Mit Heißbitumen ist nach dem Erkalten die Festigkeit (die Klebeverbindung) sofort und absolut vorhanden.

NACHTEILE:
Vor allem auf schwingungsempfindlichen Dächern (Trapezprofilblechdächer) kann sich die spröd-harte Klebeverbindung lösen. Bei Anschlüssen an Kunststoffteilen (z. B. Lichtkuppeln) und Blechen können Haftungs- und/oder Verträglichkeitsprobleme entstehen sowie Rissbildung infolge von Dehnungen. Dazu wirkt Stahlblech insbesondere in der kalten Jahreszeit quasi als Kühlrippe bei der Heißbitumenverklebung. Diese kühlt zu schnell ab und es kommt evtl. keine richtige Verklebung zustande.

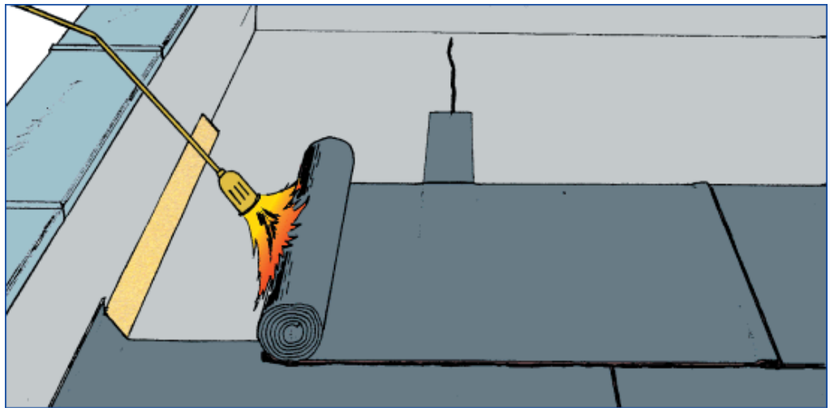
Bahnen, welche nach diesem System verklebt werden, müssen „heißkleberfreundlich“ sein, also im Regelfall besandet sein. Man sollte bzw. kann oft mit Vorteil Dämmplatten aus Mineralfasern und Schaumglas sowie PUR-Wärmedämmplatten damit verkleben. Die Hitzeempfindlichkeit von Polystyrol macht es ungleich schwerer, diese mit Heißbitumen zu verlegen (schmelzen, punktweise), ohne Schaden zu verursachen.



7.2. Flämmverfahren (Verarbeitung mit Gasbrenner)

Die Flämmbahnen (Schweißbahnen) sind oft dicker als normale Bitumenbahnen, welche für die Verlegung mit Heißbitumen bestimmt sind. Das für das Verlegen erforderliche Klebebitumen ist bereits auf den Bahnen enthalten.
Die zu verklebende Bitumenschicht (Unterseite der Bahn) wird mit offener Flamme erhitzt und angeschmolzen und die Bahn unter leichtem Andrücken ausgerollt. Durch das Aufschmelzen dieser fabriksmäßig aufgebrachten dicken Deckschicht wird eine vollflächige homogene Verbindung hergestellt.
Auch hier soll an den Bahnenrändern längs und quer die Bitumenmasse sichtbar austreten (Schweißraupe).
Zu beachten ist bei der Verarbeitung nur, dass Trägereinlagen aus Synthesefaservlies überhitzungsempfindlich sind. Falls zu stark geflämmt worden ist, ist dies optisch erkennbar an kleinen Falten und Blasen sowie an einer leichten Schrumpfung der Bahn in diesem Bereich.

Im Flämmverfahren zu verarbeitende Dachbahnen haben oft eine Unterseite mit Schnellschweißfolie bzw. sind fein besandet/talkumiert.

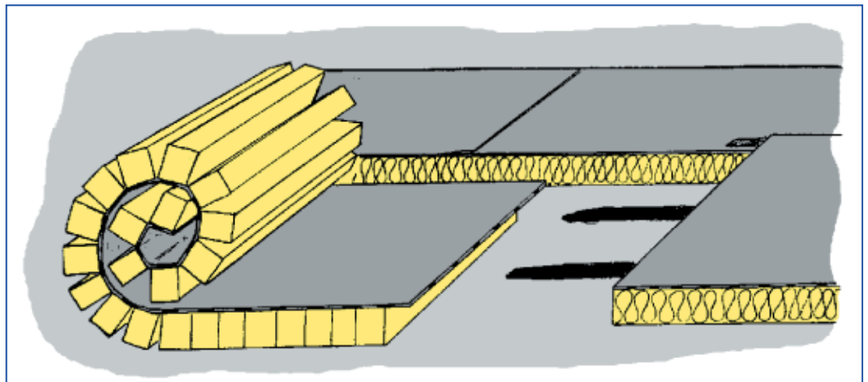


VORTEILE:
Eine gleichbleibende Verarbeitungs-/Verlegungstemperatur ist leichter zu erreichen als beim Heißbitumen. Baustellenbedingte leichte Staubschicht (Trennlage!) wird mit dem Druck der Flamme meistens weggeweht, eventuelle leichte, kaum sichtbare Feuchtigkeit wird in der Hitze verdunsten. Somit ist die Möglichkeit einer nachträgliche Blasenbildung stark herabgesetzt.

NACHTEILE:
Bei jeder Art der Befestigung (Lagesicherung) besteht die normale Feuergefahr, die mit der Verwendung einer offenen Flamme verbunden ist.

7.3. Verkleben im Kaltklebeverfahren (Adhäsivkleber)

Dieses Hilfsmittel wird oft verwendet, um Polystyrolplatten oder -rollbahnen auf vorhandene bituminöse Dampfsperren oder dicht auf den Untergrund (z. B. Stahltrapezbleche) aufzukleben. Bei Belastung während der Ausführung können die einzelnen Profilrippen vorübergehend abgesenkt werden. Der notwendige Klebekontakt kann dann erst nach der Entlastung eintreten (Vorteil Nachklebeeffekt!).
Heiße Bitumenklebemassen sind deshalb nur bedingt geeignet!



Rollbahn mit Wärmedämmung
Kaltverklebung mit Adhäsivkleber

Naht- und Stoßverbindungen werden im Kaltklebeverfahren verklebt, z. B. Wärmedämm-platten als Rollenware (Polystyrol-Rollbahnen).
Nach erfolgter Bahnenverklebung werden zuerst die Querstöße der mit Elastomerbahnen kaschierten Klappbahnen und Rollbahnen verschweißt, und zwar so, dass die unterdeckende Längsnaht unverschweißt bleibt. Die Längsnaht wird mit einem speziellen Nahtbrenner (mit Andruckwalze in einem Zug über die gesamte Dachbreite) verschweißt.

VORTEILE:
Die Lage der Dämmung kann korrigiert werden. Auch zeigt sich ein Nachklebeeffekt noch nach Jahren (daher keine Versprödung der Klebemasse und sie geht, weil elastisch, mit den Schwingungen mit).

NACHTEILE:
Der Nachklebeeffekt kann, falls keine Vorkehrungen getroffen wurden, bewirken, dass die Dämmstoffe (durch schwingungsanfällige Konstruktionen) jahrelang „wandern“, sich sozusagen „zusammenschaukeln“ (Verdichtung zur Mitte hin – Lageverschiebung). Verarbeitungs- und werkstoffbedingte Fugen schließen sich. Dies hat zur Folge, dass am Dachrand Dämmlücken entstehen. Zu hohe Dosierung (zu viel Kaltkleber) kann bei Polystyrol-Partikelschaum (EPS) eine Kavernenbildung zur Folge haben (die Lösungsmittel in den Kaltklebern fressen das Polystyrol auf). Für den Schwarzdecker ist das System mit einer sehr zeitaufwendigen Reinigung der Verarbeitungsgeräte verbunden.

7.4. PUR-Kleber (Polyurethan – flüssig aus einer Kanne)
Der Untergrund muss sauber sein. Durch das „Gießverfahren“ ist eine sehr schnelle Verarbeitung möglich. Standfestigkeit auch bei unterschiedlichen Temperaturen. Vereinfachte Auftragungsverfahren. Die grundsätzlich unterschiedlichen Systeme, welche befestigt werden sollten, sind:

1) Bitumen-u. Polymerbitumenbahnen
2) Kunststoffbahnen (Hochpolymer) PVC, PIB, EVA, ECB usw.

Einkomponenten-PUR-Klebstoffe haben sich in den letzten 35 Jahren (Stand: 2019) vielfach bewährt und bieten eine echte Alternative zu den häufig verwendeten Adhäsivklebern. Der PUR-Kleber ist sehr gut geeignet für das Aufkleben von PUR-Dämmstoffplatten.

VORTEILE:
Das Verschieben der Dämmung ist ca. 20 Minuten nach dem Auftragen des Klebers noch möglich. Durch ein leichtes Aufschäumen werden Unebenheiten des Untergrundes überbrückt. Feuchter Untergrund ist für den Kleber nicht schädlich, sondern sogar nützlich für den Schaumprozess.
Nach ca. 2 bis 6 Stunden (witterungsabhängig) ist der Kleber ausgehärtet und die Dämmung absolut und fest mit dem Untergrund verbunden.

NACHTEILE:
Der Kleber ist nach Aushärtung spröd-hart und daher nicht elastisch. Werden Polystyrolvollbahnen eingesetzt, so muss aufgrund der Wickelspannung am Ende der Bahn so lange beschwert werden, bis der Kleber anzieht. Die Anfangsfestigkeit ist im Vergleich zum Adhäsivkleber gering.

Bei niedriger Temperatur und geringer Luftfeuchtigkeit dauert der Schäumungsprozess sehr lange und das Aufschäumen erfolgt nur sehr begrenzt. In diesem Falle sollte die Dachfläche befeuchtet werden.

7.5. Verklebung von Kunststoffbahnen (hochpolymere Folien)
Je nach Kunststoffart existieren viele Möglichkeiten der Verbindung der Bahnen untereinander (Nahtverbindung):

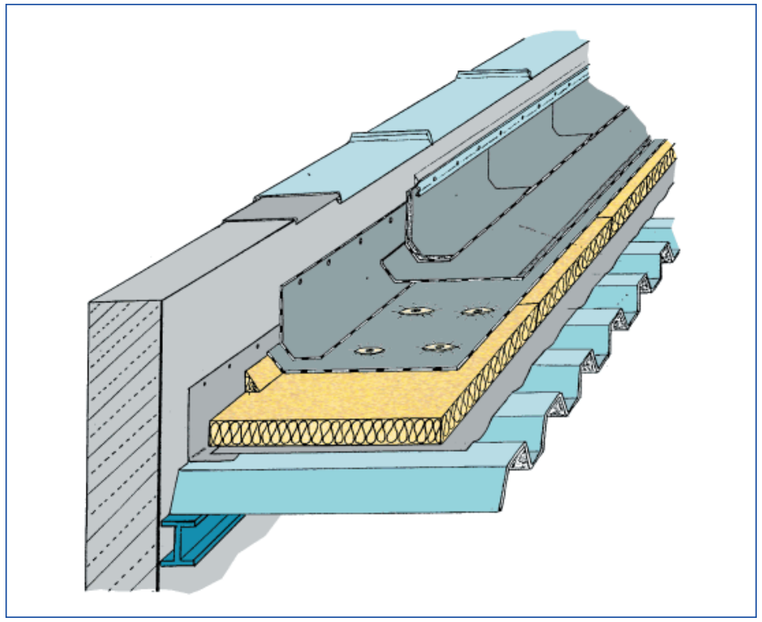
a. THERMOPLASTE:

Quellschweißung	Mit Lösungsmittel wird die Folie aufgelöst und eine homogene Naht mit mind. 3 cm Breite hergestellt. Nur Quellschweißmittel vom Hersteller der Folie verwenden.
Heißluftschweißung	Mit Heißluft wird die Folie plastifiziert und durch Zusammendrücken eine homogene Naht hergestellt. Mind. 3 cm.
Hochfrequenzschweißung	Der Verbindungsbereich wird örtlich plastifiziert und unter Elektrodendruck verbunden (industrielle Fertigung).
Heizkeilschweißung	Plastifizierung durch Heizkeil, Naht wird unter Druck zusammengefügt (industrielle Fertigung).
Klebebänder	Dichtungsbänder/Abdeckbänder

b. ELASTOPLASTE:

Klebebänder	Fabriksmäßig vorgegeben auf den Bahnen oder eigenes Klebeband
Kontaktkleber	Spezielle Schichtdicke und Trocknungszeit, abhängig von Temperatur und Belüftung, mit leichtem Druck 5 cm breit.
Vulkanisation	(Hot Bonding) Durch Heißvulkanisieren hergestellte Nähte weisen keinen Unterschied im Materialgefüge auf und haben deshalb die gleichen Eigenschaften wie das Material. Industrielle Fertigung.
Bitumenkleber	Adhäsivkleber
Schmelzklebebänder	Sie weisen speziell für Bahnen entwickelte Kunststoffzusammensetzungen auf.

7.6. Mechanische Befestigung



1. Anzahl der Befestigungen erfolgt je nach Windlastannahme und Gebäudehöhe.

2. Befestigungen müssen im jeweiligen Bereich gleichmäßig verteilt und angeordnet werden.

3. Einzelbefestigungen vornehmlich im Überlappungsbereich (in der Dachmitte evtl. zusätzliche Befestigung für die Wärmedämmung – mechanisch oder kleben).

4. Bei mechanischer Befestigung müssen Abdichtungsbahnen hohe Ausreiß- und Durchtrittsfestigkeit aufweisen (sofern keine „beweglichen“ Schraubensysteme verwendet werden).

5. Mechanisch befestigte Bitumenbahnen gelten dann als erste Lage, wenn die Befestigungselemente innerhalb der Nahtüberdeckung liegen oder mit einem Zusatzstreifen überklebt werden (= verdeckte mechanische Befestigung).

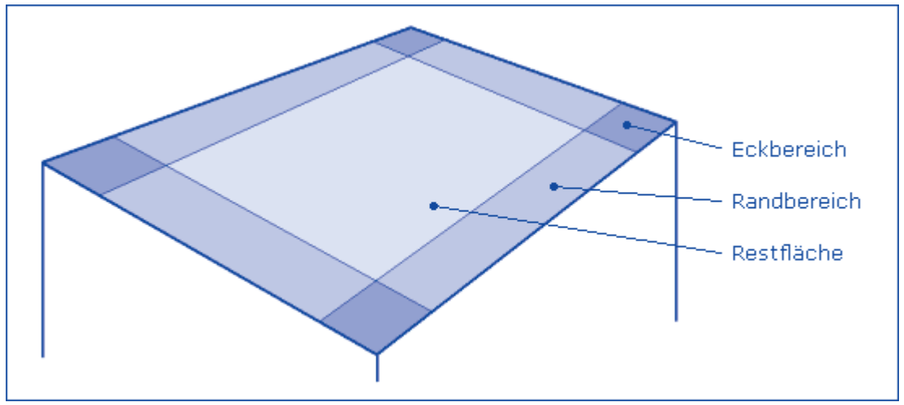
6. Bei Stahltrapezprofilen soll der Abstand der Bohrlöcher auf gleichem Obergurt mindestens 20 cm betragen.

7. An mechanischen Befestigungen auf Stahltrapezprofilen, insbesondere über klimatisierten Räumen, kann bei niedrigen Außentemperaturen Tauwasserbildung bei den durchbohrten Schrauben entstehen.

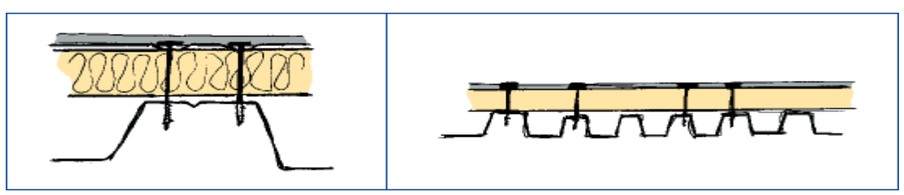
ECKBEREICH:	1/16 der Kantenlänge (8/m²)
RANDBEREICH:	1/8 der Kantenlänge (6/m²)
RESTFLÄCHE:	--------- (4/m²)
FAUSTREGEL:	4 – 6 – 8 Befestigungen/m² (2 – 4 – 6 Befestigungen/m²)

Bei der Berechnung der Windlast kann z. B. Folgendes passieren:

	Berechnete Werte	Faustregel	
Fläche	4,2 Stk./m²	4	zu wenig
Randbereich	4,8 Stk./m²	6	1,2 Stk. zu viel/m²
Eckbereich	9,3 Stk./m²	8	zu wenig



Beispiel: Lagerhalle 5.760 m²
Länge: 120 m
Breite: 48 m
Traufenhöhe: 10,5 m
zu öffnende Flächen: 120 m²
Giebelwandfläche: 1.200 m²



Unzulässige Befestigung: Falsch: 2 Befestigungs- elemente auf einem Obergurt	Falsch: ungleiche Verteilung der Befestigungselemente

Maximaler Befestigungsabstand darf 500 mm nicht überschreiten.
Ein besonderer Vorteil dieses Dachabdichtungs- und Befestigungssystems ist darin zu sehen, dass mögliche Verformungen der Unterkonstruktionen und der Wärmedämmung nicht direkt auf die Dachabdichtung übertragen, sondern ausgeglichen werden können. Ein weiterer Vorteil ist, dass, wenn das Dach abgetragen werden soll, jede Lage günstiger, weil sortenrein getrennt, entsorgt oder im Falle der Wärmedämmung evtl. sogar Extraaufbereitung oder Bearbeitung wiederverwertet werden kann.

Aus langjähriger Praxis hat sich Folgendes bewährt:

Richtwerte der Befestigungselemente Stk./m²

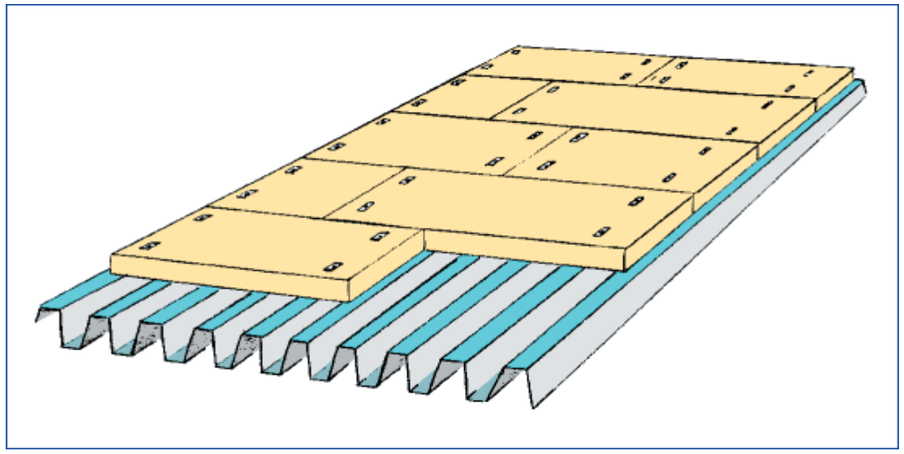
	Gebäudehöhe bis 8 m (x) Hallen	Gebäudehöhe 8 bis 20 m (xx)
Eckbereich	6	8
Randbereich	4	6
Fläche (Innenbereich)	3	4

(x) aufgrund von Innendruck oft zu wenig
(xx) aufgrund von Innendruck oft zu viel

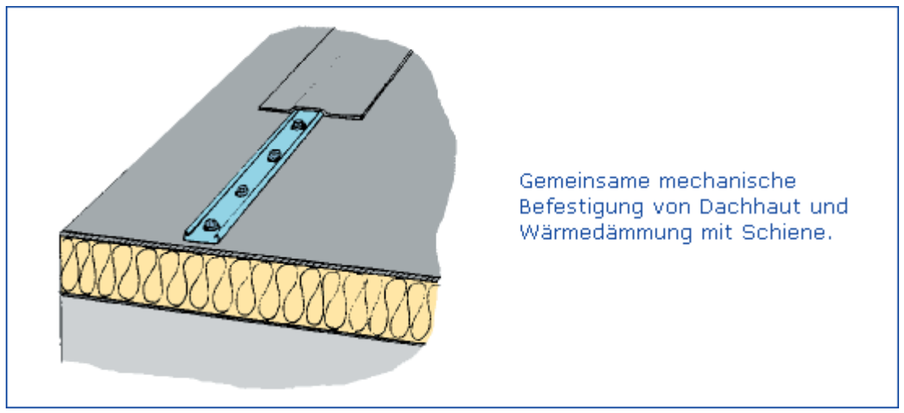
Bei Hallen mit Öffnungen, bei denen mit Überdruck aus dem Gebäudeinneren gerechnet werden muss, ist die anzunehmende Windlast entsprechend weiter zu erhöhen. Eine Verbesserung der Gesamtsituation kann erreicht werden, indem die Luftdurchlässigkeit der Unterkonstruktion durch Anordnung einer Dampfsperre, die an allen An-/Abschlüssen und Dachdurchdringungen winddicht angeschlossen werden muss, verringert wird.

Punktuelle Lastkonzentrationen von Windlasten sollen vermieden werden.

Mit zunehmender Windlast müssen die Reihenabstände verringert werden.



Zusätzliche Befestigung der Wärmedämmung.
Entlang aller Dachränder, Dachdurchdringungen und Kehlen sollen Linienbefestigungen durchgeführt werden. Eine echte lose Verlegung gibt es eigentlich nicht. Linienbefestigungen sind praxisbewährt. Lufteintritt und Nachsaugen von Luft werden so abgemindert.



Gemeinsame mechanische Befestigung von Dachhaut und Wärmedämmung mit Schiene.

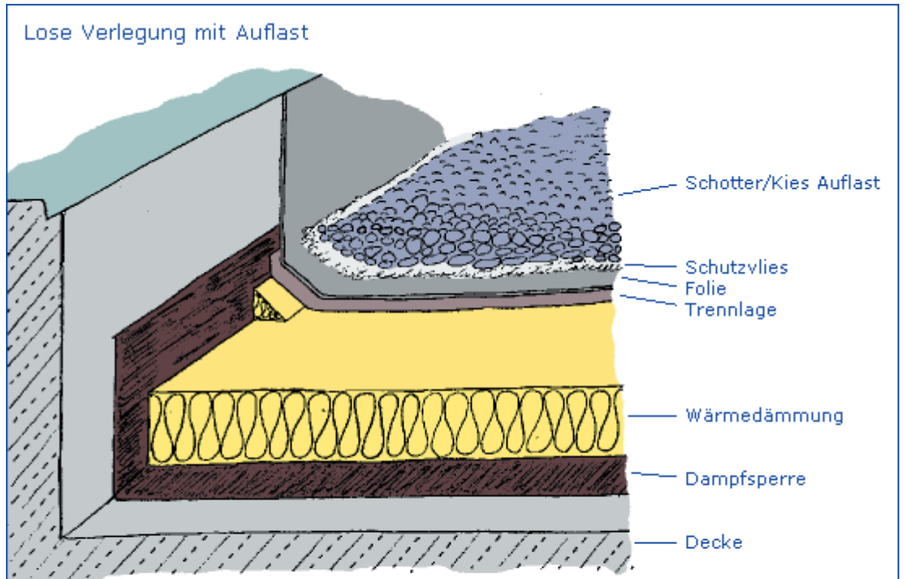
Bei Schienen statt Haltetellern ist die thermische Längenänderung zu beachten. Über den Schienen Abdeckstreifen oder eine Silikon-Wartungsfuge anbringen.

Unter Linienbefestigungen sind solche Randbefestigungen zu verstehen, die einerseits den möglichen Lufteintritt oder das Nachsaugen von Luft abmindern, andererseits aber auch möglichst ausschließen sollen, dass Horizontalkräfte aus der Dachabdichtung auf die Befestigungsstellen übertragen werden.

7.7. Befestigung durch Auflast (Kies/Schotter/Waschbetonplatten)

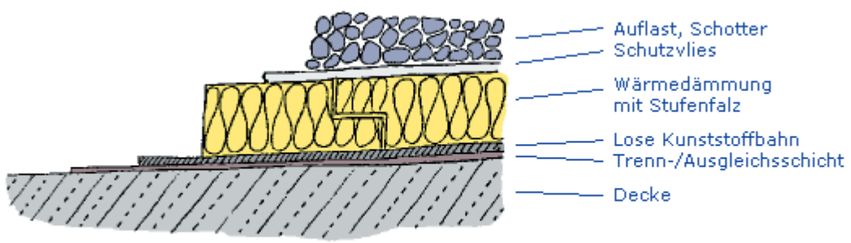
Die laut Tabelle aufzubringende Stärke von z. B. 5, 10 oder 15 cm Schotter ist von der Höhe und Lage des Daches abhängig sowie davon, ob es sich um ein normales Warmdach oder ein Umkehrdach mit einer z. B. 20 cm dicken Wärmedämmung handelt. Die Dämmplatten könnten, ohne ausreichende Auflast, bei schweren schwallartigen Niederschlägen zu „schwimmen“ anfangen, weil zu wenig Gewicht/Auflast vorhanden ist.

Mit Auflast wird jedes Dach, bedingt durch das Gewicht, zunehmend sturmsicherer.



Foliendach mit Auflast (Warmdach)
Lose Verlegung (Prinzipskizze)

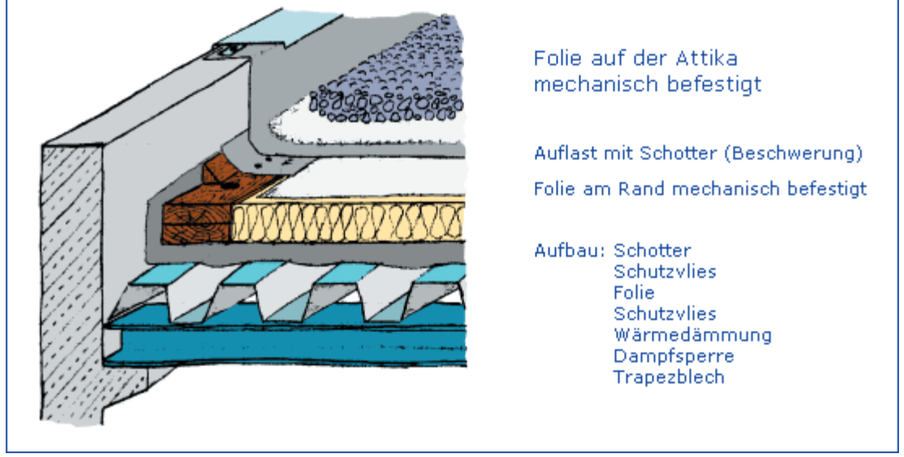
Bei einer "losen" Verlegung gehört trotzdem eine mechanische Befestigung im Hohlkehlenbereich (siehe eigenes Kapitel)



Lose Folienverlegung (Kunststoff-Dachbahnen)
als Umkehrdach ausgeführt

7.8. Befestigungsarten gemischt (z. B. bei Neubau)

RANDFIXIERUNG (Befestigung am Dach)
Dachabdichtungen müssen zur Sicherung gegen Windkräfte am Dachrand zusätzlich zu anderen Maßnahmen befestigt werden. Diese Befestigungen sind nur dann voll wirksam, wenn sie in Dachhautebene im Übergangsbereich zu senkrechten oder



schrägen Flächen angeordnet und ausgeführt werden. Einbinden oder Einklemmen in höher liegende Randprofile oder untere Randabdeckungen sind keine Befestigungen in diesem Sinne.

D. h. eine rein lose Verlegung mit Auflast gibt es nur auf dem Papier,
z. B. lose verlegte Folie mit Schotter ohne jegliche Rand-/Linienbefestigung.

Die Befestigung kann mechanisch z. B. mit Tellerschrauben, durch Verkleben oder mit einem Metallband (Vorsicht vor Längenverformungen) erfolgen.

7.9. Sonderkonstruktion: Sicherung bei geneigten Flächen

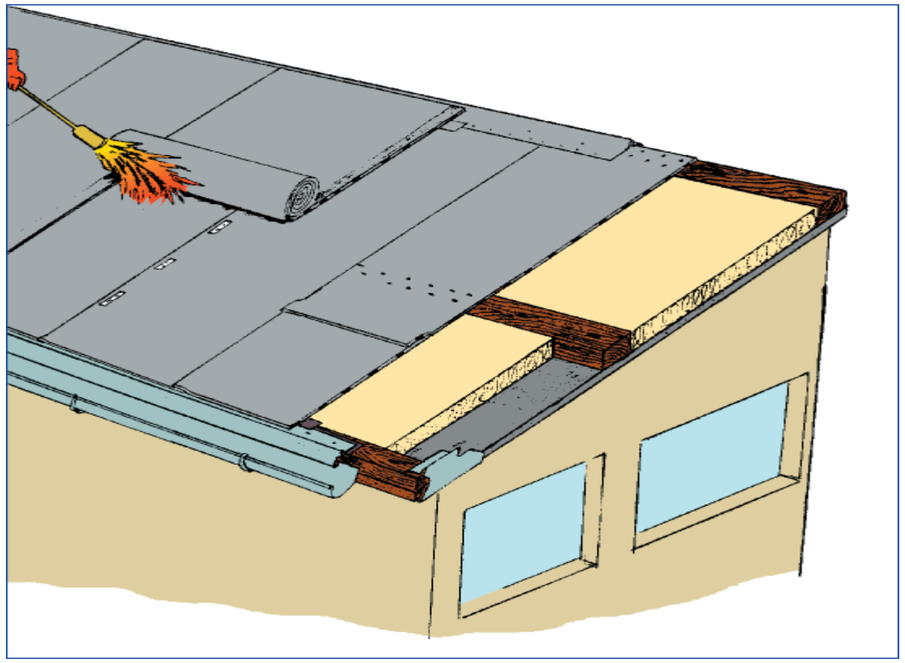
Bei Gefälledächern, geneigten Dächern und Steildächern kann bei unzureichender Absicherung die Dachabdichtung z. B. bei starker Sonneneinstrahlung abgleiten. Maßnahmen dagegen sind:

1. Durchziehen der Bahnen über den First und kopfseitige Befestigung.

2. Sicherung durch Befestigung mit Metallbändern oder Metallscheiben/Haltetellern.

3. Verwendung wärmestandfester Dachbahnen wie z. B. spezielle Polymerbitumenbahnen (Steildachbahnen).

4. Verwendung wärmestandfester Klebemassen und Kleber.



Die Sicherung der Dachbahnen gegen Abrutschen erfolgt durch versetzte Nagelung am obersten Rand (mit 5 cm Abstand) und evtl. in der schrägen Dachfläche durch eine zusätzliche Nagelbohle.

5. Verwendung von Dachbahnen mit hoher Reißfestigkeit und geringer Dehnung der Trägereinlage (Dimensionsstabilität), z. B. Gewebe aus Synthesefaser bzw. Glasgewebe anstatt Vlies.

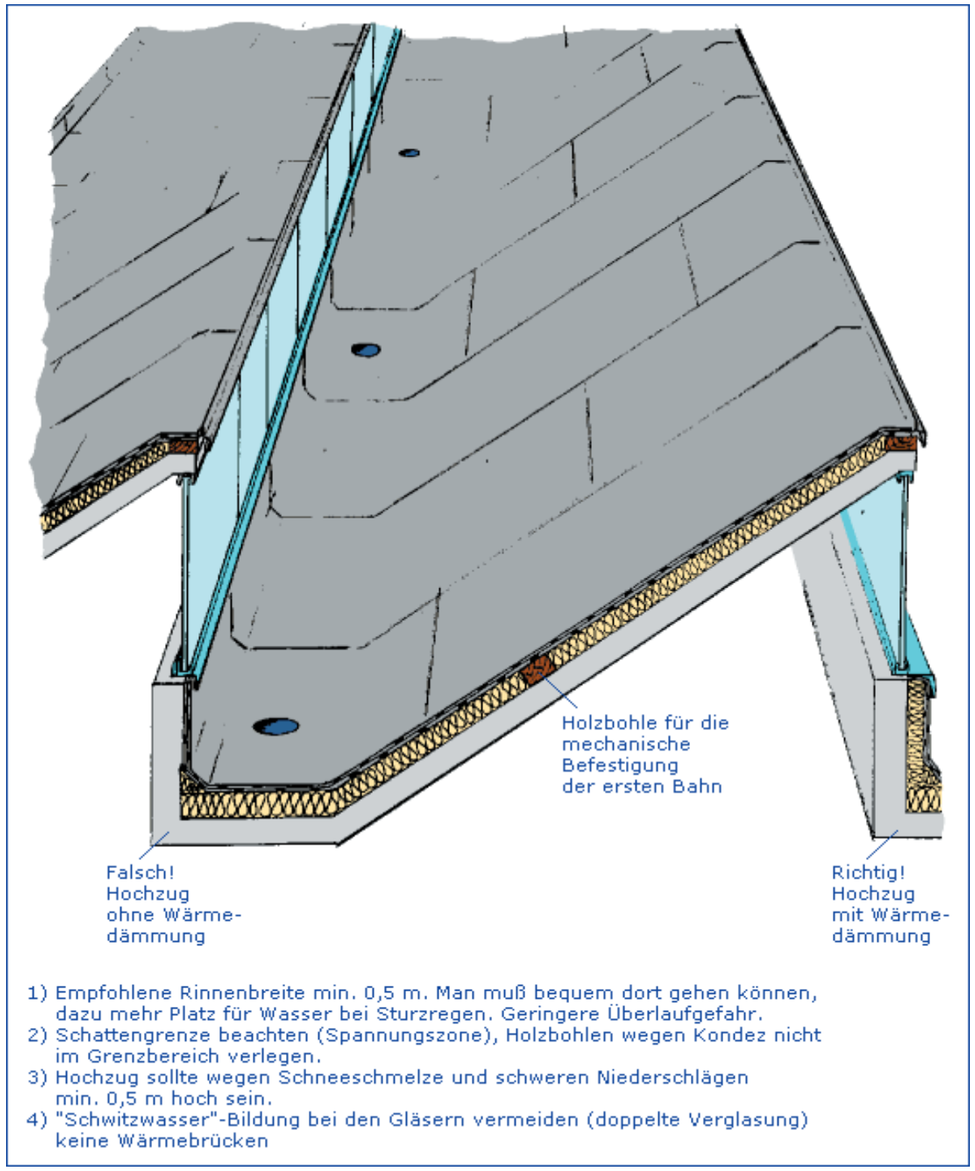
6. Verlegung der Bahnen in Gefällerichtung.

7. Unterteilen der Bahnenlängen.

8. Stützhöhen für die Wärmedämmung einbauen (für die Fixierung der Wärmedämmung).

9. Einbau von zusätzlichen Nagelbohlen bei nicht nagelbarem Untergrund.

10. Mechanische Befestigung in der Fläche z. B. mit Tellerdübeln.



SONDERKONSTRUKTIONEN

(So genannt in der Fachliteratur, obwohl früher üblich im Hausbau)

DÄCHER MIT NEIGUNG ÜBER 5° (8,8 %) (8,8 cm Gefälle pro Meter)

Unter geneigten Dächern verstehen wir Unterkonstruktionen in Schräglage sowie nach unten oder nach oben gewölbte Konstruktionen wie z. B. Tonnendächer oder HP-Schalendächer (Hyperboloid). Die Unterkonstruktion kann bestehen aus:

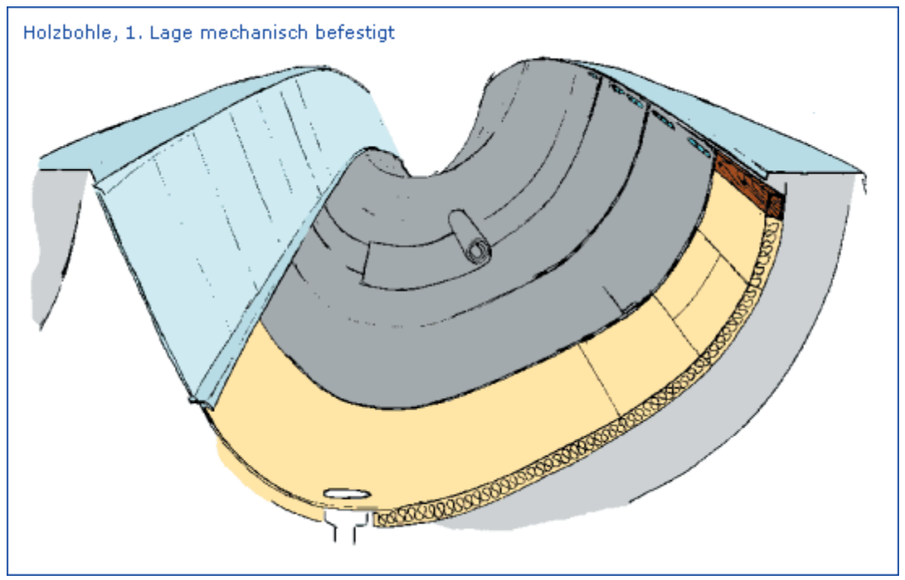
Ortbeton (Stahlbeton)

vorgespannten Stahlbetonelementen

anderen vorgefertigten Betonplatten

Holzschalungen

Stahltrapezprofilblechen



WICHTIG:

Bereits bei Neigungen ab 3° (5,2 %) kann es örtlich bedingt erforderlich sein, Sicherungsmaßnahmen gegen Abrutschen/Abgleiten zu treffen.

Bei Dachneigungen ab 5° (8,8 %) sind erfahrungsgemäß Stütz- oder Nagelholzbohlen erforderlich, durch die ein Nachrutschen von Dämmstoffschichten oder Abgleiten von Abdichtungslagen verhindert werden.

Die Abdichtungsbahnen sind in Gefällerichtung zu verlegen, wobei bei Dachneigungen bis 20° Stütz- und Nagelbohlen mindestens alle 5 m, bei Neigungen über 20° zwischen 2,5 m und 3 m anzuordnen sind. Hier sollen Schattengrenzen aufgrund eines möglichen Tauwasseranfalls beachtet werden.

Wo keine Dämmung verlegt wird, sind die Abdichtungsbahnen durch gedübelte Metallbänder oder Nagelbohlen mechanisch zu fixieren.

Werden die Abdichtungsbahnen untereinander vollflächig mit Heißbitumen im Gießverfahren verbunden, ist Steildachbitumen mind. der Güteklasse 100/25 oder 115/15 zu verwenden.

Die Dachhaut/Dachabdichtung muss mindestens zweilagig erfolgen, wobei als Oberlage eine Bahn mit Gewebeeinlage und dadurch mit hoher Zugfestigkeit zur Verwendung kommt. Als Sichtlagen/Oberlagen eignen sich hier besonders Polymerbitumenbahnen.

Auf einem gewölbten Untergrund sollte, bedingt durch ihre gute Anpassungsfähigkeit, eine rollbare Wärmedämmung gewählt werden.

Abdichtungen im Bereich von Anschlüssen, Hohlkehlen sind auszuführen wie bei Dächern mit geringerer Neigung, wobei im Gefällebereich die untere Stütz- und Nagelbohle so weit unterhalb der wasserführenden Zone anzuordnen ist, dass Rückstauwasserfreiheit gewährleistet ist.

Bei Steildächern, Sheddächern und Pultdächern mit Wasseranschluss sollte die Rinne so breit geplant sein, dass man bequem darin laufen kann.

8. Wodurch wird ein Dach vorzeitig zerstört? – Vermeidbare und behebbare Fehler

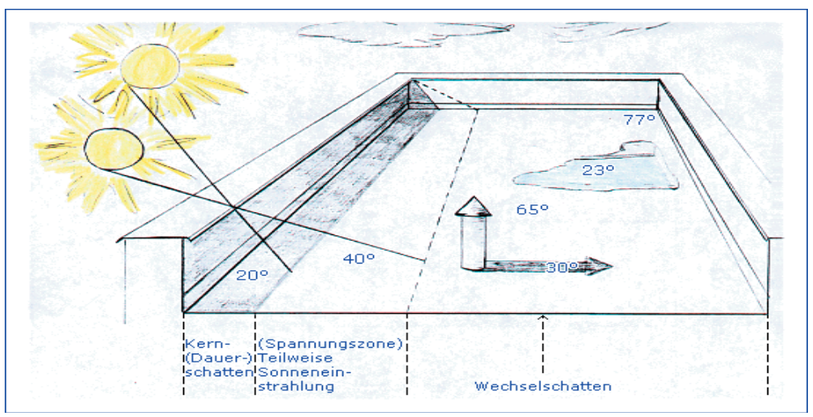
8.1. Witterungsursachen (klimatische Einwirkungen)

8.1.1. Sonneneinstrahlung

UV-Strahlen zersetzen die verwendeten Abdichtungsbahnen. Bei schlechtem Material bzw. Bahnen mit geringer UV-Beständigkeit (sehr dehnbarer Begriff) kann der Prozess schnell vonstatten gehen. Die Sonne stellt eine der größten Gefahren für das Dach dar. Die UV-Strahlen zersetzen fast jedes Material, auch PVC-Folien, Bitumen usw. Daher wurden Dächer früher immer mit einem UV-Schutz versehen in Form von Schotter, Kies, Erde usw. oder z. B. mit Beschichtungen mit Metallpigmenten. Heute wird meistens Schotter oder bereits werkseitig aufgebrachte Beschieferung verwendet. Nackte Bahnen sind nicht 100 % UV-resistent, sondern höchstens mit einem Stoff versetzt/modifiziert worden, welcher diesen Zerfallsprozess etwas verlangsamt. Bewährte Bahnen enthalten eben diese Stoffe und dazu einen mineralischen Oberflächenschutz (werkseitig oder nachträglich aufgebracht).

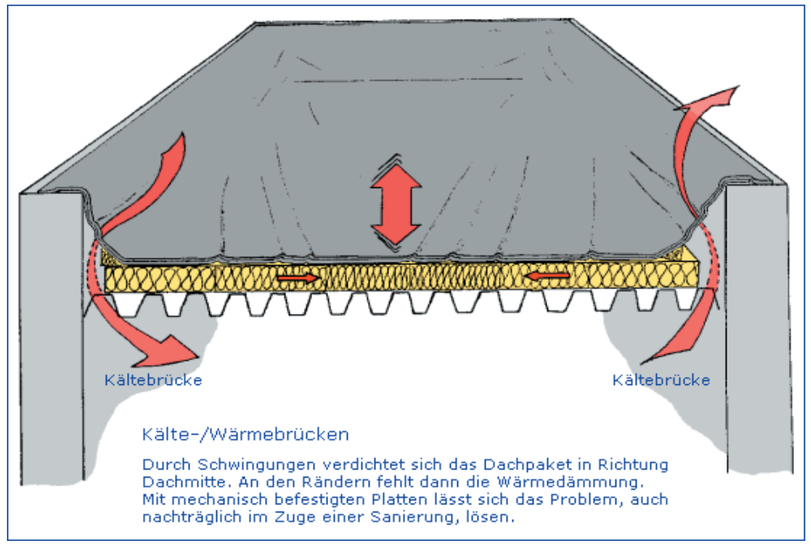
8.1.2. Thermoschock

Problem des schnellen Temperaturwechsels. Tag/Nacht-Temperaturwechsel, Sonne, Wanderschatten aufgrund vorhandener Dachaufbauten usw. Im Sommer kann eine schwarze Dachfläche bis auf über +80° C erhitzt werden (bei hellerer Färbung ca. 50° C bis 60° C). Bei einem plötzlichen Regenguss wird die Fläche z. B. auf +15° C abgekühlt, anschließend scheint wieder die Sonne und die Fläche erwärmt sich schnell wieder, in der Pfütze mit stehendem Wasser hat es aber immer noch +20° C. Dieser schnelle Temperaturwechsel (=Thermoschock) kann auch durch sogenannte Wechsel- bzw. Wanderschatten verursacht werden. Dieser bewirkt ein Zusammenziehen des Dachmaterials und anschließend eine wärmebedingte Dehnung. Diese Thermoschocks stellen hohe Ansprüche an die Materialien und können auf Dauer Haarrisse in der Fläche verursachen. Es existieren bereits Bahnen, die sich sowohl im Labor als auch in der Praxis (nur Letzteres zählt) bezüglich Thermoschocks bewährt haben.
Oberflächenschutz (Kies/Schotter) verhindert schnelle Temperaturveränderungen und auch eine zu starke Erwärmung der Fläche.



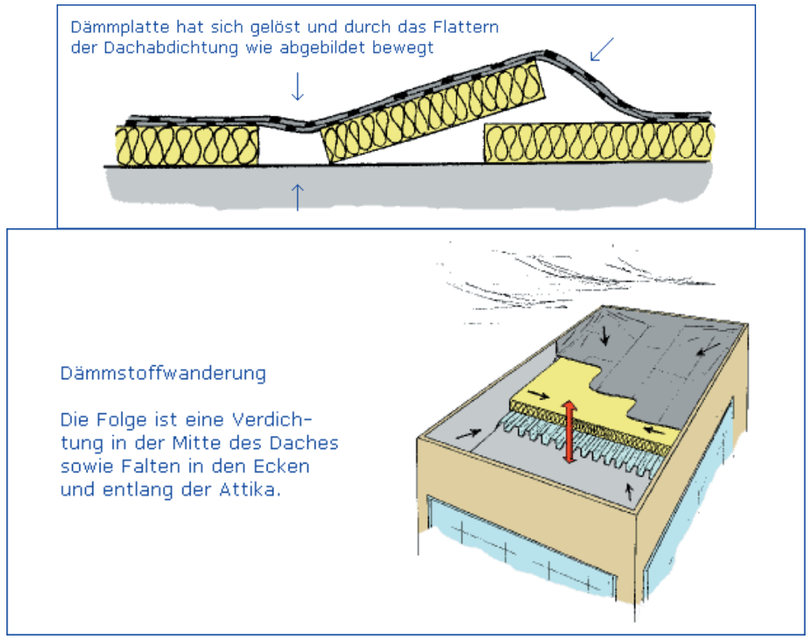
8.1.2. Verschobene Wärmedämmung und Risse in der Dachhaut durch Windeinwirkung

Durch die Sogwirkung des Windes kann sich speziell bei Trapezblechdächern (Stahlleichtbau) das gesamte Dachpaket bewegen (Schwingungen entstehen). Dadurch entstehen Verschiebungen im Dachpaket/Dachaufbau bzw. eine Verdichtung des Dachaufbaus in Richtung Dachmitte. Infolge entstehen Stauchungen, Lageverschiebungen und somit Rissbildungen in der Dachhaut und Loslösungen der (verklebten) Wärmedämmplatten. Dies ist die sogenannte Masseverdichtung Richtung Dachmitte, auch Dämmstoffwanderung genannt. Ersichtlich wird sie durch Zugfalten in den Ecken des Daches bzw. bei den Lichtkuppeln sowie durch Falten und Wellenbildungen in der Dachhaut. Anschließend reißt die Dachhaut wegen des zu starken Zuges. Somit entstehen als Folge der Dämmstoffwanderung (Verdichtung) Kältebrücken im Randbereich, weil die Dämmung hier jetzt fehlt.



Anschließend entstehen Schwachstellen (Pfeile) und eine große Kältebrücke aufgrund der fehlenden Wärmedämmung.

Lösung: Beide Probleme lassen sich mit einer besseren Befestigung lösen, dazu gibt es eine eigene ÖNORM B 4014 „Windnorm“ sowie die EN 1991. Mechanisch befestigt oder verklebt bzw. beides als die bessere Lösung. Und/oder mit einer schweren Schotterauflage (Auflast), wodurch das Dach statisch ruhiger liegt (weniger Schwingungen).



8.1.4. Eisbildung auf der Dachfläche

Eisbildung im Traufenbereich auf Gefälledächern bewirkt Wasserrückstau und Schmelzwasser bzw. Niederschlagswasser hinterrinnt den Überlappungen/Stößen ein (bei Wellplatten, Stahltrapezprofilen, Dachziegeln usw.). Dies kann auch bei flach geneigten Falzblechdächern passieren. Hier kann, wenn das Eis/ der Schnee schmilzt, das Schmelzwasser durch den (etwas älteren) Falz eindringen. Im Laufe der Jahre ist der Falz durch Bewegungen im Blech, durch Wind, Kälte und Hitze ein bisschen aufgegangen. Diese Dacheindeckungen sind nur wasserabweisend, aber nicht wie Flachdächer wasserdicht.
Eisbildung entsteht in erster Linie bei geneigten Dächern in dem Bereich, wo kein erwärmter Raum darunterliegt. Auf der übrigen Fläche schmilzt das Wasser, kann aber aufgrund der Eisbildung nicht abrinnen. Bei bereits sehr alter und ausgelaugter Dachpappe, z. B. mit Haderneinlage, sickert das Wasser dann durch, bedingt durch die hier entstandene Dauernässe. Die Dachabdichtung widersteht Niederschlägen, nicht aber Dauernässe. Die ausgetrocknete Dachpappe nimmt Wasser auf. Bei Eisbildung kommt es zu einer Volumenvergrößerung und das Eis schert/schabt auf der Fläche. Wasser dringt in Unebenheiten und Haarrisse bzw. eine schlecht ausgeführte Überlappung ein, gefriert, dehnt sich aus und es ist dann nur eine Zeitfrage, wann ein Wasserschaden entsteht.

8.1.5. Eisbildung im Dach (im gesamten Dachaufbau)

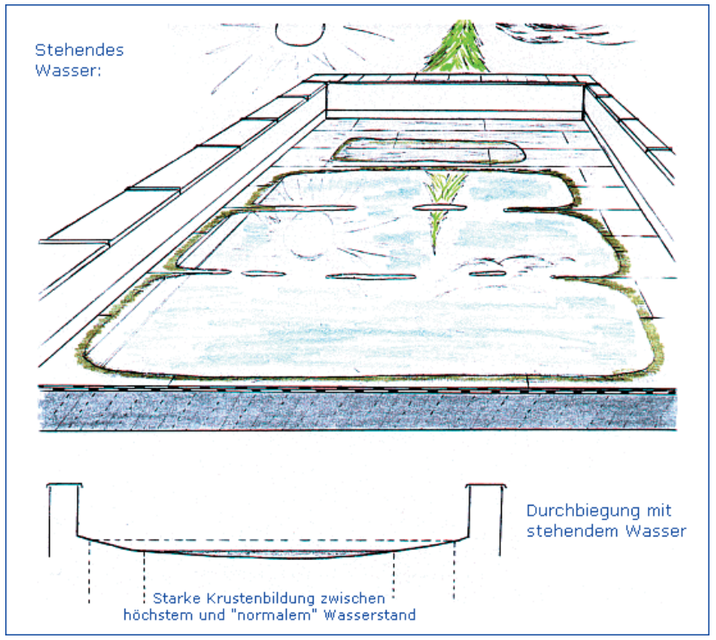
Eine undichte Dachhaut verursacht Wasser im Dach bzw. an der angrenzenden Mauer oder Decke. Infolge könnten z. B. Gasbetonplatten/Beton auffrieren.
Problem: Gefrierendes Wasser in einer Gasbetondecke/-mauer (Kapillarwirkung). Die Gasbetonplatten haben die Feuchtigkeit aufgenommen (undichtes Dach oder infolge Kondensbildung). Es kommt im Winter zu einer starken Abkühlung auf der kalten Seite der Mauer/Decke (Außenseite), also zu einem Gefrieren des Wassers, was zu

einer Volumenzunahme führt. Somit können die Gasbetondeckschichten oberhalb der Bewährung regelrecht abgesprengt werden. Eindringen der Feuchtigkeit in Fugen, Spalten und Poren als Folge. Deswegen sollte speziell bei Poren-/Gasbeton, obwohl an sich frostunempfindlich, während der Bauphase eine starke Durchfeuchtung vermieden werden.

8.2. Chemisch-biologische Ursachen

8.2.1. Krustenbildung aufgrund stehenden Wassers

An den Rändern von stehendem Wasser bilden sich durch Emissionen/Samenflug Krusten, welche mit der Zeit die Oberfläche der Dachhaut zerstören (Haarrisse, Spaltbildung). Dazu „vermodern“ einige Dachbeläge unter Einwirkung des stehenden Wassers, bei anderen wie z. B. bei Folien können Risse durch die Krustenbildung entstehen. Loslösungen/Rissbildungen treten gelegentlich auch bei Emulsionen auf (wasserbasierte Kunststoff- und Asphaltbeschichtungen).



8.2.2. Unerwünschter Bewuchs (Gräser, Pflanzen) auf dem Dach

Bewuchs auf dem Dach durchbohrt die Dachhaut mit den Wurzeln, Wasserschäden sind die Folge. Bewuchs verhindert auch das Abrinnen des Niederschlagswassers.

8.2.3. Verstopfte Gullys (Abläufe) und Dachrinnen

Große Seen auf dem Dach bzw. überlaufendes Wasser bei Lichtkuppeln bzw. Putzleisten kommen daher, weil Blätter und Moos die Abläufe blockieren bzw. verstopfen. Gullys sollten regelmäßig kontrolliert werden.
Eine regelmäßige Wartung des Daches verhindert Schäden.

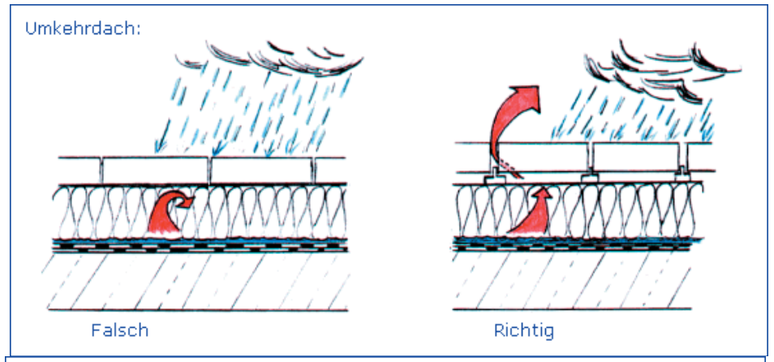
8.3. Bauphysikalische Ursachen

8.3.1. Feuchtigkeit im Dachaufbau infolge einer Kondensbildung

Man kann Wasser bzw. Feuchtigkeit in einem Dachaufbau finden, obwohl das Dach nachweislich wasserdicht ist (z. B. mittels Wasserprobe: 24 bis 48 Stunden lang steht Wasser auf dem Dach, die Abläufe sind verschlossen, Nahtüberprüfung, Mikrowellen-Feuchtemessung usw.).

8.3.2. Feuchtigkeit in den Wärmedämmplatten bei einem Umkehrdach

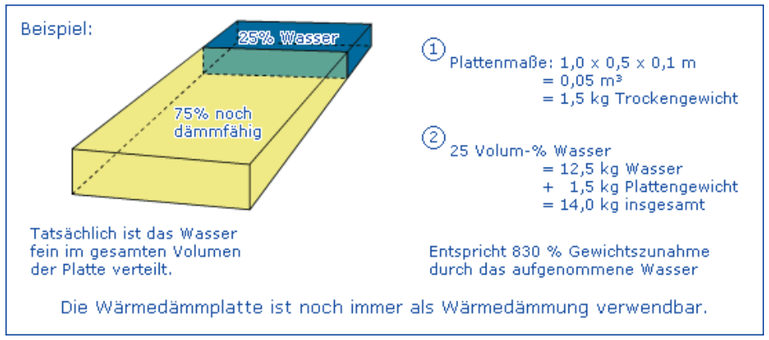
Bei zu dichter Auflast wirken aufliegende Waschbetonplatten auf einem Umkehrdach fast wie eine Dampfsperre und es kommt zu innerer Kondensation in den extrudierten Polystyrolplatten.



Die Wasseraufnahme in den sonst fast wasserdichten XPS-Platten (Extrudierte Polystyrol-Platten) erfolgt oft nicht durch Regenwasser, sondern durch den Prozess der inneren Kondensation. Die Aufnahme kann das bis zu 600- bis 700-Fache des Eigengewichts betragen (entspricht etwa 20 bis 25 Volumenprozent). (Dies ist aber ein selten auftretendes und sehr kleines Problem, welches nur der Vollständigkeit halber angeführt wird.) Häufiger werden die Platten nass, weil sie ständig wortwörtlich im Wasser stehen, meistens aufgrund fehlenden Gefälles.

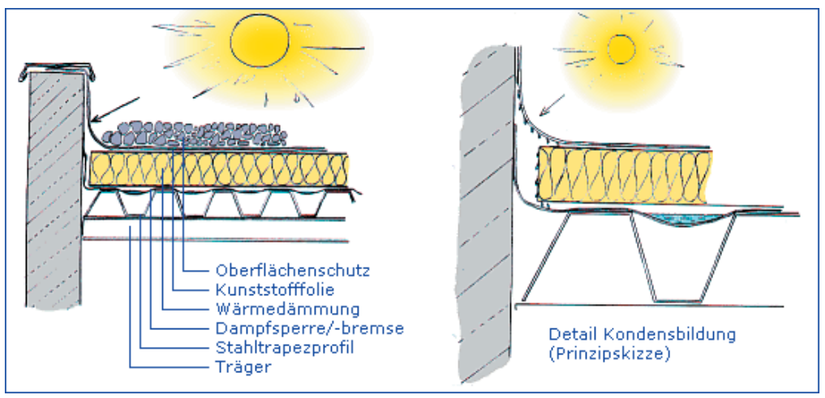
Als Faustregel gilt, dass eine Zunahme des Feuchtigkeitsgehaltes von 1 Volumenprozent mit einer Zunahme des Wärmeleitungskoeffizienten von ebenfalls 1 Prozent übereinstimmt. Das bedeutet, dass über einen Zeitabschnitt von 20 Jahren der mittlere Lambda-Wert (λ) des extrudierten Dämmstoffes 30 % höher als zu Beginn ist. Der Effekt davon in Bezug auf die Energieeinsparung hängt vom U-Wert der ursprünglichen Konstruktion ab.

Wenn Waschbetonplatten nicht fachgerecht direkt auf den Platten aufliegen bzw. stark verschmutzter Kies (abhängig von Körnerverteilung: Kies oder Schotter) als Auflast (Beschwerung) dienen, können diese am Ende als Dampfsperre wirken und ein Austrocknen der Konstruktion nach Niederschlägen wird verhindert. Ebenfalls ist hier die Dachneigung zu berücksichtigen.



8.3.3 Kondenswasser in/bei Foliendächern

An den Hochzügen/Attiken/Anschlüssen kommt es bei schnellem Temperaturwechsel zu Kondensbildung auf der Rückseite der Folie. Die Austrocknung erfolgt zu langsam und im Dachpaket, z. B. auf der Dampfsperre, bleibt Wasser stehen.



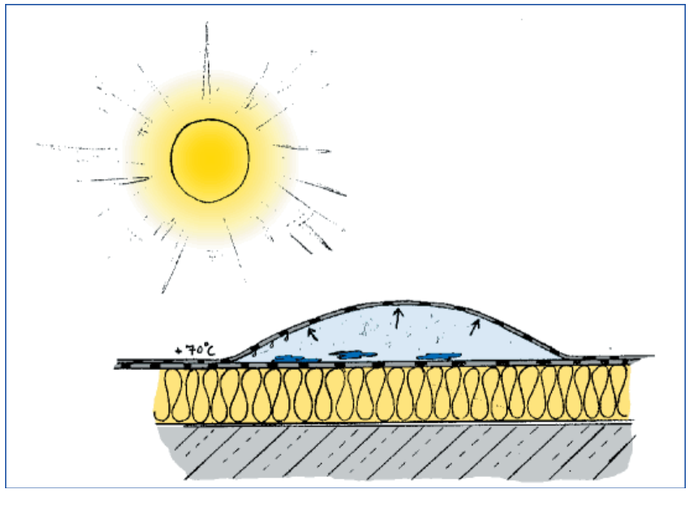
Viele Foliendächer neigen zu Kondensbildung, weil die Oberflächenbeschaffenheit (die Unterseite der Folie) sehr glatt und kondensfreundlich ist. (Diesen Effekt sieht man auf einem Bierglas in der Sommerzeit: Taubildung/Kondenswasser an der Außenseite des Glases.) Der Wasserdampf im Dach kondensiert durch Temperaturwechsel zu Wasser und rinnt als Wasser auf der Dampfsperre hinunter, wo es liegen bleibt. Eine Austrocknung der Konstruktion geht, bedingt durch die vorhandene Kiesbeschüttung, die u. a. einen schnellen Temperaturwechsel (Thermoschock) verhindert, sehr langsam vor sich.
Viele Folien-Dampfsperren sind mit Holzkeilen am Rand befestigt und beim Öffnen dieser Dächer nach einigen Jahren kann man beobachten, wie diese Holzkeile sich aufgrund der ständigen Feuchtigkeit im besten Fall geworfen haben oder, schlimmer, komplett vermodert sind (dazu sind in der Folge die mechanischen Befestigungen der Folie sehr oft stark verrostet).

Diese Probleme lassen sich durch die Anwendung anderer Materialien, nämlich solcher ohne glatte kondensfördernde Oberflächen (Plastomer- und Elastomerbahnen mit talkumierten, besandeten bzw. noch besser vlieskaschierten Oberflächen) vermeiden. Es eignen sich auch Folien mit Vlieskaschierung und somit einer kondenshindernden Oberfläche. Oder eine Schutzverblechung vor die Folie, um die unmittelbare Erwärmung zu vermeiden (wodurch als Zusatzeffekt ein extra UV-Schutz erreicht wird).

Dieses Kondensphänomen kann man selbst beobachten, wenn man eine Plastikeinkaufstasche auf das Dach oder irgendwo auf den Boden legt. Nach sehr kurzer Zeit ist Kondenswasser auf der Unterseite vorhanden.

8.3.4 Kondens zwischen den Lagen der Abdichtungsbahnen

Blasenbildung infolge von Feuchtigkeit geht bei Temperaturwechsel aufgrund von Kondensbildung mit anschließender Verdampfung weiter. Es kommt zu einer erheblichen Luft-Volumenvergrößerung (eben Blasenbildung).



Wenn die Schichten bei einem bituminösen Aufbau nicht fachgerecht miteinander verbunden wurden (Arbeitsfehler bzw. Arbeitsfehler und schlechte Witterung), dehnt

sich die eingeschlossene Luft/Wasser aus und die ersten Ansätze zu einer Blase sind vorhanden. Verarbeitungsbedingt ist die Bahn dann unterseitig glatt bzw. das Heißbitumen ist glatt und es kommt zur Kondensation.

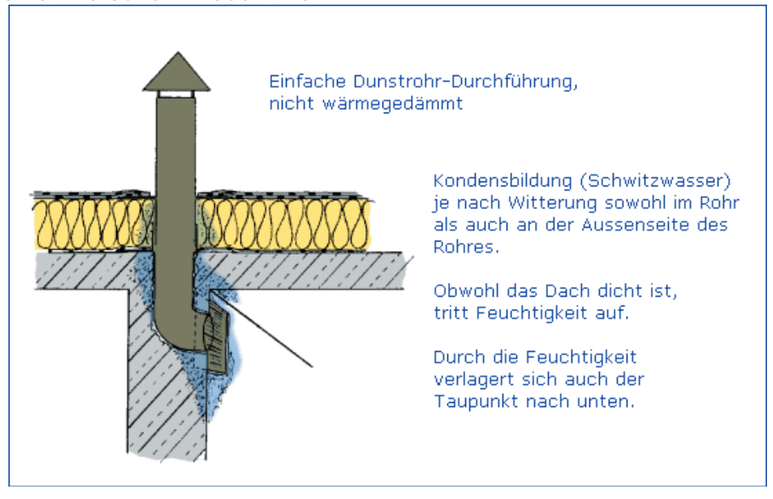
Bei stärkerer Sonneneinstrahlung geht, wärmebedingt, das Wasser in Dampf über. Diese Aggregatänderung führt zu einer sehr starken Volumenänderung und die Blase entsteht.
1 Gramm Wasser = 1 Liter Wasserdampf.
Es entsteht ein Überdruck, Expansion und die Blase wird größer.

Blasenbildung kann durch saubere Verarbeitung bei trockener und warmer Witterung vermieden bzw. durch ein Aufschneiden, Austrocknen und neuerliches Verflämmen/Verkleben kann die Blase dauerhaft beseitigt werden.

Dazu muss bemerkt werden, dass eine Blase keine undichte Stelle in der Dachhaut darstellt. Ganz im Gegenteil: Die Blase entsteht lt. Definition, weil darunter ein Überdruck herrscht und dieser nicht entweichen kann.
Daher ist die Blase sowohl wasser- als auch „dampfdicht". Das Bestehen einer Blasen erhöht aber die Gefahr einer Beschädigung der Dachhaut.

8.3.5 Kondens („Schwitzwasser") bei nicht wärmegedämmten Dunstrohren

Aus Kostengründen werden oft ungedämmte Dunstrohre eingebaut. Wenn sogenanntes Schwitzwasser die Decke durchfeuchtet hat, bemerkt man, wie teuer das Sparen am falschen Produkt war.



8.3.6 Kondens im Dachaufbau durch zerstörte Dampfsperre

Nutzungsfeuchte entweicht direkt oder diffundiert durch die Decke und kondensiert im Dachpaket. Ursache ist eine unzureichende oder zerstörte Dampfsperre bzw. eine unzureichende (schlechte) Nahtverklebung.

Feuchtigkeit kann Stoffe und Schichten im Dachpaket durchdringen (Diffusion). Wenn die erste Lage auf der Decke (Dampfsperre/Dampfbremse) unzureichend dimensioniert oder während der Verlegung beschädigt wurde bzw. durch

Bewegungen/Dehnungen in der Konstruktion gerissen ist, kann es aufgrund der ständig entstehenden Nutzungsfeuchte zu einer Diffusion kommen.

Im Badezimmer und anderen Feuchträumen bzw. Räumen mit Produktion/Verarbeitung mit hoher Feuchtigkeit entsteht Wasserdampf, der die relative Luftfeuchtigkeit stark erhöht. Bei Temperaturunterschieden bildet sich ein Dampfdruckgefälle von der warmen zur kalten Seite. Dieser Differenzdruck löst die Diffusion aus. Je nach Dampfdruck-Widerstand des Baustoffes in den Schichten oder Bauteilen kann dies aufgrund der anschließenden Tauwasser/Kondenswasserbildung zu einer Durchfeuchtung von Stoffen führen. Durch Kapillare kann das Wasser im Baustoff weiterwandern. In Baustoffe eingedrungene Feuchtigkeit kann deren Eigenschaften und Funktionen beeinträchtigen, verändern oder vollständig aufheben. Die Feuchtigkeit in Baustoffen kann diese auch komplett zerstören. Im „besten“ Falle wirkt sie sich nur nachteilig auf angrenzende Schichten und Stoffe aus.

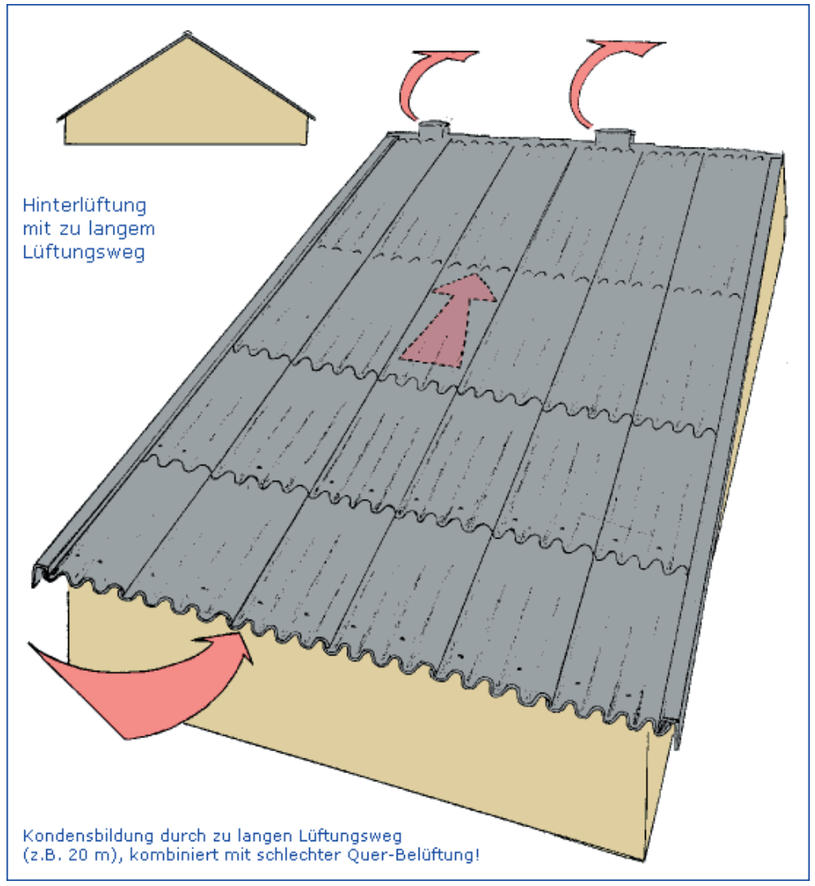
Dachentlüfter zu setzen, Löcher zu bohren, eine dampfdurchlässige Dachhaut zu verlegen usw. wären nur Maßnahmen, um die Symptome für einige Zeit zu entfernen, nicht aber die Ursache.

Dieses Problem kann nur durch ein Ersetzen gelöst werden. Entlüfter haben sich als nicht sinnvoll erwiesen, da diese die Ursache nicht beseitigen, sondern höchstens saisonbedingt (trockene Witterung) die Lage kurzfristig verbessern, um anschließend den alten Zustand wieder herzustellen. Also: Neues Dach herstellen, entweder komplett oder in dem Teilbereich der Fläche, wo Schäden auftreten.

8.3.7 Kondens im 2-Schalendach (Kaltdach)

Fehler bei einem zweischaligen, hinterlüfteten Flachdach.
Die häufigsten Ursachen für Feuchtigkeitsbildung sind schlechte und fehlerhafte Planung und zu geringe Belüftung:

1. zu geringe Belüftung durch unzureichende Querlüftung
2. verbaute oder gar fehlende Querlüftung aufgrund von Winkelbauweise
3. zu geringe Querlüftungsraumhöhe
4. zu lange Querlüftungswege
5. zu geringe oder in funktionstechnisch ungünstigen Bereichen angeordnete Be- und Entlüftungsöffnungen (d. h. schlechte Lage der Zu- und Abluftöffnungen)
6. Lage des Objektes zur Hauptwindrichtung
7. evtl. fehlende Dampfsperre



Kondensbildung durch zu langen Lüftungsweg
(z.B. 20 m), kombiniert mit schlechter Quer-Belüftung!

zu 1. z. B. Winkelgrundriss und daher wechselnde Balkenrichtung, d. h. partiell verbaute Lüftung. Attika zu hoch, Nachbarbau verbaut die Lüftungsöffnungen. Der erforderliche Druck und Sog kann nicht entstehen, obwohl die Voraussetzung für adäquate Lüftung an sich vorhanden wäre.

Die Art der Attikaausbildung schließt eine Hinterlüftung aus.

z. B. eine Belüftungsstromgeschwindigkeit von 0,05 m/sec kann ausreichend sein. Die DIN NORM 4108 Teil 3 für Dächer unter 10° fordert:

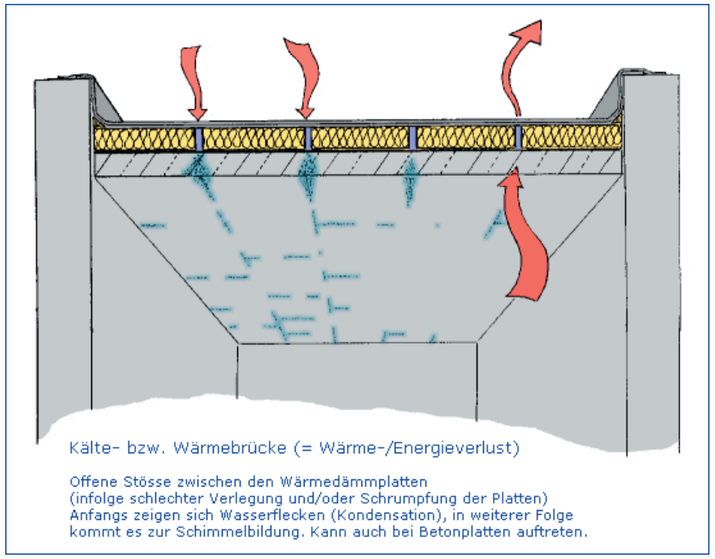
- Freier Lüftungsquerschnitt. 2 ‰ der Dachgrundrissfläche.
- Höhe des freien Lüftungsquerschnittes mindestens 5 cm.
- Dazu relativ diffusionsdichte Dachabdichtung oberhalb des belüfteten Raumes von Luftschichtdicke 10 m.

zu 3. Vertretbarer Lüftungsweg beträgt ca. 10 m.
Bei zweischaligen Dächern mit Profilblechen und Faserzement-Wellplatten ist zusätzlich noch das Problem mit Flugschnee und Regenwassereintritt durch Aufwind zu beachten.

8.3.8 Kältebrücken/Wärmebrücken

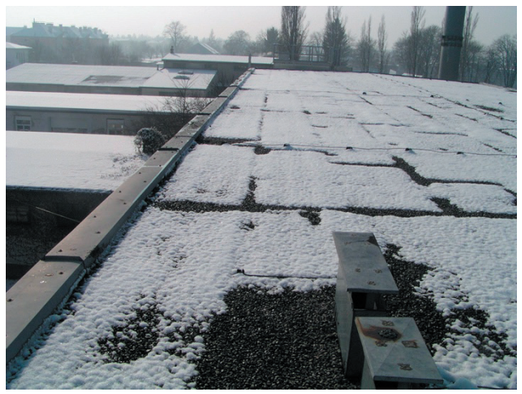
Kälte- bzw. Wärmebrücken sind Sonderformen von Feuchtigkeit im Dach. Bei der Montage nicht pressgestoßener Wärmedämmplatten können Zwischenräume ohne Wärmedämmung entstehen, z. B. auch durch die häufig vorkommende leichte Schrumpfung bei EPS-Platten. Hier kann Kälte bzw. Wärme ungehindert durch das Dachpaket wandern und Kondensschäden entstehen lassen, weil sich der neue Taupunkt in der Decke anstatt in der Wärmedämmung befindet.

Insbesondere im Winter beobachtet man auf vielen Dächern ein Raster, auf dem kein Schnee liegt, und dazwischen bleibt der Schnee liegen. Auf nachfolgender Zeichnung haben wir eine typische Wärmebrücke angeführt.



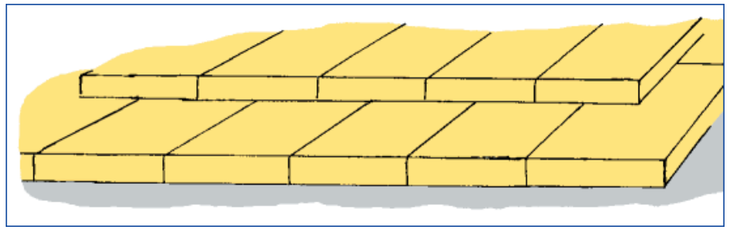
Kälte- bzw. Wärmebrücke (= Wärme-/Energieverlust)

Offene Stösse zwischen den Wärmedämmplatten
(infolge schlechter Verlegung und/oder Schrumpfung der Platten)
Anfangs zeigen sich Wasserflecken (Kondensation), in weiterer Folge kommt es zur Schimmelbildung. Kann auch bei Betonplatten auftreten.

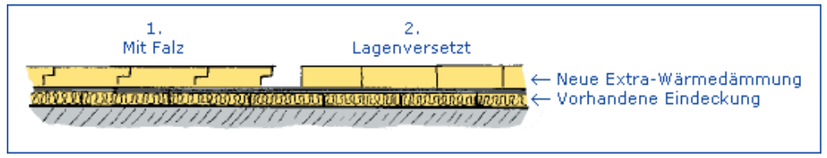


Die Wärmedämmplatten klaffen aufgrund von Schrumpfung und/oder schlechter Verlegung auseinander. Die Wärme aus dem darunterliegenden Raum kann frei entweichen und wärmt die Dachhaut so weit auf, dass der Schnee in diesem Bereich schmilzt. Umgekehrt kann auf dem Plafond im Hausinneren ein dunkles Raster

beobachtet werden (Feuchtigkeit), d. h., der Taupunkt befindet sich im Plafond statt in der Wärmedämmung und Schimmelbildung und Feuchtigkeitsschäden sind die Folge.
Dieses Problem lässt sich durch pressgestoßene Platten vermeiden, die in 2 Lagen lagenversetzt verlegt werden, d. h. in Facharbeit.



Bei einem bestehenden Dach kann man das Problem z. B. durch eine richtig verlegte zweite Lage Wärmedämmung mit Falz (bzw. lagenversetzt zur ersten, vorhandenen Lage) und eine neue 2-lagige Dachhaut darüber ausbessern.

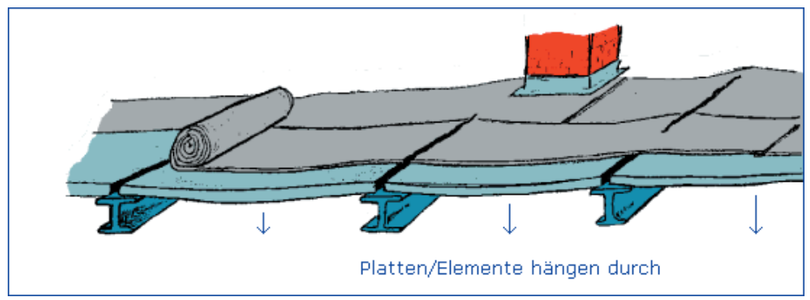


8.4 Mechanische Ursachen (produktbezogene Ursachen)

8.4.1. Konstruktionsbedingte Dehnungsrisse

Jedes Material dehnt sich bei Wärme aus bzw. schrumpft bei Kälte (thermisch bedingte Verformung/Längenänderung). Darüber hinaus biegt sich ein Werkstoff durch, wenn er mit zu großen Spannweiten aufgelegt wird. Bei den Trägern/Bindern reißt die Dachhaut durch Überdehnung.

Regelmäßig werden Dehnungsrisse in der Dachhaut beobachtet. Diese haben mehrere Ursachen. Zum Beispiel vorhersehbare, aber nicht berücksichtigte Dehnungsfugen.



Platten/Elemente hängen durch

Auf Stahltrapezdächern mit großen Spannweiten bzw. bei Betonfertigteilen ist es vorherzusehen, dass die Konstruktion durchhängen wird. Bei einem kraftschlüssig verklebten Aufbau wird die Dachhaut bei den überdehnten Stellen (siehe Zeichnung) reißen. Die elastischen verklebten Bahnen können ebenso reißen, weil die Elastizität im Laufe der Zeit nachlässt und es zu einer Überdehnung kommt. Dazu bewegt sich diese Fuge je nach Temperatur. Es handelt sich um thermisch bedingte Eigenbewegungen (Expansion und Kontraktion) der Baumaterialien. Nachstehende Tabelle zeigt, dass wir am Bau mit erheblichen Längendehnungen zu tun haben.

	Koeffizient	Auf 30 m
Stahltrapezblech		
Beton, Ortbeton		
Fertigteile		
Holz		
PUR-Schaum		

Das Problem lässt sich durch den Einbau von Dehnungs-/Arbeitsfugen bei Neubau vermeiden. Nachträglich bekommt man das Problem mit einem Schleppstreifen und dem nachträglichen Einbau von Dehnungsfugen in den Griff.

8.4.2. Undichte An- und Abschlüsse, Lichtkuppeln, Gullys usw.

Das Problem der Überbrückung unterschiedlicher Dehnungskoeffizienten von unterschiedlichen Materialien (z. B. Bitumen/PVC), dazu überhaupt das Problem der Materialverträglichkeit bei der großen Vielfalt an Baumaterialien.

Undichte An- und Abschlüsse sind die häufigste Ursache für undichte Dächer. Man könnte sagen, dass 94 % aller Schäden von diesem Punkt herrühren und die restlichen 6 % auf andere Ursachen zurückzuführen sind, einschließlich der Dächer, bei denen eine Abwitterung und das Alter des Daches eine Sanierung erforderlich machen (und dies bei einer mittleren Lebensdauer von 25 Jahren, Tendenz steigend bei Verwendung richtiger Materialien, aber dazu später).

Es wird daher für die Sanierung von 100 % Dachfläche bezahlt, obwohl nur 6 % davon bei der Neuherstellung nicht ordentlich ausgeführt wurde bzw. „falsches“ Material geplant/gewählt wurde und somit vorzeitig Schäden entstanden sind.

Bei den heutigen Dachabdichtungen sind sehr viele verschiedene Produkte im Einsatz, oft werden diese sozusagen auf Kosten des Kunden ausprobiert. Diese Materialvielfalt bei den Abdichtungsmaterialien (kunststoffmodifiziertes Bitumen, PVC, EPDM, ECB, PIB, EVA, Polyurethane 1- und 2-komponentig, Urethane, Beschichtungen mit Acryl, Latex und Asphalt, PMMA usw.) und bei den einzubauenden Teilen (Lichtkuppeln, Entlüfter usw.) aus verschiedenen Polyethylenen, PVC-Materialien, Stahl, Blech, Acryl, Polyester usw. erfordert eine absolute Materialverträglichkeit bei den einzusetzenden Materialien.

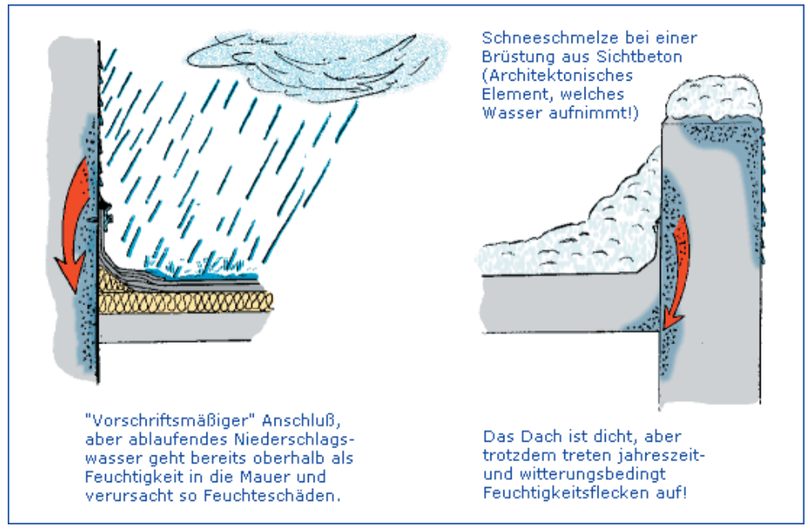
Dazu müssen die unterschiedlichen Dehnungskoeffizienten der Materialien überbrückt werden können.

Diese Probleme sind im Allgemeinen vermeidbar, wenn die Verlegeanleitungen des Materialherstellers befolgt werden und diese nicht im Widerspruch zu den Flachdachregeln stehen. Im Nachhinein lassen sich bei bituminösen Dacheindeckungen die Probleme fast immer lösen, bei Kunststoffen (Folien und Beschichtungen) ist es dagegen schwerer, Erfolg zu haben.

8.4.3 Wasserschäden, verursacht durch Sichtbeton

Aufgrund von Dauerfeuchte kommt Wasser in den Sichtbeton und sickert langsam durch den Beton neben dem Dach hinunter in den darunterliegenden Raum.

Es kommt vor, dass der Schwarzdecker/Dachdecker/Bauwerksabdichter gerufen wird, obwohl der Wasserschaden nicht von ihm stammt.
Bei Sichtbeton-Wasserschäden läuft die Schadensmeldung aufgrund der Schadensursache etwas ungewöhnlich ab: Wenn es regnet, auch viel auf einmal, ist kein Schaden festzustellen, auch bei Schneelage nicht immer. Das Dach ist dann dicht, aber durch andauernde Feuchtigkeit nimmt der Beton Wasser auf und im Eckbereich, an den Anschlussstellen und an der Mauer oder am Plafond kann Feuchtigkeit auftreten. Dieses Problem lässt sich leicht lösen, indem der Beton mit einer wasserabweisenden Farbe/Anstrich versehen wird.



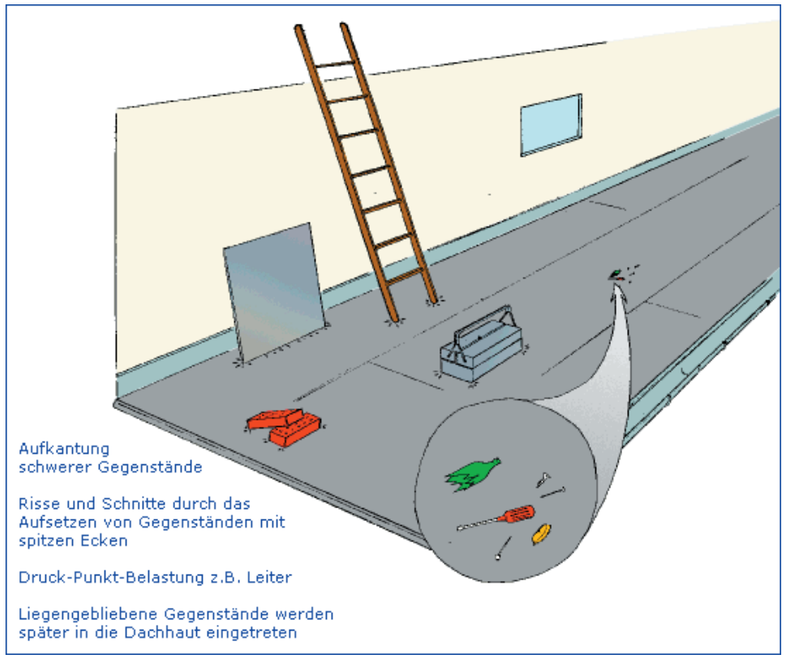
8.4.4 Rein mechanische Zerstörung der Dachhaut

Man findet gelegentlich kleine Löcher in der Dachhaut, die von Vögeln stammen, welche in der Annahme pecken, dass es darunter etwas Essbares gibt. Dieses Schadensbild findet man am häufigsten bei rein bituminösen Lösungen bzw. Beschichtungen sowie bei PUR-Schaum, dort, wo diese hohl aufliegen, d. h. im Eck-Hohlkehlenbereich.

Die Problemlösung liegt in der richtigen Produktwahl, z. B. in der Wahl einer Kunststoffbahn bzw. kunststoffmodifizierten Dachbahn, welche sehr widerstandsfähig ist. Das Problem lässt sich auch dadurch vermeiden, dass die Bahnen nicht hohl, sondern voll aufliegen.

8.4.5 Mechanische Schäden, verursacht durch andere Handwerker

Durch das Leiteraufstellen ohne Schutz für die Dachhaut; liegen gebliebene scharfkantige Metallreste, Schrauben, Kronenkorken werden durch die dünnen Folien eingetreten.
Außer dem Schwarzdecker/Dachdecker/Bauwerksabdichter sind oft andere Handwerker auf dem Dach tätig, etwa Lüftungstechniker, Rauchfangkehrer, Spengler, Maurer, Solartechniker usw. Die Arbeiter dieser Firmen können unbeabsichtigt das Dach beschädigt haben und darüber hinaus Schrauben, Metallstücke, Nägel etc. liegen gelassen haben, welche dann z. B. von der nächsten Firma in die Dachhaut eingetreten wurden. Oder scharfkantige Teile wurden am Dach aufgesetzt, aufgekantet und schneiden sich dann in die Dachhaut ein.
Um die Garantie auf dem Dach aufrechtzuhalten und um Fremdkörper vom Dach zu entfernen, sollte man den Verleger für eine Kontrolle rufen, nachdem andere Firmen auf dem Dach tätig waren, bzw. diese Kontrolle in einer Wartungsvereinbarung einbauen lassen. So gehen Sie als Kunde kein Risiko ein, dass die Garantie durch Arbeiten anderer Firmen auf dem Dach erlischt.



8.5 Unsachgemäße Reparaturen

8.5.1. Fehlender Voranstrich

Es werden leider sehr häufig Reparaturen ohne Voranstrich als Haftbrücke und Staubbinder durchgeführt. Deswegen gibt es auf Dauer keine Haftung und das Wasser unterwandert die Reparaturstelle und rinnt erneut in die gleiche Stelle ein. Die meisten Fehler werden bei den Reparaturen gemacht. Bei einem Riss oder Loch wird die herumliegende Fläche meistens nur sauber gekehrt, bevor Spachtel- oder Beschichtungsmassen aufgetragen werden bzw. ein Stück Dachpappe aufgeflämmt wird. Das Ergebnis ist, dass es im Nachhinein auf der gleichen Stelle hineinregnet. Die auch nach dem Kehren verbleibende Staubschicht wirkt wie eine Trennschicht,

und eine Haftung auf der Fläche wird beeinträchtigt. Das neu aufgetragene Material wird seitlich vom Regenwasser unterwandert und eine neuerliche Reparatur muss durchgeführt werden, indem zuerst das nachträglich aufgebrachte Material entfernt wird. Dieses Problem lässt sich sehr leicht lösen und vermeiden. Durch das Auftragen eines Voranstriches (Primer) als Staubbinder und Haftbrücke nach erfolgter Reinigung der Fläche ist alles in Ordnung.

Man muss hier unbedingt die anfallenden Kosten, welche durch die trocknungsbedingte Wartezeit nach Auftragung des Voranstriches verursacht werden, in Kauf nehmen. Eine seriöse Fachfirma wird Reparaturen auch ausschließlich mit Voranstrich durchführen.

8.5.2. Falsch reparierte Dehnungsrisse

Entstandene Dehnungsrisse werden zwar mit, im besten Falle, elastischen Bahnen durchgeführt, aber diese werden dann leider kraftschlüssig und vollflächig verklebt/geflämmt, wodurch eine Materialermüdung den Riss bald wieder entstehen lässt. Wenn Sie Dehnungsrisse auf dem Dach haben, wird häufig nur das sichtbare Schadensbild (Symptom) beseitigt, aber nicht die Ursache. Über dem Riss wird meistens eine elastische Bahn gelegt (manchmal leider auch nur eine unelastische Normalbahn oder nur Spachtelmasse). Diese wird kraftschlüssig befestigt und das Dach ist momentan optisch dicht. Nach kurzer Zeit reißt die Reparatur wieder. Die Lösung ist einfach: Zuerst wird ein Schleppstreifen eingelegt und erst dann geht man mit einer elastischen Bahn darüber, wodurch die Dehnung von z. B. 2 mm von 20 cm Bahn aufgenommen wird.

8.5.3 Verträglichkeitsprobleme

Insbesondere bei Kunststofffolien wird z. B. bei der Reparatur ein anderes als das ursprüngliche Quellschweißmittel verwendet, oder überhaupt ein anderes Material/Produkt. Es kann dann oft zu Schäden durch Unverträglichkeit kommen. Oder die Folie verträgt den vorhandenen Untergrund (z. B. imprägniertes Holz und keine Trennlage) oder den Anschlusswerkstoff nicht.

Wenn Sie ein Dach z. B. aus Flüssigkunststoff (Beschichtung) oder hochpolymeren Folien haben, sind Reparaturen schwer durchzuführen. Die Materialverträglichkeit muss geprüft werden. Ansonsten dürfen Sie ausschließlich Produkte vom gleichen Hersteller verwenden. Spätere Ergänzungen (z. B. Lüftereinbauten) sollten, falls erforderlich, ohne Probleme auch von anderen Firmen durchgeführt werden können, daher ist ein gängiges Material von unschätzbarem Vorteil.

Andere Anstriche, Klebemassen, Beschichtungen und Reparaturmassen können die Dachhaut zerstören. Daüber liegen unzählige Beispiele vor, z. B. PVC mit PVC (zwei verschiedene Hersteller mit zwei verschiedenen Rezepturen, die auf Dauer nicht verträglich sind). ECB- und PIB-Folien mit Dichtungsmassen auf Erdöl-(Asphalt-)Basis. Vorhandenes altes Dach auf Teerbasis löst den Asphalt in der Reparaturmasse auf, diese beiden sind absolut nicht verträglich. Urethangummi auf Bitumenbahnen, PVC-Folien auf Styroporplatten nur mit einer Trennlage dazwischen auflegen. Die Liste ist endlos.

Viele Kunststoffe ließen und lassen sich nur kunststoffbezogen, nicht aber kunststoffgerecht verarbeiten. Dadurch entstehen ebenfalls viele Schäden.

Unbedingt prüfen, ob die Bahnen und das Eindeckungsmaterial bitumenbeständig oder -verträglich sind! Das sind nicht nur Wörter in einem Prospekt, sondern wesentliche Fragen für die Lebensdauer des Daches.
Die Grenzen des Werkstoffes (WICHTIG!) sowie die Verlegeanleitung des Herstellers sind für den Verleger unbedingt zu befolgen (grundsätzlich und widerspruchslos). Dies, nur sofern die Flachdachregeln und der Stand der Technik keine Abweichungen erfordern.

8.5.4 Guter Anschluss an gerissenem Mauerwerk!

Regenwasser hinterwandert durch einen Riss in der Fassade/Mauer den gut hergestellten Anschluss.

8.6 Falsches Dachmaterial (ungeeignet für die Eindeckung) und Planungsfehler

8.6.1 Nicht chemikalienresistent

Leider erleben wir mit gewisser Regelmäßigkeit, dass bei der durchgeführten Problemlösung (Dachsanierung/Neueindeckung) Dachdetails durch die gewählte Einheitslösung vernachlässigt werden. Z. B. werden Lösungsmitteldämpfe aus Ventilatoren/Entlüftern/Abluftanlagen über das Dach geblasen, Säuredämpfe kondensieren auf dem Dach und mit Regenwasser verbunden entstehen wässrige Säureverbindungen. Diese Chemikalien fressen die Dachhaut im unmittelbaren Bereich rund um die Abluftanlagen auf.

Die Lösung liegt nahe: Der Verleger fragt bei der Besichtigung der Dachfläche, welche Dämpfe freigesetzt werden, und die Materialien für diesen speziellen Bereich werden gemäß eines Chemikalienresistenz-Kataloges ausgesucht.

8.6.2 Die Dachhaut ist nicht standfest und rutscht ab

Falsches Material (zu weich, nicht hitzefest) bzw. falsche Befestigung des Materials, bzw. Trägereinlage der Dachabdichtung ist nicht geeignet (z. B. Glasvlies anstatt Gewebe). Auf Sheddächern und steileren Pultdächern usw. kann man gelegentlich ein Absacken der Dachhaut bzw. Teilen davon beobachten. Durch Hitzeeinstrahlung wird das Heißbitumen weich und das Eigengewicht der bituminösen Dachhaut bewirkt, dass die Dachhaut absackt.

Hier stehen wir vor einem Fehler des Verlegers (bei richtiger Materialwahl).
Mit einer anderen stand- und hitzebeständigen Bitumensorte wird das Problem herabgesetzt. Mit einer zusätzlichen Nagelung (mechanische Befestigung z. B. in einer Nagelbohle) wird das Problem endgültig gelöst. Die Oberfläche des Daches kann auch mit einer hellen Farbe versehen werden, wodurch die Aufheizung wesentlich herabgesetzt wird.

8.6.3 Unelastische Dachhaut auf schwingungsanfälligen Konstruktionen

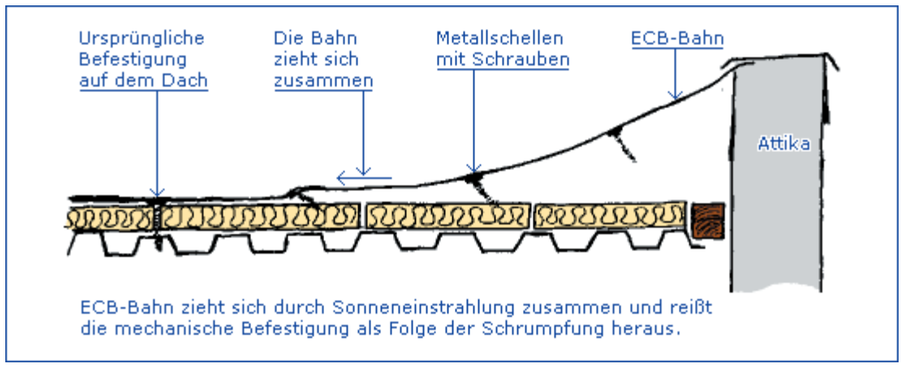
Frühere Dachsysteme (Heißbitumen und Dachpappe, Kiesdach) wurden als starre, sehr witterungsbeständige, aber nicht biegsame oder elastische Eindeckungen auf statisch ruhigen Gebäuden aufgebracht. Diese Lösungen dürfen nicht im Stahlleichtbau eingesetzt werden, da sonst aufgrund der ständigen Schwingungen schnell Risse entstehen. Bis vor 20 Jahren (Stand 2020) wurden bei Stahlleichtbauhallen oft Dacheindeckungen mit Heißbitumen und Bitumenglasvliesbahnen verwendet und leider gelegentlich heute noch. Da die Bitumenbahnen mit Glasvlieseinlage nicht elastisch sind und Bitumen ein thermoplastisches Material ist (bei Wärme weich, bei Kälte hart), waren Rissbildungen durch die Bewegungen des Daches (Windsog und -druck auf die „weiche“, mit großen Spannweiten versehene Fläche, thermische Längenänderungen der Konstruktionen usw.) die Folge.
Durch richtige Planung kann man von vorneherein diese Fehler vermeiden, etwa durch richtige Materialwahl z. B. vliesarmierte Plastomer-, Elastomerbitumenbahnen bzw. hochpolymere Kunststofffolien.

Falls das Dach schon liegt (bestehendes Dach) und eine Sanierung durchgeführt werden soll, dann werden die vorhandenen Risse zu Dehnungsfugen ausgebildet und bei Bedarf noch als Bewegungsfugen gezogen. Danach erfolgt eine Eindeckung z. B. mit Plastomer- oder Elastomerbahnen (als Sichtlagen) (kunststoffmodifizierte Bitumenbahnen mit Synthesefaservlieseinlagen).

8.6.4 Dachhaut schrumpft

Eine Schrumpfung der Dachhaut kommt fast ausschließlich bei Foliendächern vor (z. B. EPDM, PVC und ECB) und stellt ein sehr großes Problem dar. Die Folie reißt infolge von Schrumpfung und es kommt zu massiven Wassereinbrüchen, bzw. die Folie reißt im Zuge ihrer Schrumpfung die Bleche von Attika und Gullys aus den Rohren heraus. In den 1960er-Jahren kamen die ersten Foliendächer aus Kunststoff (PVC, PIB, ECB, EPDM usw.). Zuerst dachte man seitens der Hersteller, die endgültige Dauerlösung für Dächer gefunden zu haben. Eine elastische, nicht verrottbare Dacheindeckung. In dieser und der nachfolgenden Zeit der Euphorie über das Wundermaterial wurden unzählige Dächer so eingedeckt. Bereits Anfang der 1970er-Jahre stellte sich anhand nicht abzureißender Reklamationsfälle heraus, dass die Entwicklung mit sehr großen Fehlern behaftet war:

Die Praxis am Dach widersprach den Laborwerten. Es kam zur Weichmacherwanderung (Lösungsmittelentzug), die Folien wurden steif und brüchig. Die Folien schrumpften daher sowohl in der Länge als auch in der Dicke, mit katastrophalen Folgen. Die Schrumpfung bewirkte, dass entweder die Folie riss, und zwar gelegentlich mit 2 bis 3 m langen Rissen, oder die Bleche mitsamt Schrauben und Dübeln aus der Mauer herausgerissen wurden.



Bei den Lichtkuppeln wurde durch Schrumpfung der Anschluss freigelegt.
Die Beispiele für Schäden sind sehr lang, fast endlos.

Lösungsversuche für das Problem wurden seitens der Hersteller gesucht, aber bis heute (bis auf Ausnahmen) nicht gefunden. Die Rezeptur wurde geändert, Befestigungen (Verlegerichtlinien) wurden bei einzelnen Produkten teils laufend geändert, aber die Schrumpfung von Kunststofffolien konnte bis heute nicht gänzlich gelöst werden. Und trotz der bereits seit den 1960er-Jahren bekannten Tatsachen wurden diese Folien dennoch weiterhin verkauft. Es wurden in den letzten 60 Jahren Millionen m² verlegt und unzählige Schadenersatzprozesse geführt.

Zum Nachdenken:
Eine Schrumpfung von nur 1 % entspricht 10 cm auf 10 m Folie. Bei einem 50 m langen Dach haben wir daher einen halben Meter (0,5 m) Schrumpfung!
Der vorgesehene Hochzug für Anschlüsse lt. ÖNORM beträgt 15 cm.
Die vorgesehene Abdichtung an An- und Abschlüssen und Flanschen beträgt 5 bis 12 cm!

Ein bestehendes Dach mit Schrumpf kann nur mit einer totalen Erneuerung saniert werden, d. h. Folie abtragen und eine neue Dachhaut mit formstabilen langzeitbewährten Abdichtungsbahnen verlegen.

Bei Neueindeckungen sollte man von einigen Folien absehen, u. a. aufgrund der Schrumpfung, es sei denn, diese sind zumindest mit einer Gewebeeinlage für erhöhte Formbeständigkeit versehen.

8.7 Dach als Lagerplatz

Eine einleuchtende Ursache für beschädigte Dachhaut. Es kommt immer wieder vor, dass man vergisst, dass Gegenstände auf dem Dach infolge von Wärme und Eigengewicht sich in die Dachhaut eindrücken und dazu noch Risse durch Aufkantung und Transport entstehen können.

8.8 Stauluft unter/über abgehängter Decke

Diese thermische Belastung kommt oft bei einer Nutzungsänderung bzw. nicht hinterlüfteten 2-schaligen Dächern vor. Dadurch kommt es in der Regel zu Feuchtigkeitsbildung. Der Schwarzdecker/Bauwerksabdichter ist nicht schuld! Mit entsprechender Entlüftung kann das Problem in vielen Fällen gelöst werden.

8.9 Planungs- und Arbeitsfehler

Man muss bei allen Überlegungen unterscheiden zwischen:

a) Planungsfehlern (z. B. Kondensbildung, Materialwahl) und

b) Handwerksfehlern (z. B. Nässeeintritt aufgrund von Verlegefehlern)
evtl. Materialfehler bei Reparaturen oder Sanierungen
(bei Neubau ist falsches Material ein Planungsfehler!)

Anders ausgedrückt: Ein Schichtenaufbau wird durchfeuchtet aus

1) <u>bauphysikalischen</u> (Fehlplanung) oder

2) <u>abdichtungstechnischen</u> Gründen (Material- oder Arbeitsfehler).

8.9.1 Materialmix

Hier wird erneut deutlich, dass kaum ein Dach dem anderen gleicht und man daher eine individuelle Lösung mit bewährten Materialien braucht, gepaart mit grundsolidem fachlichem Können für die einwandfreie (und dauerhafte) Lösung. Durch eine eigenwillige Planung kann es zum Einsatz von verschiedenen Produkten kommen.

Auf dem Dach findet man dann z. B. bei Schadensbegutachtung einen richtigen Materialmix vor mit verzinktem Blech, Kupfer, Zinkblech, Eisenblech, Aluminiumblech, Polyesterformteilen, Kautschukflanschen, Holzverkleidungen, Faserzementplatten, Stahlgeländern, Betonbrüstungen, Bitumenpappe, PVC-Folien, Neopreneinbindungen usw.

Jeder Werkstoff hat seine eigene Charakteristik und reagiert unterschiedlich auf Klimaeinflüsse. Die durch Temperaturschwankungen verursachten Längenänderungen werden zu Deformationen der Angrenzungsflächen führen, d. h. zu Zerstörungen und Rissbildungen.
Es sollte deshalb gerade bei Dächern zur Regel werden: Je weniger verschiedene Baustoffe, desto besser – wenn verschiedene Materialien verwendet werden, dann sollte auf eine möglichst absolute Trennung derselben geachtet werden.

Allen auf einem Dach vorkommenden Elementen (Lichtkuppeln, Anschlusselemente, Kunststofffolien) sollte mit Skepsis begegnet werden. Da diese ständig weiterentwickelt werden, muss man logischerweise davon ausgehen, dass die vorhergehenden Herstellungs- bzw. Produktionsserien ihre Macken hatten.

9. Dachsanierung: Schadensbild, Schadensursache, Schadensbehebung Sanierung von „alten“ (vorhandenen) Dächern

9.1. Erstellen einer Dachanalyse, Erfassung des Schadensbildes mit Vorschlag für eine Schadensbehebung aufgrund der Schadensursache

Anhand eines Zustandberichtes wird der Ist-Zustand des Daches ermittelt.

Konstruktionsart:	Ortbeton, Gasbeton Trapezblech Betonfertigteile Holz usw.
Vorhandene Eindeckung:	Dachpappe und Heißbitumen Folie Beschichtung usw. Wellplatten Blechprofile Falzblech

Gefälle? Mit/ohne stehendem Wasser usw.

Vorhandene Undichtheiten lokalisieren usw.

Durch das Ausfüllen des Dachanalyse-Formulars im Zuge der Besichtigung sollen folgende Fragen beantwortet werden können:

- Kann das Dach überhaupt noch saniert werden oder muss es komplett abgetragen werden, weil eine Neueindeckung wirklich erforderlich ist?

- Ist die Dachhaut/ der Dachaufbau durchfeuchtet?

- Ist die Wärmedämmung feucht/nass?

- Sollten vorhandene Risse als Dehnungsfugen ausgebildet werden?

- Entstehen bauphysikalische Nachteile durch eine Sanierung? (Dachhaut hat dann z. B. einen höheren Dampfdruckwiderstand als die Dampfsperre; Feuchtigkeitsbildung im vorhandenen Dachpaket, vorhandene Feuchte kann nicht heraus.)

- Reicht die Lebensdauer der vorhandenen Verblechung für die nach der Sanierung zu erwartenden Nutzungsdauer der Dachhaut?

- Ist der vorhandene Blitzschutz in Ordnung? Nach der Sanierung sollte ein konzessioniertes Unternehmen einen neuen Befund erstellen.

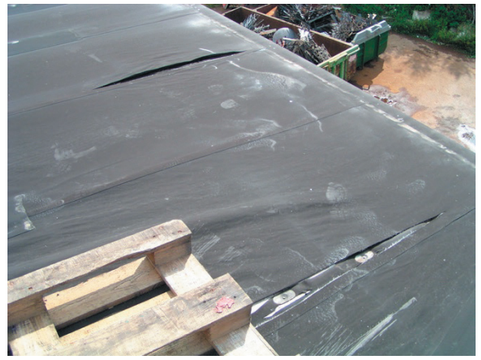
- Ist eine stellenweise Ausnivellierung sinnvoll bzw. erforderlich oder sollten lieber gleich neue Abläufe/Gullys gesetzt werden? (Sowohl eine Kostenfrage als auch eine technische Frage, ob es überhaupt möglich ist.)

- Sollte eine zusätzliche Wärmedämmung eingebaut werden?

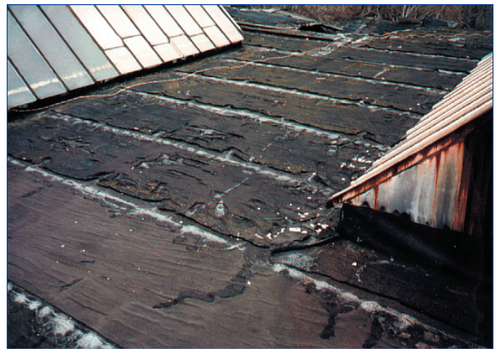
- Ist eine Teilflächensanierung möglich bzw. sinnvoll?

- Sind zusätzliche Maßnahmen erforderlich für eine Sturmsicherheit?

Beispiele: Was einem leider zu oft bei einer Besichtigung begegnet:



Geschrumpfte und gerissene ECB-Folie



Uralte ausgelaugte Dachpappe



Ausgetrocknete Dachpappe mit Kies



Nicht haftende Beschichtung



Geschrumpfte und gerissene EPDM-Folie



Geschrumpfte PVC-Folie

ZUSTANDSBERICHT DACHKONTROLLE

Firma:_____ **Datum: / 2021**

Zuständig:_____ **Erstellt von:**_____

Straße/Anschrift:_____ **Tel.:**_____/_____

PLZ Ort/Stadt:_____ **Fax:**_____/_____

OBJEKTBEZEICHNUNG:_____

1. VORHANDENE EINDECKUNG:

☐ Dachpappe nackt / besandet / beschiefert

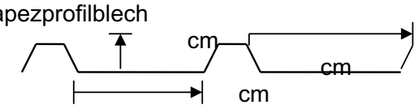
☐ Dachpappe mit Beschichtung
Art / Farbe:_____
Asphalt / Kunststoff:_____

☐ Dachpappe bekiest
Körnung:_____Stärke:_____

☐ Dachpappe mit Presskies
Stärke:_____

☐ Falzblech
Falzhöhe: Bahnenbreite:

☐ Trapezprofilblech



☐ Foliendach mit Auflast
Folientyp:_____
Körnung:_____Stärke:_____

☐ Dachpappe (Foliendach) Umkehrdach
Folientyp:_____
WD-Stärke:_____

☐ Foliendach, nackt
Folientyp:_____
Verklebt / mechanisch befestigt:___

☐ Betondach
Ortbeton:
Fertigteile, Größe:_____

☐ Well-Asbestzement-Dach
Wellung:_____

2. KONSTRUKTION:

☐ Stahlleichtbau (Trapezblechprofil)
Stahl, Holz- oder Betonbinder
Plattengröße:_____ x _____ m

☐ Holzschalung, Holzbinder

☐ _____

☐ Ortbeton

☐ Betonfertigteile
Gasbeton / vorgespannte Platten
Binderabstand:_____

Plattengröße:_____ x _____ m

3. BAUWEISE:

☐ Kaltdach ☐ Umkehrdach ☐ Warmdach ☐ Wärmedämmung

☐ Hinterlüftetes Dach (2-schaliges Dach)

Typ:_____Stärke:_____cm

4. GEFÄLLE:

☐ 1° – 3° (1,5 % – 5,2 %)
☐ 3° – 5° (5,2 % – 8,8 %)
☐ 5° – 20° (8,8 % – 36,0 %)
☐ über 20° (über 36,0 %)

☐ Nullgefälle, stehendes Wasser
☐ Anderes (Tonnendach etc.)
_____

Dachprofil →

5. ZUSTAND DES DACHES:

	Sehr wenig	Wenig	Viel	Sehr viel	Nur stellenweise	Verteilt über ganzes Dach
Moosbildung / Bewuchs	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Faltenbildung	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Wellen	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Blasen	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Spröde, ausgetrocknete Flächen	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Dehnungsrisse	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Gerissene Anschlüsse	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Gerissene Attika	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Stehendes Wasser	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Geschrumpfte Dachhaut	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Dämmstoffwanderung	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Blecheinfassungen rostig	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Zusätzliche Bemerkungen:_____

6. DACHAUFBAUTEN / DACHDURCHBRÜCHE:

_____Stk. Lichtkuppeln ..... ____ x ____ m
_____Stk. Lichtkuppeln ..... ____ x ____ m
_____Stk. Lichtband / Oberlicht.. ____ x ____ m

_____Stk. Antennenbefestigungen
_____Stk. Geländerstützen
_____Stk. Gullys .....NW_____ mm

_____Stk. Blitzableiterstützen lose / fest montiert
_____Stk. Werbeleuchtschriftstützen

_____Stk. Entlüfter.....x ____ m
_____Stk. Entlüfter..... ____ x ____ m
_____Stk. Entlüfter rund _____ NW

_____Stk. Entlüfter rund _____ NW
_____Stk. Kamine..... ____ x ____ m
_____Stk. Kamine..... ____ x ____ m

_____Stk. Dachausstiege ____ x ____ m
_____Stk. Dehnungsfugen _____ lfm

7. BESTEHENDE DACHABDICHTUNG AB DECKE (DACHPAKET):

Oberflächenschutz: _____ Keiner / Schotter / Kies / Splitt / Schiefer / Beschichtung
Oberste Lage (Sichtlage): _____
Evtl. Orginaleindeckung: _____
Ausgleichs-/ Trennlage: _____
Wärmedämmung:_____
Dampfsperre / Dampfbremse: _____
Voranstrich: _____

8. LAGESICHERUNG DES AUFBAUS:

	Ja	Nein
Ist die Lagesicherung gewährleistet für die gesamte Lebensdauer der Sanierung?	☐	☐
Sind aufgrund der Gebäudeform / Gebäudehöhe / Umgebungsbebauung / Lage der Randausbildung außergewöhnliche Windlasten zu erwarten?.....	☐	☐
Sind die Dachränder unterströmungssicher ausgebildet?.....	☐	☐
Ist eine zusätzliche mechanische Befestigung erforderlich?.....	☐	☐
Kann bei teilweise offener Halle / offener Tore Windüberdruck entstehen?.....	☐	☐

9. WÄRMEDÄMMUNG: **Ja** **Nein**

Vorhandene Wärmedämmung Art/Typ:_____Dicke:_____cm
Ist die vorhandene Wärmedämmung ausreichend? ..... ☐ ☐
Risse in der Dachhaut aufgrund Schrumpfung / falsch verlegter Wärmedämmung? ☐ ☐

Durchfeuchtungsgrad: _____Volums-%_____ Gewichts-%
Ca. Wirkungsgrad: _____

Sollen Teilflächen mit feuchter Wärmedämmung komplett erneuert werden? ..... ☐ ☐
Soll eine zusätzliche Wärmedämmung bei der Sanierung eingebaut werden? ..... ☐ ☐
Wenn JA, welche Stärke? _____cm // Welcher Typ? _____

10. WASSER / FEUCHTIGKEIT IM DACHAUFBAU:

Befindet sich Wasser im Dachaufbau (zwischen den Lagen)? ..... ☐ ☐
Ist das Wasser von außen (durch ein undichtes Dach) eingedrungen? ..... ☐ ☐
Derzeit undichte Stellen im Dach:_____
_____
Ist das Wasser von innen (durch Diffusionsvorgänge / Taupunkt) eingedrungen? ☐ ☐
Kann die Feuchtigkeit im Dachpaket bleiben, ohne dabei Schäden anzurichten? ☐ ☐

Ist die vorhandene Dampfsperre / Dampfbremse noch ausreichend? ..... ☐ ☐
Sind Nutzungsänderungen vorgesehen / durchgeführt worden? ..... ☐ ☐
Ist die Dampfsperre an den Schwachstellen (An- und Abschlüssen) in Ordnung? ☐ ☐

11. PRAKTISCHE ÜBERPRÜFUNG DES AUFBAUS (bei Öffnung des Daches):

Die Feststellung des tatsächlich vorhandenen Aufbaus des Dachpakets.
Dachöffnung, Tiefpunkt, Wasser im Dachaufbau.....: ☐ ☐
Gefällemitte, Wasser im Dachaufbau.....: ☐ ☐
Hochpunkt, Wasser im Dachaufbau.....: ☐ ☐
Anschluss, Wasser im Dachaufbau .....: ☐ ☐
Anschluss, Konstruktive Ausbildung:_____
_____
_____

12. LÖSUNGSANSATZ:

Eine Nivellierung aufgrund von stehendem Wasser erforderlich / empfehlenswert? ☐ ☐
Sollten zusätzliche Gullys montiert werden, um stehendes Wasser zu vermeiden? ☐ ☐
Sind die Lage und Konstruktion der vorhandenen Dehnungsfugen in Ordnung?..... ☐ ☐
Sind die vorhandenen Höhen der An- und Abschlüsse normgerecht?..... ☐ ☐
1- oder 2-lagige Sanierung erforderlich? ..... ☐ ☐

13. PRAKTISCHE DATEN:

Höhe bis zur Dachkante:_____m
Kann ein Bockaufzug aufgestellt werden (kein Vorsprung, Kragdach darunter)?.... ☐ ☐
Kann ein Schrägaufzug aufgestellt werden?..... ☐ ☐
Ist Zufahrt bis zur Mauer möglich (Schuttcontainer, Kran)?..... ☐ ☐

14. ENTSORGUNG:

Entsorgung erfolgt bauseits ..... ☐ ☐

15. SKIZZE, DACHDRAUFSICHT:

16. BEMERKUNGEN:

_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____

9.1.1. Schadensbilder, Schadensursachen sowie Schadensbehebung

Die angeführten Schadensbilder kommen aus der Praxis. Die Schadensbilder mit den Schadensursachen und Vorschlägen zur Schadensbehebung beziehen sich auf besichtigte und sanierte Dächer. Diese Übersichten mit den angeführten Schadensursachen sowie Lösungsvorschlägen geben die am häufigsten angeführten Probleme wieder sowie die vom Autor aufgrund seiner langjährigen Erfahrung empfohlenen Lösungen, um als Ergebnis eine wirklich dauerhafte Dachsanierung für den Bauherrn zu bekommen.

<u>Beispielhaft angeführt:</u>

Dach mit Beschichtung

Dachpappe auf eine Konstruktion mit Holzschalung

Dachpappe auf eine HP-Betonschalenkonstruktion

Dachpappe auf eine Konstruktion mit Trapezprofilblechen

Falzblechdach

Folie mit Schotter

Folie ohne Schotter

Folie Sturmschaden

PUR-Schaum auf Dachpappe

Polyesterbeschichtung auf einer Terrasse

Trapezprofildach

Wellplatten aus Faserzement

9.1.2. Beschichtung

Der häufig vorkommende Zustand eines Daches mit Beschichtung:

Schadensbild:

1. Die vorhandene Beschichtung ist nicht gleichmäßig aufgetragen. Die darunter befindliche Dachhaut ist stellenweise sichtbar.
2. Die Beschichtung blättert stellenweise ab.
3. Sonderbare Reparaturversuche mit einem Material, welches sich nicht mit der Beschichtung verträgt.
4. Wellen und Blasen sind in der „alten“ Dachhaut, Dachpappe, vorhanden.
5. Die Wärmedämmplatten sind, verteilt in der Fläche, feucht bis nass.



Schadensursache:

1. bis 3. Offenbare und schwere Verarbeitungsfehler. Fehlende Produkt- und Verarbeitungskenntnisse des Verlegers haben hier zu einem Problem geführt. Zum Beispiel: Fehlende Verträglichkeit der Materialien, schlechte Witterung, z. B. zu feuchte Oberfläche, zu feuchte Luft (Nebel), zu heiß (die Sonne trocknet die Oberfläche zu schnell und die Lösungsmittel können nicht entweichen usw.).
4. Die Falten in der vorhandenen Dachhaut sind teilweise Windverschiebungen (eine leichte Dämmstoffwanderung).
5. Durch die Wellen-/Faltenbildungen und Verschiebungen sind die Stöße und Nähte aufgegangen und das Niederschlagswasser ist in das Dach eingedrungen. In der Folge ist die Wärmedämmung stellenweise feucht/nass geworden.

Schadensbehebung:

Eine dauerhafte Lösung kann nur durch eine Komplettsanierung erfolgen.
Die vorhandene Dachhaut sowie die Wärmedämmung, welche sich darunter befindet, müssen abgetragen werden, um auf der darunter befindlichen Bitumenbahn das neue Dach aufbauen zu können.

Alternative 2. Eine nicht verklebte, aber eine diffusionsoffene Abdichtungsbahn darüberlegen und diese mechanisch befestigen.

Alternative 3. Eine zusätzliche Wärmedämmung, z. B. mit expandiertem Polystyrol in einer Stärke von 8 cm, sollte verlegt werden und darüber eine 2-lagige Dachhaut mit vliesarmierten kunststoffmodifizierten Bitumenbahnen mit einer Gesamtstärke von 9 mm. Systemaufbau teilweise verklebt und teilweise mechanisch befestigt.

9.1.3. Dachpappe auf Holzschalung

Ein häufig vorgefundener Zustand der Dachfläche bei einer Besichtigung.
Alter des Daches: 30 bis 40 Jahre.

Schadensbild:
1. Die Sichtlage ist sehr stark abgewittert und ausgelaugt.
2. Es befindet sich stellenweise Wasser/Feuchtigkeit unterhalb der Sichtlage (Dachhaut).
3. Mehrfach offene Risse in der Dachhaut, wodurch die Holzschalung sichtbar geworden ist.
4. Entlang der Traufe in einer Breite von ca. 3 m bis 4 m ist die Holzschalung morsch und die Dachfläche sollte in diesem Bereich aufgrund von Durchbruchgefahr nicht begangen werden.
5. Eine nachträglich aufgebrachte Dachpappe (Reparaturen) haftet nicht auf der alten Dachhaut.

Schadensursache:
1. Der Zustand ist grundsätzlich altersbedingt, verbunden mit fehlender Wartung und Kontrolle. Durch jahrelange Sonneneinstrahlung haben die UV-Strahlen die Bahnen zersetzt und diese – verbunden mit einer, dem Alter entsprechenden Abwitterung – haben den heutigen Zustand und das Aussehen des Daches verursacht.
2. Die vorhandene Dachpappe ist so weit abgewittert, dass die Dachpappe Wasser durchlässt und in Bereichen mit stehendem Wasser Wasser aufnimmt.
3. Aufgrund der bis zur Schalung durchgehenden Feuchtigkeit hat sich u. a. das Holz etwas aufgeworfen. Die ausgelaugte Dachpappe hat Bewegungen in der Schalung nicht aufnehmen können und die Dachpappe ist gerissen.
4. Aufgrund eines ständigen Eintritts von Niederschlagswasser durch die ausgelaugte und gerissene Dachpappe ist die Holzschalung morsch geworden.
5. Die nachträglich durchgeführten Reparaturen wurden teilweise ohne entsprechende Vorarbeiten durchgeführt, z. B. fehlende Reinigung der Fläche. Außerdem wurde zumindest stellenweise als Staubbinder und Haftbrücke kein Voranstrich verwendet, wodurch sich Dachpappe nach kurzer Zeit wieder vom Untergrund löste.

Schadensbehebung:
Ein Teilbereich des Daches müsste komplett abgetragen werden (Dachhaut und Holzschalung). Teilbereiche mit nachträglich aufgebrachter Dachpappe müssten abgetragen werden aufgrund der fehlenden Haftung (nicht sturmsicher!). Kies müsste abgeschert werden und eine 2-lagige Dachhaut – bestehend aus einer 4 mm starken und einer 5 mm starken Abdichtungsbahn – sollte im Flämmverfahren verlegt werden. Die Traufenbleche müssten dort, wo die Holzschalung getauscht wird, erneuert werden. Ebenfalls müssten die in diesem Bereich befindlichen Dachrinnen und Regen-Fallrohre getauscht werden.

9.1.4. Dachpappe auf HP-Betonschale

Ein häufig vorgefundener Zustand der Dachfläche bei einer Besichtigung.
Alter des Daches: 15 bis 20 Jahre.

Schadensbild:
1. Die Sichtlage ist stark abgerutscht, sogar die Wärmedämmung ist sichtbar. Offene Überlappungen, sowohl bei den Nähten als auch bei den Stößen, bei der Dachpappe in der Fläche und bei den Anschlüssen.
2. Starke Faltenbildung, insbesondere in der Schalenmitte aufgrund der abgerutschten Dachpappe.
3. Es befindet sich Wasser unter der Dachhaut in der Schalenmitte.
4. Teils starke Blasenbildung in der Fläche. Die Dachfläche ist etwas wellig und uneben.
5. In vielen Teilbereichen ist die Oberfläche stark abgewittert und zersetzt.
6. Die Oberfläche weist in vielen Bereichen sehr viele kleine Risse und Sprünge auf.

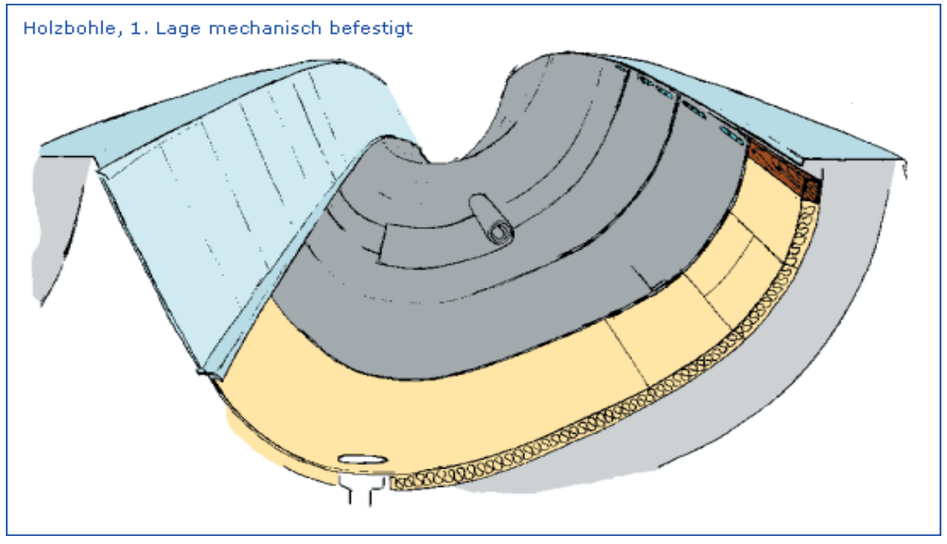


Schadensursache:
1. und 2. Durch die starke Sonneneinstrahlung verbunden mit der Reflektion der Sonnenstrahlen von den Gläsern und dazu die „windgeschützte“ Schale entstehen Oberflächentemperaturen über die „normalen“

Maximalwerte (bis +80° C). Die vorhandene alte Dachpappe/Bitumen und/oder das für die Verklebung erforderliche Heißbitumen wurde deswegen weich und durch das Eigengewicht der Dachpappe sackte diese herab.
2. Die Dachpappe ist aufgrund der Hitze abgesackt und deswegen sind Wellen und Falten entstanden.
3. Durch das Abrutschen sind die Nähte/Überlappungen der Dachpappe aufgerissen worden und es trat Regenwasser in das Dach ein. Dieses Wasser bewegte sich langsam in Gefällerichtung und sammelte sich in der Schalenmitte. Dadurch wurde auch die vorhandene Wärmedämmung in Laufe der Zeit diesem Bereich durchfeuchtet.
4. Durch die Aufheizung der Fläche und das darunter befindliche Wasser entstanden Blasen (Wasserdampf).
5. Altersbedingt aufgrund der starken Sonneneinstrahlung wurde die Dachpappe über Jahre ausgelaugt.

Schadensbehebung:
Entweder Komplettabtragung und eine neue Isolierung oder als Alternative eine Sanierung: Zuerst werden die Falten und Blasen weggeschnitten.
Anschließend wird die Dachhaut an der Oberkante der Länge nach aufgeschnitten und eine Nagelbohle aus Holz direkt auf der Betonschale mit Dübeln befestigt.

In der Mitte der Schale wird die Dachhaut aufgeschnitten, um die hier vorhandene feuchte Wärmedämmung zu entfernen. Die feuchte Wärmedämmung wird durch eine neue Wärmedämmung ersetzt. Zuletzt wird eine neue 1. Lage der Dachhaut über die Wärmedämmung verlegt und an der Oberkante zusätzlich an der Nagelbohle befestigt. Dann wird eine 5 mm starke Plastomerbahn, welche eine Temperatur über +130° C verträgt, ohne abzusacken, im Flämmverfahren verlegt. In Sonderfällen kann auch diese Abdichtungsbahn zusätzlich mechanisch an der Oberkante verdeckt befestigt werden.



9.1.5. Dachpappe auf Trapezprofilblechdach
Ein häufig vorgefundener Zustand der Dachfläche bei einer Besichtigung.
Alter des Daches: 10 bis 15 Jahre.

Schadensbild:
1. In den Ecken ist starke Falten- und Wellenbildung ersichtlich.
2. Stellenweise sind in der Fläche längere schmale Falten vorhanden.
3. Undichtheiten sind verteilt über die Fläche.
4. Einige Gullys sind schief.
5. Stellenweise gibt es 3 bis 5 cm tiefe Sutten mit stehendem Wasser.
6. Runde und längliche Blasen in der Fläche.

Schadensursache:
1. Gemeinsam mit der schwingungsanfälligen Konstruktion ist es durch Windsog zu einer sogenannten Dämmstoffwanderung gekommen (Masseverdichtung Richtung Dachmitte). Diese Verschiebung des Dachaufbaus verursacht Zugfalten in der Dachhaut in den Eckbereichen des Daches und bei den starren Einbauteilen wie Lichtkuppeln, Kamine, Entlüftern usw.
2. Die schmalen länglichen Falten sind Stauchfalten. Bedingt durch die Verschiebung des Dachaufbaus werden die Wärmedämmplatten gestaucht und die darüberliegende verklebte Dachhaut bekommt Stauchfalten (welche mit der Zeit Risse bekommen).
3. Durch die Verschiebung der Dachhaut werden die mit der Dachhaut verklebten Gullyeinläufe aus den Fallrohren herausgezogen. Daher sind die Gullyeinläufe bereits schief geworden.
5. Die Trapezbleche hängen zwischen den Bindern durch. Die Dachpappe neigt zum Reißen über den Bindern, weil die alte Dachpappe nicht ausreichend elastisch war und somit überdehnt wurde und riss. Aufgrund der durchhängenden Profile bleibt auch insbesondere im Attikabereich Wasser auf der Dachfläche stehen.
6. Die Ursachen für Blasen sind fast immer ein Ergebnis bzw. Langzeitfolgen von Arbeitsfehlern, z. B. bei länglichen Blasen (zwischen 1 und 5 bis 7 Metern) Verlegefehler, weil der Gasbrenner (Flämmer) falsch eingesetzt/bewegt wurde.

Schadensbehebung:
a. Eine Sanierung der vorhandenen Fläche ist möglich, ohne die vorhandene Eindeckung abzutragen. Die vorhandenen Attikahochzüge mit starken Falten-bildungen werden abgetragen. Stauchfalten in den Flächen werden abgeschert.
b. Bei den rissanfälligen Dehnungsbereichen bzw. dort, wo bereits Risse entstanden sind, werden kleine Dehnungsfugen ausgebildet.
c. Durch eine mechanische Befestigung des Dachaufbaus mit selbstbohrenden Schrauben und Haltetellern wird die Dämmstoffwanderung aufgehalten.
d. Falls erwünscht, könnten die vorhandenen Sutten mit stehendem Wasser durch ein Ausnivellieren erheblich verkleinert werden. Auf Wunsch könnte eventuell auch, falls technisch möglich, ein künstliches Gefälle aufgebaut werden.
e. Zuletzt wird als neue Dachhaut eine reißfeste, elastische und vliesarmierte 5 mm starke Elastomerbahn im Flämmverfahren verlegt.

9.1.6. Folie mit Schotter

Ein häufig vorgefundener Zustand der Dachfläche bei einer Besichtigung.
Alter des Daches: 8 bis 18 Jahre (abhängig vom Hersteller).

Schadensbild:
1. Die Folie spannt stellenweise sehr stark.
2. An den Ecken sehr vieler Lichtkuppelkränze und Entlüfter sind offene Risse vorhanden.
3. Die Folie hat sich stellenweise losgerissen von den Lichtkuppelkränzen, Attikahochzügen und Entlüftern bzw. Kamineinbindungen.
4. Die Folie ist bei den Falten und in der Fläche nicht mehr vollelastisch, sondern zunehmend spröd-hart.
5. Die Gullys sind teilweise aus den Fallrohren herausgezogen.





Schadensursache:
1. Die Folie schrumpft und die weitere Schrumpfung wird nur durch das Gewicht des Schotters verlangsamt, aber nicht aufgehalten.
2. Die Folie schrumpft, wird überdehnt und reißt an den Ecken der fixen Einbauteile wie z. B. Lichtkuppeln und Entlüftern.
3. Die Verklebung der Folie mit den Lichtkuppelkränzen hat sich gelöst u. a. aufgrund einer Verseifung des Klebers.
4. Infolge einer Weichmacherwanderung wird die Folie zunehmend spröd-hart und somit auch rissanfälliger.
5. Die Folie schrumpft und zieht die Gullys mit und auch aus den Fallrohren heraus.

Schadensbehebung:
Folien können grundsätzlich nach Jahren nicht örtlich und somit lokal begrenzt abgedichtet/saniert werden. Die Ursache liegt im Material.
Die vorhandene, meistens zwischen 1,3 und 1,8 mm dicke Folie wird in kleine Felder geschnitten, um die Folie komplett zu entspannen. Anschließend wird die Folie entsorgt. Danach wird eine 2-lagige Dachhaut verlegt, bestehend aus formbeständigen vliesarmierten Elastomer- bzw. Plastomerbahnen in einer Gesamtstärke von 9 mm, dies sogar über die Anforderungen der ÖNORM hinaus.

9.1.7. Folie mechanisch befestigt

Zum Beispiel Folien aus EPDM bzw. PVC oder ECB.
Ein häufig vorgefundener Zustand der Dachfläche bei einer Besichtigung.
Alter des Daches: 10 bis 18 Jahre (abhängig vom Hersteller).

Schadensbild (nicht alle Punkte treffen bei allen Folien zu):
1. Die Folie spannt stellenweise sehr stark.
2. An den Ecken sehr vieler Lichtkuppelkränze und Entlüfter sind offene Risse vorhanden.
3. Die Folie hat sich stellenweise losgerissen von den Lichtkuppelkränzen, Attikahochzügen und Entlüftern bzw. Kamineinbindungen.
4. Die mechanische Befestigung hat sich gelöst und Befestigungselemente sind in einem Eck gelandet.
5. Risse entlang der Befestigungsschienen.
6. Stellenweise kann beobachtet werden, dass die Folie nicht mehr vollelastisch, sondern zunehmend steifer geworden ist.
7. Die Gullys sind teilweise aus den Fallrohren herausgezogen.
8. Einige Folien sind anfällig für Risse im Material, welche wie Hagelschlag aussehen.





Schadensursache:
1. Die Folie schrumpft.
2. Die Folie schrumpft, wird überdehnt und reißt an den Ecken der fixen Einbauteile wie z. B. Lichtkuppeln und Entlüftern und einige entlang der Schweißnähte der Folien.
3. Die Verklebung der Folie mit den Lichtkuppelkränzen hat sich gelöst u. a. aufgrund einer Verseifung des Klebers.
4. Durch das ständige Flattern der – bis auf die punktweise Fixierung mit mechanischer Befestigung – lose verlegten Folie lösen sich die Befestigungselemente (bzw. auch wenn diese ein bisschen schlecht befestigt waren).
5. Bei verdeckter Schienenbefestigung neigen mehrere Folien dazu, aufgrund des Flatterns der Folie unter Windbelastung, dass eine Materialermüdung entlang der Schiene entsteht und die Folie reißt.

6. Infolge einer Weichmacherwanderung werden einige Folien zunehmend etwas steifer und somit auch rissanfälliger und kaum mehr widerstandsfähig gegenüber Hagelschlag.
7. Die Folie schrumpft und zieht die Gullys mit und auch aus den Fallrohren heraus.


Gully wird herausgezogen


Schrumpf, Folie bei Befestigung gerissen



Verseifung des Klebers und Loslösung



Löcher und Risse

Schadensbehebung:
Folien können grundsätzlich nach Jahren nicht örtlich (und somit lokal begrenzt) dauerhaft abgedichtet/saniert werden. Die Ursache liegt im Material.
Die vorhandene, meist zwischen 1,3 und 1,8 mm sowie bis 2,0 mm dicke Folie wird in kleine Felder geschnitten, um die Folie komplett zu entspannen. Anschließend wird die Folie entsorgt. Danach wird eine 2-lagige Dachhaut verlegt, bestehend aus formbeständigen vliesarmierten Elastomer- bzw. Plastomerbahnen in einer Gesamtstärke von 9 mm, dies liegt sogar über den Anforderungen der ÖNORM.

9.1.8. Folie Sturmschaden
Ein häufig vorgefundener Zustand der Dachfläche bei einer Besichtigung.
Alter des Daches: 5 bis 20 Jahre.

Schadensbild:
1. Die Folie weist, verteilt über die gesamte Fläche, unzählige kleine Schnitte und Einrisse auf.
2. Viele Befestigungselemente (Schrauben mit Haltetellern) sind teilweise aus der Trapezblechkonstruktion herausgezogen. Loslösungen von mechanischen Befestigungen sind sichtbar.
3. Folie weist in vielen Bereichen eine sehr geringe bis keine flächige Haftung auf dem Untergrund auf.

Schadensursache:
1. Sturmbedingt haben sich die Wärmedämmplatten infolge von Windsogeinwirkung gelöst und durch das in der Folge auftretende Flattern der Folie wurden die Platten gehoben und liegen jetzt unter der Folie stellenweise übereinander bzw. aufeinander.
2. Aufgrund von Windsog hat sich die Folie großflächig vom Untergrund gelöst. Die Befestigung/Verklebung hat sich durch das Flattern während des Sturms immer mehr gelöst. Die Folie/Dachhaut ist nicht länger sturmsicher befestigt und könnte daher beim nächsten Sturm komplett abgetragen werden. Die Schrauben sind nach oben „gewandert“ (durch die Bewegungen: ständiges Flattern und Zug durch den Sturm). In der Folie haben sich die Schrauben herausgedreht. Einige Schrauben sind herausgerissen worden.
3. Die Befestigung der An- und Abschlüsse entsprechen nicht länger den erforderlichen Anforderungen. Durch den Windsog und den Zug und das Flattern der Folie hat eine Loslösung stattgefunden.
5. Durch den Windsog hat sich die Folie großflächig auch an den angrenzenden Flächen außerhalb des unmittelbar sichtbaren Schadensbereichs von den Deckenprofilen gelöst.

Schadensbehebung:
Die vorhandene Folie kann nicht „nur“ befestigt werden (wie die Schadensgutachter bzw. Schadensreferenten der Versicherungen gerne mitteilen, um so die Schadenssumme stark zu begrenzen). Die nicht unmittelbar sichtbaren unter der Folie liegenden Schäden müssen zuerst korrigiert werden (verschobene Dämmplatten, losgerissene Schrauben usw.). Die mechanische Befestigung ergänzt bzw. erneuert werden. Die Schrauben können aber nur erreicht werden, wenn die Folie zerschnitten wird. Die Folie wird in kleine Felder geschnitten, abtransportiert und entsorgt. Neue Gullys werden gesetzt. Die Wärmedämmplatten werden wieder zurückgelegt und befestigt.
Anschließend wird z. B. eine 2-lagige Dachhaut verlegt, bestehend aus Elastomerbahnen mit einer Gesamtstärke von 9 mm, entsprechend den Anforderungen der ÖNORM. Auf Wunsch kann auch eine ca. 1,5 bis 2,0 mm dicke Folie, ähnlich wie Bestand, geliefert und verlegt werden.

9.1.9. PUR-Schaum

Ein häufig vorgefundener Zustand der Dachfläche bei einer Besichtigung.
Alter des Daches: 14 bis 20 Jahre.

Schadensbild:

1. Die Dachfläche ist wellig und uneben, dazu stellenweise rau und hat viele Blasen.
2. In vielen Teilflächen ist die Oberfläche stark zersetzt und zerbröselt.
3. Die Oberfläche weist sehr viele kleine Risse und Sprünge auf.
4. Stellenweise sind Anzeichen von Wasseransammlungen in und unter dem PUR-Schaum sichtbar.
5. Starke Loslösungen vom PUR-Schaum bei den Verblechungen (Traufe, Saumbleche) sowie zwischen den Lagen des PUR-Schaumes.
6. In Teilflächen sind kleinere Löcher vorhanden.
7. Die vorhandenen Verblechungen sind stellenweise unter dem PUR-Schaum stark verrostet.
8. Auf dem Dach bleibt Wasser stellenweise stehen. Der PUR-Schaum schüsselt sich vom Untergrund weg.







Blasenbildung im PUR-Schaum



Geringe Flächenhaftung nach Feuchte



Die dunklen Flächen: Feuchte/Nässe



Zwei Lagen PUR, leider ohne Haftung

Schadensursache:

1. Die Auftragung dürfte nicht nach Vorschrift erfolgt sein und nicht komplett gleichmäßig, wodurch der PUR-Schaum unterschiedlich dick geworden ist. Ungleiche Auftragungsmengen per Flächeneinheit, verbunden mit ungleicher Ausschäumung (Expansion) des Materials sowie ungleicher Dichte der beiden Auftragungen ergab die wellige Oberfläche. Dazu kaum Haftung zwischen den Lagen. Überall in den dazwischenliegenden Sutten sammelte sich Wasser, welches nicht abrinnen konnte.
2. PUR-Schaum ist nicht UV-beständig und wird rissig und zerbröselt bei ständiger Sonneneinwirkung. Es ist auf dem Dach versucht worden, diesen Prozess zu verlangsamen bzw. kurzfristig zu verhindern, indem eine Beschichtung über dem PUR-Schaum aufgetragen wurde (diese ist ebenfalls nicht dauerhaft UV-beständig). Diese Beschichtung sollte aber lt. Hersteller z. B. nach 5 Jahren erneuert werden aufgrund eines erforderlichen UV-Schutzes.
3. PUR-Schaum bildet eine sehr harte und steife, aber sehr dünne, dichtende Haut (wie eine Eierschale). Diese spröd-harte Haut verträgt kaum Bewegungen bzw. Schwingungen, weil sie eben steif-hart und unelastisch ist. Thermisch bedingte Bewegungen im Dach bzw. bei Aufbauten und Dachdurchbrüchen führen daher regelmäßig zu Rissbildung und somit zu Undichtheiten.
4. PUR-Schaum hat eine offene Zellenstruktur unter der dünnen, spröd-harten Haut. Auf Sicht nimmt PUR daher Wasser auf, sobald diese dichtende dünne Haut zerstört wird z. B. durch Risse, UV-Strahlen etc. Durch diese Wasseraufnahme senkt sich der Taupunkt z. B. bis unter den Schaum und infolge kann der Schaum auffrieren. Anschließend führt in der Sommerzeit durch Hitzeeinwirkung die Dampfentwicklung oft zur Blasenbildung.
5. Aufgrund des unterschiedlichen Dehnungskoeffizienten des Blechs im Verhältnis zu dem des PUR-Schaumes kann es zu Loslösungen bei Verblechungen (An- und Abschlüssen) kommen. Aufgrund der unterschiedlichen Dichte des Schaumes der zweiten Lage (verglichen mit der ersten Lage) kommt es aufgrund unterschiedlicher Dehnungskoeffizienten zu einer Schichtentrennung. Dies kann z. B. auch erfolgen, wenn die Oberfläche der ersten Lage zu lange gelegen ist, bevor die zweite Lage aufgetragen wurde. Aufgrund der Schichtentrennung zwischen den Lagen wurde hier Wasser vorgefunden.

6. Vögel haben in den Schaum gepickt und somit sind Löcher entstanden und Niederschlagswasser drang in den Schaum ein.
7. Durch die ständige Feuchtigkeit im PUR-Schaum rosteten die Verblechungen teilweise sehr stark.
8. Das Gefälle stimmt nicht und/oder die Decke hängt durch.

Schadensbehebung (2 Alternativen – je nach Zustand des Schaumes):
1. Der PUR-Schaum bleibt – bis auf den losgelösten Teilen – auf dem Dach. Es wird eine gummielastische Beschichtung aufgetragen, in welcher vollflächig bei Bedarf eine Vliesarmierung eingearbeitet wird, bevor die Beschichtung nochmals aufgetragen wird.
2. Der PUR-Schaum wird komplett abgetragen und entsorgt. Anschließend werden Abdichtungsbahnen 2-lagig, z. B. Plastomerbitumenbahnen, einmal 4 mm und einmal 5 mm stark, im Flämmverfahren verlegt. Falls erwünscht, könnte gleichzeitig eine Wärmedämmung unter die neue Dachhaut eingebaut werden. Neue Saumbleche werden montiert.

9.1.10. Terrasse mit Polyesterbeschichtung

Ein häufig vorgefundener Zustand einer Terrassenfläche bei einer Besichtigung.
Alter der Terrasse: 8 bis 15 Jahre.

Schadensbild:
1. Die Fläche ist bei Nässe aufgrund akuter Rutschgefahr nicht ohne Risiko zu betreten.
2. Die Polyesterbeschichtung wurde über die vorhandenen Platten aufgetragen.
3. Großflächige Loslösungen vom Untergrund. Die spröd-harte Beschichtung haftet nicht am Untergrund. Alleine durch das Begehen kann es somit zu Rissbildung kommen.
4. Risse sind bereits bei den Einbindungen entstanden.
5. Stellenweise sehr starke Nässeeintritte in Fugen und Anschlussbereiche.
6. Die Einbindungen zu den Platten der Solaranlage sind stellenweise offen.
7. Die Betonsockeln für die Solaranlage sind an den Rändern zerbröselt.

Schadensursache:
1. Durch das Einstreuen von z. B. etwas Quarzsand würde die Oberfläche eine leicht raue Struktur erhalten und wäre rutschfest.
2. Die Beschichtung sollte offenbar im Schnellverfahren, ohne die Ursachen zu beseitigen, eine Dichtheit herbeiführen. Durch das Beschichten auf den Waschbetonplatten wurden zusätzliche Probleme erzeugt, ohne die bereits vorhandenen zu lösen. Feuchtigkeit wurde eingeschlossen. Ständige Kondensbildung unter der Beschichtung war das Ergebnis.
3. Aufgrund fehlender Vorarbeiten und eines Zuwiderhandelns der Verlegerichtlinien beim Verlegen des eingesetzten Materials ist es zu Loslösungen vom Untergrund gekommen. Die Haftung fehlt.
4. Bei einigen Einbindungen ist es bereits zu Rissbildungen aufgrund fehlender Ausbildungen von Dehnungsfugen gekommen.
5. Die Waschbetonplatten hätten zuerst überhaupt erst entfernt werden müssen. Wenn aber schon ein Pfusch gemacht werden sollte, hätte man wenigstens zuerst die Fugen zwischen den Platten schließen müssen. Durch die offenen Risse über den Fugen hat Niederschlagswasser bzw. Schmelzwasser vom Schnee fast ungehindert eintreten können.
6. Die Einbindungen zu den Betonstützen/Platten für die Solaranlage sind mangelhaft ausgeführt (zu niedrig und ohne Vliesarmierung).
7. Die Betonstützen/Platten für die Solaranlage sind teils stark aufgefroren und wasserdurchlässig an den Seiten zur Verblechung. Hier hätte die Beschichtung entweder über den Platten aufgetragen bzw. die Anlage komplett abgetragen gehört, um unter den Anlagenstützen die Abdichtung auftragen zu können.

Schadensbehebung:
Eine dauerhafte Lösung kann erst dann erfolgen, wenn zuerst alles abgetragen wird. Die vorhandene Polyesterbeschichtung muss abgetragen und entsorgt werden. Dann werden die darunter befindlichen Waschbetonplatten abgetragen, um die ursprüngliche Feuchtigkeitsisolierung freizulegen. Auf die freigelegte Fläche könnte, nachdem die erforderlichen Vorarbeiten durchgeführt wurden, eine neue strapazierfähige und vliesarmierte Beschichtung bzw. eine 2-lagige Feuchtigkeitsisolierung verlegt werden.

9.1.11. Trapezprofile

Ein häufig vorgefundener Zustand der Dachfläche bei einer Besichtigung.
Alter des Daches: 15 bis 20 Jahre.

Schadensbild:

1. Undichtheiten an verschiedenen Stellen in der Halle.
2. Undichtheiten sind nicht immer an der gleichen Stelle.

Schadensursache:

1. Arbeits- und Planungsfehler. Die Profile wurden zu flach, mit zu wenig Neigung verlegt. Dadurch war die Eindeckung nach einigen Jahren, als die Dichtschnüre bei den Überlappungen/Übergriffen (längs und quer zum Gefälle) ausgetrocknet und durch Längendehnungen etwas zerbröselt waren, nicht länger wasserdicht, sondern nur noch wasserabweisend.
2. Je nachdem aus welcher Richtung Wind und Regen kommen, wird das Niederschlagswasser an verschiedenen Stellen hinauf unter den sich überlappenden Profilen hineingedrückt.
   Durch Windsog können sich die Stahlprofile ganz wenig heben und das Wasser tritt noch leichter ein. Wenn darunter eine Trapezblechkonstruktion quer zur oberen liegt, verteilt sich das Wasser und rinnt den Untergurt des Profils entlang bis zur nächsten Überlappung, um hier auszutreten und hinunterzutropfen.

Schadensbehebung: 2 Alternativen

1. Trapezprofildachabdichtung (Trapezprofil):
Bestehendes Dach reinigen. Zugeschnittene Wärmedämmplatten in den Profilen verlegen, um eine ebene Fläche zu erzielen. Erste Lage Dachhaut verlegen – und mechanisch befestigen – mit 4 mm starken vliesarmierten Elastomerbahnen. Als zweite Lage Dachhaut werden 5 mm starke, vliesarmierte und beschieferte Elastomerbahnen im Flämmverfahren verlegt. Dies entspricht der Qualität einer Neueindeckung mit z. B. 10 Jahren Garantie.

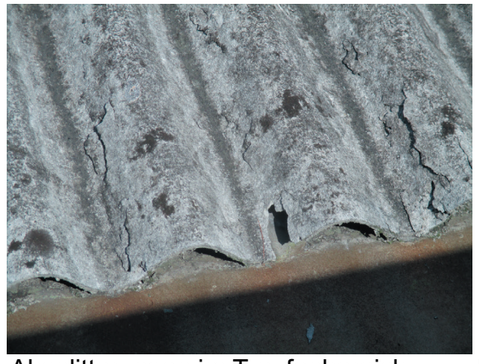
2. Trapezprofildachabdichtung mit zusätzlicher Wärmedämmung:
Bestehendes Dach reinigen. Zugeschnittene Wärmedämmplatten in den Profilen verlegen, um eine ebene Fläche zu erzielen. 5 cm starke Wärmedämmplatten verlegen. Holzbohlen verlegen entlang der Ränder. Saumbleche aus verzinktem Blech liefern und montieren. Erste Lage Dachhaut: 4 mm starke vliesarmierte Elastomerbahnen im Selbstklebeverfahren verlegen und zusätzlich verdeckt mechanisch befestigen. Als zweite Lage Dachhaut werden 5 mm starke, vliesarmierte und beschieferte Elastomerbahnen im Flämmverfahren verlegt. Dies ist ebenfalls eine Qualität wie eine Neueindeckung mit z. B. 10 Jahren Garantie (selbstverständlich auf Arbeit und Material).

9.1.12. Wellplatten aus Faserzement

Ein häufig vorgefundener Zustand der Dachfläche bei einer Besichtigung.
Alter des Daches: 25 bis 40 Jahre (Platten mit oder ohne Asbestfasern?).

Schadensbild:

1. Verteilt in der Fläche sind Risse, Sprünge und Löcher vorhanden.
2. Stellenweise Moosbildung, verteilt über die gesamte Fläche.
3. Absplitterungen, Abschälungen im Traufenbereich.
4. Oberfläche ist sehr rau mit aufstehenden Fasern.



Absplitterungen im Traufenbereich



Moosbildung und Loch nach Hageleinschlag



Moos, Flechten und Riss am First



Schutzschicht bereits stark abgewittert

Schadensursache:

Die meisten der vorhandenen Schäden sind altersbedingt.

1. Durch einen Niederschlag mit Hagel entstehen oft sehr viele Löcher in den Wellplatten. Durch Setzungen des Gebäudes und Windsogeinwirkung werden die zunehmend spröd-steifer werdenden Faserzementplatten immer mehr und immer schneller rissanfälliger.
2. Altersbedingt ist Moosbildung zu beobachten, entstanden durch die länger anhaltende Feuchtigkeit auf der immer rauer werdenden Oberfläche der Wellplatten.
3. Durch die ständige Feuchte bei den Überlappungen bzw. im

Traufenbereich dringt die Feuchtigkeit in den Wellplatten ein und im Winter frieren die Platten auf. Altersbedingt nehmen die Platten zunehmend mehr Feuchtigkeit auf.
4. Der alte Faserzement in den Platten nimmt Wasser auf und im Laufe der Zeit friert die ursprünglich glatte Oberfläche auf und wird zunehmend rau, weil sich die Fasern aufstellen.

Schadensbehebung (mehrere Alternativen):
1. Die Platten können örtlich bzw. mit Teilflächensanierung repariert bzw. ausgetauscht werden und die gesamte Fläche danach mit einer Beschichtung versehen werden. Nach eine gründlichen Reinigung der Oberfläche wird ein Voranstrich aufgetragen, um auf ausgetrockneten und daher stark versprödeten Faserzementplatten eine Haftbrücke für die nachfolgende Beschichtung zu schaffen. Bei den Rissen/Löchern wird eine fast pastöse Beschichtung aufgetragen, in welche, evtl. stellenweise wo erforderlich, eine Vliesarmierung eingearbeitet wird, bevor nochmals eine Beschichtung aufgetragen wird. Somit werden die Risse/Löcher dauerhaft geschlossen und repariert.

2. Auf die Wellplatten könnte eine Lattung und Konterlattung befestigt werden, um danach die absolut sturmsicheren Stahlprofile in Ziegeldesign zu montieren.
   a. Gewicht der Profile = leicht wie ein Falzblechdach mit kaum 8 kg/m² (Wellplatten aus Faserzement wiegen ca. 21 kg/m²!)
   b. Die Systemlösung ist schnell zu verlegen wie Wellplatten und
   c. zuletzt optisch schön und ansprechend wie ein viel teureres Ziegeldach.

3. Als eine zunehmend gefragte Lösung könnten auch zu den Wellplatten passende Stahl- bzw. Aluminiumplatten darüberverlegt werden, wodurch eine kostenintensive Abtragung mit Entsorgung wegfallen würde. Dazu würden ebenfalls die Probleme im Zuge der Abtragung, nämlich ein komplett offenes Dach, wegfallen. Man kann während der Sanierung unterhalb normal weiterarbeiten, ohne Angst vor Regen zu haben.

9.1.13. Falzblechdach

Ein häufig vorgefundener Zustand der Dachfläche bei einer Besichtigung:
Alter des Daches 10 – 20 Jahre (abhängig von der Arbeit des Spenglers).

Schadensbild:
1. Stellenweise größere breite flächige Roststellen.
2. Vereinzelt kleinere ‚Rostpunkte' es ‚knistert' beim Betreten der Stellen.
3. Im Traufenbereich biegt sich das Falzblech auf, stehendes Wasser vorhanden.
4. In Teilbereichen sind leichte Vertiefungen. Das Blech gibt beim Betreten nach.
5. Die Falze sind stellenweise ‚offen'.
6. Ganz kleine Erhöhungen/Punkte (Aufwölbungen) mitten im Blech.
7. Großflächige Aufwölbungen.
8. Risse im Falz.
9. Mehrere Lötnähte sind gerissen.
10. Das Dach (Falzblech) ist in größeren Flächen komplett zersetzt.

Schadensursache:
1. Das Blech wurde nicht ausreichend vor Rost geschützt und weist daher Oberflächenrost auf.
2. Das Blech rostet von unten nach oben und es sind bereits Löcher entstanden. Verursacht durch fehlende Hinterlüftung, ungeeignete Untergrund.
3. In Laufe der Zeit können z.B. die Holzbohlen am Rand durch Feuchteeinwirkung sich werfen wodurch das Blech nach oben gebogen wird.
4. Im Teilbereichen wegen einem zu geringem Gefälle, ist Wasser durch die Falze hineingekommen und die Holzschalung darunter ist mit der Zeit morsch geworden.
5. Wegen die ständige thermische Einwirkung (Kälte/Wärme) und Windsog ist das Blech ‚ständig' in Bewegung. Längendehnungen bei Hitze, Aufwölbungen bei Windsog usw. Mit der Zeit öffnen sich die Falze ein bisschen und sind nicht länger Wasserdicht.
6. Diese kleine Aufwölbungen (ca. 0,5 bis 1,0cm) sind die Nägel aus der Holzschalung welche durch Feuchte/Trocknungszyklen im Holz langsam herausgetrieben werden.
7. Die (besonders bei Windeinwirkung) sichtbaren großflächige Aufwölbungen sind die Vorstufen zu der Abtragung des Daches durch den nächsten Sturm. Es wurden dann z.B. zu wenig Hafter verwendet bei den Falzen und das Dach war nie sturmsicher. Eine längliche Aufwölbung im Sommer kann bedeuten, dass das Falzblechdach im Winter errichtet wurde und im Sommer dehnt sich das Material und wölbt sich zwischen den Falzen auf.
8. Risse im Falz entstehen gelegentlich bei den Schneefänger oder Blitzschutzbefestigungen weil diese zu fest geschraubt wurden. Wenn die durchgehende Rohre bei den Schneefang sich ein bisschen dehnt und die Halterung nicht richtig montiert wurde, kann mit der Zeit ein Riss im Falz entstehen wegen Materialermüdung.
9. Risse in Lötnähte kommen sehr häufig vor. Dies ist eine starre Verbindung. Falls nicht richtig montiert, entstehen Bewegungen im Blech, thermische Spannungen, und diese führen dann wegen Überdehnung zum Riss.
10. Die komplette Zersetzung kommt grundsätzlich nur vor bei Zinkblech. Keine Verträglichkeit mit dem Untergrund (z.B. direkt auf Beton, Dachpappe) verursachen große Schäden.

Schadensbehebung:
Die Ursachen sind grundsätzlich Arbeitsfehler.

a. <u>Rostschutz:</u>
Oberfläche ganz leicht anschleifen (das Blech ist oft nur 0,55 mm stark).
Grundierung/Rostschutz auftragen und Deckanstrich.
Diese Lösung kann auch mit dickflüssiger Beschichtung erfolgen und mit einer einzuarbeitender Armierung über den Falzen mit einem Synthesefaservlies.

b. <u>Neueindeckung</u>
Vorhandenes Falzblechdach abtragen und neues Falzblechdach herstellen.

c. <u>Sanierung ohne Wärmedämmung</u>
Das Falzblechdach wird örtlich saniert und evtl. zusätzlich befestigt.
Anschließend wird eine 4,0mm vliesarmierte Elastomerbahn zwischen den Falzen aufgeflämmt und zuletzt eine Streifen über die Falze geflämmt.

d. <u>Sanierung mit Wärmedämmung</u>
Das Falzblechdach wird örtlich saniert und evtl. zusätzlich befestigt.
Auf das Dach über die Falze werden Wärmedämmplatten verlegt. Danach eine 1-lagige Folie oder eine 2-lagige Dachhaut mit vliesarmierte Elastomerbahnen.

Rostschutz:



Vorher



Rostschutz-Grundierung



Deckanstrich





Sanierung mit Wärmedämmung:





Nach Vorarbeiten wird die Dämmung verlegt.

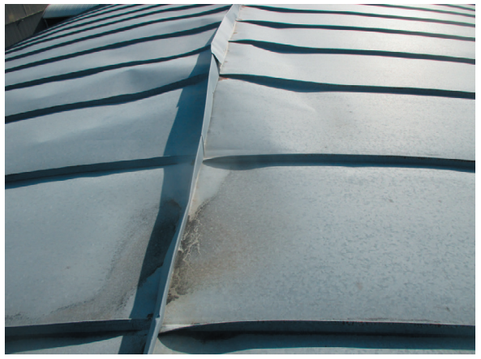


Erste Lage Dachhaut über die Dämmplatten.



Die Sichtlage, Fertig !

Spannung im Blech, Aufwölbung:



Nagel kommt von unten heraus:

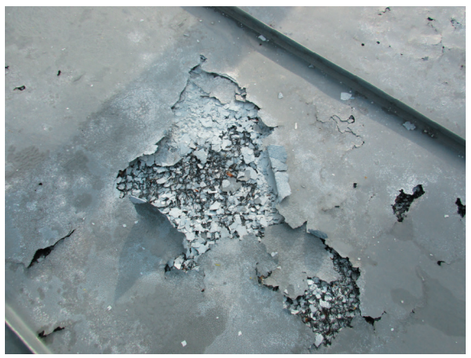




Gerissene Lötnaht

Zersetztes Falzblechdach mit Zinkblech:





9.2. Sanierungsarten

Die Probleme mit den Leistungen sind sehr unterschiedlich bei:

- Wartungsarbeiten
- Reparaturen
- Sanierung

wird später erörtert, vorerst werden nur Arbeiten auf der gesamten Dachfläche behandelt.

1. <u>Pflegesanierung (Erhaltungssanierung)</u>
   Aufgrund einer abgewitterten Sichtlage (oberste Lage) wird diese erneuert. Diese günstige Sanierungsart ist nur bei bituminösen Systemen möglich. Der restliche Aufbau entspricht dem Stand der Technik.

2. <u>Konstruktionssanierung</u>
   Die Flachdachkonstruktion ist ganz oder teilweise beschädigt. Wenn die Dampfsperre die Schadensursache ist, ist ein Totalabriss erforderlich (kommt aber als Schadensursache relativ selten vor). Ansonsten z. B. nur die Abdichtungslage erneuern z. B. bei Folien (Kunststoffbahnen, hochpolymeren Folien) werden diese durch kunststoffmodifizierte Bitumenbahnen (Elastomer- und/oder Plastomerbahnen) ersetzt.

3. <u>Modernisierungssanierung</u>
   Der Dachaufbau wird aufgradiert zum heutigen Stand der Technik und somit angepasst an die bauphysikalischen Notwendigkeiten gemäß den inzwischen gewonnenen Erkenntnissen. Oder Sanierung mit Modernisierung infolge einer Nutzungsänderung bzw. aufgrund des Wunsches nach einer zusätzlichen Wärmedämmung, um eine Energieeinsparung zu erzielen.

4. <u>Gestaltungssanierung</u>
   Widmungsänderung (= Beanspruchungsänderung) der Dachfläche von z. B. ungenutzt in genutzt. Von angebautem Garagendach zur Terrasse bzw. „normalem“ Flachdach zum Gründach etc. Dieser Änderungswunsch tritt meistens im Zuge einer erforderlichen Sanierung auf.
   Hier ist es dann oft erforderlich, zuerst einen Statiker zu fragen, ob die Tragfähigkeit des Daches für die gewünschte Änderung ausreicht.

9.3. Muster-Leistungsbeschreibung: z. B. Pappdachsanierung

Als Beispiel für eine Dachsanierung auf einem Dach mit Dachpappe und Kies. (1- bzw. 2-lagig) ohne Austausch von Wärmedämmplatten und ohne Spenglerarbeiten:

Pos. 1. AUFBEREITUNG, MATERIALTRANSPORTE, SICHERUNGEN
Aufbereitung der Baustelle, Materialtransporte, evtl. Aufzugmontage, Sicherungen gegen Absturz und Durchsturz (z. B. bei Lichtkuppeln).

Pos. 2. FLÄCHENREINIGUNG/ KIES ABSCHEREN
Vorhandenen Kies so weit abräumen/abscheren (händisch oder maschinell) wie erforderlich, Kies seitlich zwischenlagern ohne Lastenanhäufung, herablassen und abtransportieren auf U-Deponie (entsorgen).

Pos. 3. AUFBEREITUNG UND KEHREN
Falten und Wellen in der Dachhaut abscheren (Fläche glatt scheren). Fläche gründlich reinigen und kehren. Anschlüsse freilegen (alte Einbindungen abscheren).

Pos. 4. VORANSTRICH
Als Staubbinder und Haftbrücke bituminösen, lösungsmittelhaltigen Voranstrich satt und vollflächig auftragen (Verbrauch von 0,2 bis zu 0,8 Liter/m² je nach Flächenbeschaffung – und ob stark saugender, ausgetrockneter Untergrund oder nicht).

Pos. 5. BLASENSANIERUNG
Vorhandene Blasen aufschneiden z. B. mit Kreuzschnitt, Feuchtigkeit austrocknen, aufgeschnittene Dachpappe wieder verflämmen bzw. verkleben. Evtl. Schnittstellen zusätzlich abdichten.

Pos. 6. DEHNUNGSRISSE ABDICHTEN (SCHLEPPSTREIFEN VERLEGEN)
Über die vorhandenen Dehnungsrisse wird ein Schleppstreifen in der erforderlichen Breite (mind. 0,15 m) über dem Riss lose verlegt und nur einseitig punktweise angeklebt. Dies, damit keine kraftschlüssige und voll verklebte Verbindung zur Dachhaut im Bewegungsbereich besteht. Somit können die Dehnungen überbrückt werden.

Pos. 7. VORHANDENE GRÖSSERE VERTIEFUNGEN (SUTTEN) AUSNIVELLIEREN
Ausgleichs(Nivellier-)Masse in den Sutten verlegen. Masse ausrichten mit Messlatte und verdichten, um sich an das Gesamtgefälle des Daches anzugleichen (es wird kein Gefälle hergestellt, nur ausgerichtet auf das umliegende Dachniveau).

Pos. 8. LOCHVLIESBAHN VERLEGEN ALS DAMPFDRUCKAUSGLEICH
(Um künftige Blasenbildung zu vermeiden:) Lochvliesbahn ausrollen und lose verlegen. Bei starkem Wind punktweise befestigen.

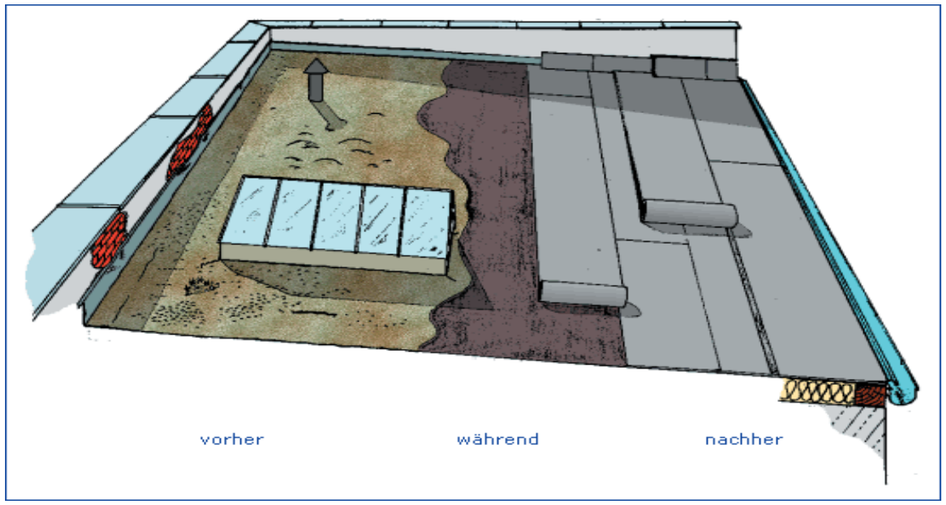
Pos. 9. STEHENDES WASSER, SUTTEN BEI ANSCHLÜSSEN BESEITIGEN
Bei Lichtkuppeln, Entlüftern, Kaminen, wo dahinter Wasser steht, wird mit Nivelliermasse bzw. durch Aufdoppelung ein Gefällekeil aufgebaut, um größere Ansammlungen von Wasser zu vermeiden.

Pos. 10. MAUERANSCHLUSS (Dachan- und abschluss z. B. Attika)
1 Lage Polymer-Bitumenbahn 4 mm stark mit Gewebeeinlage in Kurzstücken aufflämmen. Anschließend wird eine beschieferte Polymer-Bitumenbahn 4 mm stark mit Synthesefaservlies-Einlage aufgeflämmt, ebenfalls in Kurzstücke mit Überlappungen. Die 2 Lagen werden fingerförmig in die Bahnen auf der Dachhaut eingebunden. Bei Bedarf bzw. über 0,2 m Höhe werden die Bahnen auf der Oberkante zusätzlich mechanisch befestigt.

Pos. 11. GULLYABDICHTUNG
An dem bis auf den Klebeflansch freigelegten und mit Voranstrich versehenen Gully einbinden in der Fläche. Evtl. neu eingesetzte Sanierungsgullys einbinden in der Fläche mit der Polymerbitumenbahn von der Fläche.

Pos. 12. FLÄCHENEINDECKUNG
1 Lage Polymer-Bitumenbahn 4 mm stark mit Synthese-Faservlies-Einlage mit Naht- und Stoßüberlappung im Flämmverfahren verlegen. 1 Lage Polymer-Bitumenbahn 5 mm stark, beschiefert, mit Synthesefaservlies-Einlage verlegen, lagenversetzt zur ersten Lage, ebenfalls mit Naht- und Stoßüberlappungen und im Flämmverfahren.

Pos. 13. AUFRÄUMEN
Baustelle aufräumen und abschließen. Angefallenen Bauschutt und Materialverschnitt usw. abtransportieren und entsorgen. Temporäre Sicherungen abmontieren. Aufzug abbauen und abtransportieren.



9.4. Nachträglicher Einbau von zusätzlicher Wärmedämmung? JA/NEIN
Im Zuge einer Dachsanierung tritt oft die Frage auf, ob man gleichzeitig eine Wärmedämmung einbauen soll, da die Mehrkosten in diesem Fall scheinbar sehr gering sind. Dafür kann man eine erhebliche Energieeinsparung erzielen, wodurch sich die zusätzlichen Kosten innerhalb kurzer Zeit amortisieren könnten.

Dabei sind viele Fragen zu klären:

- Ist es überhaupt baulich und technisch möglich, ohne größere Umbauten (mit entsprechenden Mehrkosten) eine zusätzliche Wärmedämmung zu verlegen?

- Ist ausreichend Platz vorhanden, z. B. die erforderliche Höhe bei den Lichtkuppeln, oder muss der Aufsatzkranz erhöht werden, um die vorgeschriebene Anschlusshöhe von 15 cm einhalten zu können?

- Sind Verblechungen (Wandwinkel, Kaminanschlüsse, Entlüfter) in ausreichender Höhe vorhanden oder müssen hier Umbauten durchgeführt werden?

- Vorhandene Abläufe/Gullys müssen mit Verlängerungs-/Aufstockelementen versehen werden, um diese in der neuen Dachhaut einbinden zu können.

- Im Traufen- bzw. Ortgangbereich müssen neue Holzbohlen verlegt werden sowie neue Traufenbleche und neue Dachrinnen.

- Die neue Gesamtdicke der Wärmedämmung sollte ausgerechnet werden. Man will z. B. den zu tief liegenden Taupunkt in die Wärmedämmung verlagern aufgrund von Problemen durch eine Produktion mit sehr hoher Dampfentwicklung kombiniert mit hoher Temperatur (Kondensflecken auf dem Plafond). Taupunkt-Berechnung durchführen.

- Wird eine zusätzliche Wärmedämmung erwünscht, weil die bestehende generell unzureichend ist oder weil Feuchtigkeit in der bestehenden Wärmedämmung vorhanden ist (im letzten Fall bedeutet es nicht, dass die Wärmedämmplatten zur Gänze ihre Funktion nicht erfüllen können, sondern nur, dass der
  U-Wert nicht so gut ist, wie er ursprünglich war)?

- Kann man die Heizkosten für den letzten Stock des Objektes ermitteln? Hat man große nicht isolierte Fenster im letzten Stock bzw. in der Halle? Wärmedämmung in den Wänden?

  <u>Kurzum:</u>

  Wie hoch sind die zusätzlichen Kosten im Verhältnis zum gewünschten Spareffekt?

- Falls nur ein Teilbereich des Daches feuchte Wärmedämmung aufweist, lässt sich dieser Teilbereich ermitteln und man könnte in dieser Teilfläche die alte Wärme-dämmung abtragen und eine neue verlegen, wodurch eine zielgenaue Problemlösung erreicht werden könnte.

9.4.1. Lohnt sich eine zusätzliche Wärmedämmung bei einer Dachsanierung?

Zwei Tatsachen werden einem bei der Fragestellung sofort bewusst:

- Energieeinsparung ist unsere größte Energiequelle.

- Wärmedämmung ist aktiver Umweltschutz.

Im Zuge einer Dachsanierung sollte die Frage daher eigentlich lauten:

- Können wir uns ein unzureichendes/ ungenügend gedämmtes Dach überhaupt noch
  leisten?.

Jeder Autofahrer fordert heute genaue Angaben über den Treibstoffverbrauch seines Fahrzeuges. Bei jedem Fuhrpark werden die Treibstoffkosten bei einer

Kaufentscheidung als wesentlich angesehen. Bei einem Gebäude mit wesentlich größerem Energieverbrauch fehlen oft die echten Kennzahlen mit den tatsächlichen Kosten!

Man versucht oft, die Heizungsanlage mit schlechtem Wirkungsgrad zu optimieren und zu verbessern. Obwohl dies nur ein Symptom ist. Billiger wäre es auf Sicht oft, stattdessen die Ursache für die immer höheren Heizkosten, die Wärmedämmung, zu verbessern.

10 kWh entsprechen ca. 1 Liter Heizöl oder 1 m³ Gas.

Bei einem Neubau sind die Mehrkosten einer verbesserten Wärmedämmung als kleine Mehrinvestition anzusehen, welche sich schnell amortisiert.
Wie ist es aber mit den Kosten bei einer nachträglichen Dämmung? Bei einer bereits fälligen Sanierung des Daches lassen sich die Mehrkosten leicht herausrechnen.

Die Kosten-Nutzen-Analyse zeigt z. B. Energieeinsparung... 2,78 €/(m² und Jahr)
Kapitalinvestition (Mehrkosten)..... 20,58 €/m²
Kosten-Nutzwert.....7,4

Bei einer Kapitalverzinsung von 7 % und einer Energiepreissteigerung von 5 % ergibt sich eine Amortisationszeit der Dämm-Maßnahme von etwa 9 Jahren. Bei niedrigem Zinsniveau geht es umso schneller. Das Dach bietet, insbesondere bei Flachdächern, ein großes Energiepotential.

Dass die Herstellung von Dämmstoffen mehr Energie verbraucht, als sie später in Anwendung einspart, ist Unfug. Generell kann man davon ausgehen, dass der herstellungsbedingte Energieaufwand der meisten zugelassenen Dämmstoffe sich innerhalb der ersten Jahre amortisiert.

Ein undichtes Dach ist die Ursache für die Entscheidung einer Sanierung. Wasser ist in den Dachaufbau (Dachpaket) eingedrungen und die Wärmedämmung ist mehr oder weniger nass/feucht geworden.

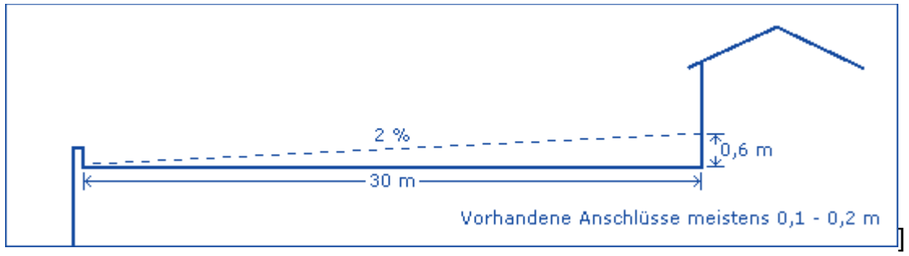
Wo geht aber der Toleranzwert der Durchfeuchtung? Wie beurteilt man die Wasseraufnahme des Dämmstoffes? Bei den unterschiedlichen Werkstoffen (Polystyrol/ Mineralwolle) ist dies stark verschieden.

Während sich beim Hartschaum pro Volumen-Prozent Feuchtigkeitsaufnahme die Wärmeleitfähigkeit im Mittel um 3,5 % erhöht (somit schlechter wird), sind dies bei der Mineralfaser im Mittel um 21 %.
Durch Tauwasserbildung bei Wasserdampfdiffusion ergeben sich bei schadhaften Flachdächern durchaus Wasseraufnahmen zwischen 2 und 20 Volumen-Prozent.
Bei einer Hartschaum-Dämmung sollte bei einem Verbleib des alten Dachaufbaues die Aufnahme nicht größer als 15 Volumen-Prozent als absoluter Maximalwert sein.

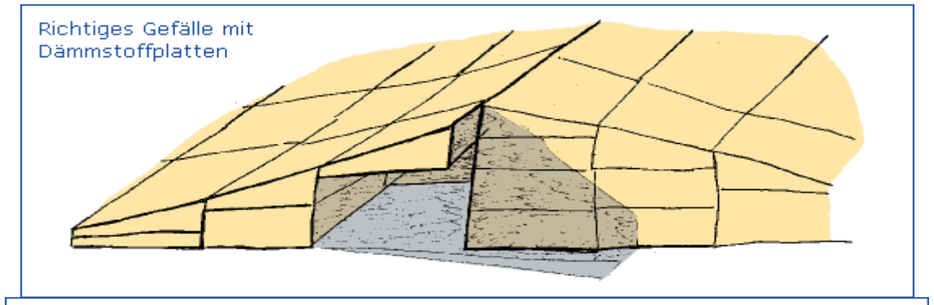
Die Austrockung nasser Wärmedämmung ist in der Praxis sehr problematisch und wenig erfolgreich, aber der noch erhaltene Dämmwert ist meistens größer als allgemein angenommen wird.

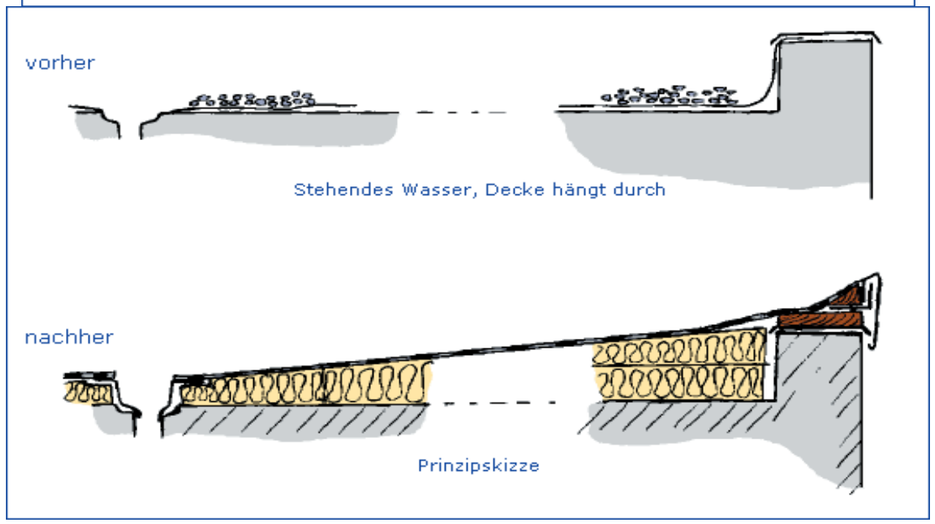
Eine Dampfdruckausgleichsschicht ist zu empfehlen. Eine Dampfsperre soll erst dann verlegt werden, wenn bauphysikalische Bedenken bestehen, sonst hätten wir 2 Dampfsperren im Aufbau.

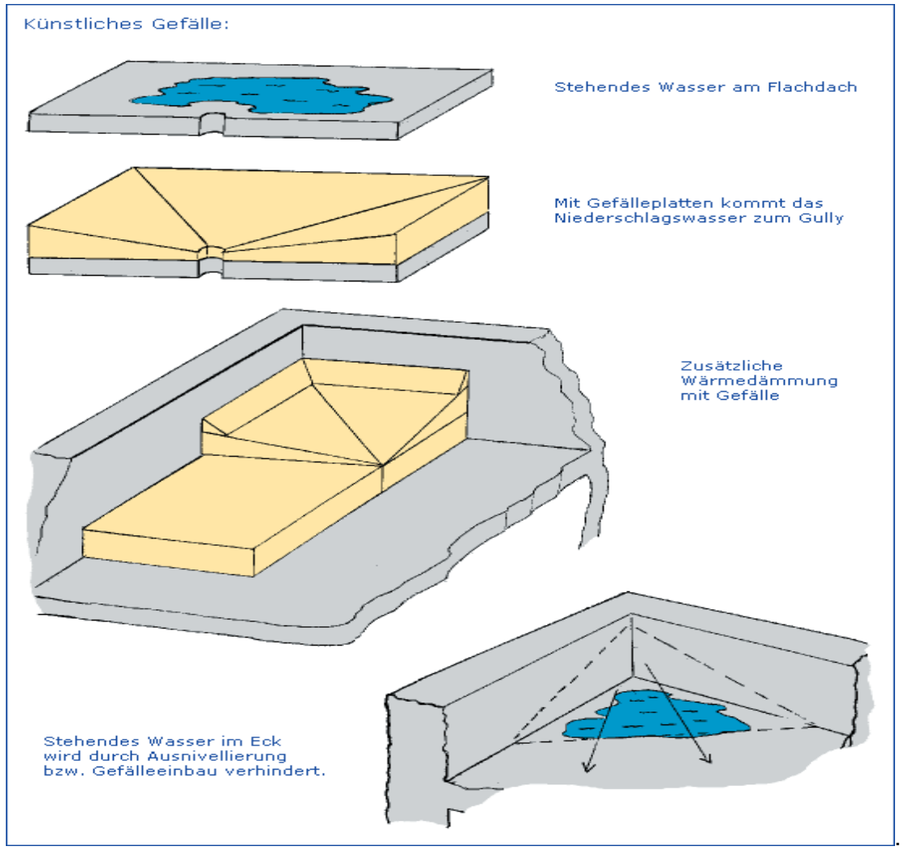
Falls sogleich ein Gefälledach hergestellt werden soll, besteht eine zwingende Forderung (lt. ÖNORM) nach mindestens 2 % Gefälle in der Fläche. Inwieweit dann Umbauten erforderlich werden, muss errechnet werden (Umbauten aufgrund zu niedrig vorhandener An- und Abschlüsse).

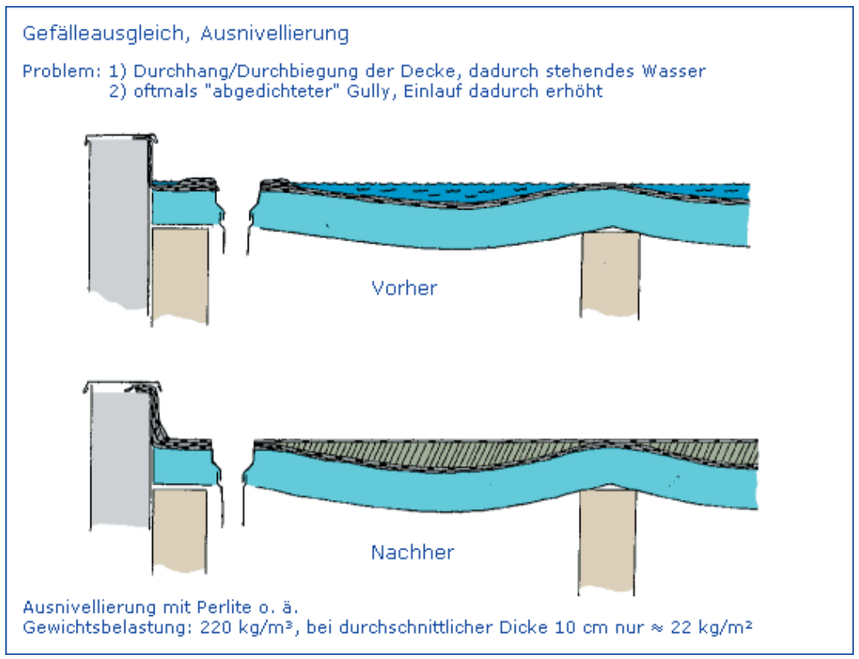


9.4.2. Sanierung mit Gefälle – Sonderform von zusätzlicher Wärmedämmung









10. Was versteht man unter Norm, anerkannte Regeln der Technik sowie Stand der Technik?

10.1. Norm

Zeitlich am weitesten weg von der Gegenwart sind die Normen.
Diese sollten daher regelmäßig aktualisiert werden, was leider nicht immer der Fall ist. Die Ausformung der Normen ist sicher zu industrielastig. Diese bringt Vorteile für die Hersteller, aber eher selten für die Allgemeinheit und das Gewerbe, welche die Normen befolgen sollten (bzw. in der Praxis müssen).

Normen sind nicht zwingend und dieser Umstand wird oft vergessen, wenn Gleichwertiges oder Besseres auf anderem Wege zu erreichen ist. Normen sind Empfehlungen, sofern nichts anderes schriftlich vereinbart wurde. Ältere Normen beschreiben oft weder die anerkannten Regeln der Technik noch den Stand der Technik.

Eine Norm ist eine für jedermann zugängliche technische Beschreibung, die unter Mitarbeit und im Einvernehmen der interessierten Kreise (z. B. Hersteller) erarbeitet wurde. In der Norm werden z. B. Materialeigenschaften (von Neumaterial zu der Zeit, als die Ausarbeitung der Norm erfolgte) festgelegt.

Für den Verbraucher und Anwender bedeutet dies, dass nicht so ohne Weiteres und unter allen Umständen abgeleitet werden kann, dass z. B. eine die Norm erfüllende Abdichtungsbahn/Folie sich in der Praxis bewährt oder bewährt hat (typische Beispiele hierfür: einige EPDM-, ECB- und PVC-Folien).

10.2. Anerkannte Regeln der Technik (aRdT)

Der Begriff stammt aus einem Prozess aus dem Jahr 1910:
„Technische Regeln für den Entwurf und die Ausführung baulicher Anlagen, die in der Wissenschaft als theoretisch richtig erkannt sind und feststehen sowie in dem Kreis der für die Anwendung der betreffende Regeln maßgeblichen, nach dem neuesten Erkenntnisstand vorgebildeten Techniker durchweg bekannt und aufgrund fortdauernder praktischer Erfahrung als richtig und notwendig anerkannt sind.“

Zur Abstützung und Auslegung, ob nach aRdT verfahren wurde, werden Normen und Richtlinien herangezogen sowie andere anwendungstechnische Regelwerke.
Die anerkannten Regeln der Technik zeigen auch, dass die Normen oft überholt sein können. Durch den Fortschritt der Technik entspricht der Stand der Technik oft nicht länger den anerkannten Regeln der Technik, sondern hat diese ebenfalls überholt.

In Kurzform also: **theoretisch richtig, allgemein bekannt und langjährig praktisch erprobt.**

10.3. Stand der Technik

Die Verlegeanleitungen/Anwendungsregeln, herausgegeben von den Herstellern, entsprechen dem Stand der Technik.
Der Stand der Technik liegt somit zeitlich vor dem „kodifizierten Wissensstand“.

11. Langzeitbewährte, aber nicht genormte Sanierungslösungen, ohne das bestehende Dach abzutragen – Beispiele

11.1. Falzblechdachsanierung mit 4 mm starken Elastomerbahnen

Falzblechdachsanierung mit 4 mm starken Elastomerbahnen:
Dachfläche übergehen. Aufstehendes Traufenblech wieder in den Saumstreifen und/oder darunterliegenden Holzbohlen befestigen, damit hier kein Niederschlagswasser mehr hineinkommen bzw. stehenbleiben kann. Das Blech wird zusätzlich, soweit erforderlich (Sturmsicherheit!), am Rand und bei den Dachdurchbrüchen mechanisch auf der Unterkonstruktion befestigt. Rostflecken, abblätternde Farbe leicht anschleifen bzw. abbrennen. Dachfläche gründlich reinigen. Als Staubbinder und Haftbrücke Voranstrich auftragen. 1 Lage der 4 mm starken Elastomerbahn – geprüft nach ÖNORM B 3646 – im Flämmverfahren zwischen den Falzen verlegen. Über den Falzen wird separat mit einem Elastomerbahnstreifen abgedichtet, welcher ebenfalls im Flämmverfahren verlegt wird.

Falzblechdachsanierung mit Elastomerbahnen:

Leistungsbeschreibung:

- Aufbereitung der Baustelle, Materialtransporte, Aufzugsmontage usw.

- Vorhandenen Rost und/oder abblätternde Farbe leicht abschleifen bzw. abbrennen. Dachfläche gründlich reinigen und kehren.

- Evtl. durchrostetes Blech ersetzen/ergänzen mit verzinktem Blech, wo dies erforderlich erscheint. Als Sturmsicherung wird anschließend das vorhandene Blech im Rand- und Eckbereich mit Haltetellern mechanisch befestigt.

- Ein Trennstreifen wird zwischen einem evtl. aus Kupfer vorhandenen An- oder Aufbau
und das in der Dachfläche befindliche verzinkte Blech montiert.

- Vollflächig bituminösen Voranstrich als Staubbinder und Haftbrücke auftragen.

- Gerissene Lötnähte (Dehnungsrisse) und offene Falze separat abdichten. Zuerst wird ein Schleppstreifen lose über den Riss/Falz gelegt, anschließend wird eine reißfeste und elastische Elastomerbahn (Dachhaut) darübergelegt, welche daher nur seitlich auf der Dachfläche befestigt wird. Somit besteht keine kraftschlüssige Verbindung zum Dach im Dehnungsbereich und eine Bewegung in der Lötnaht/ im Falz ist möglich, ohne dass die Dachhaut reißt.

- 1 Lage Elastomerbahn (kunststoffmodifizierte Bitumenbahn mit Chemiefaservlies-Einlage), hochreißfest und elastisch, 4 mm stark, geprüft nach ÖNORM B 3646, mit Stoßüberlappungen zwischen den Falzen im Flämmverfahren bzw. Selbstklebeverfahren verlegen. Die Bahn ist einseitig versehen mit Natur-Schiefer für
zusätzlichen UV-Schutz.

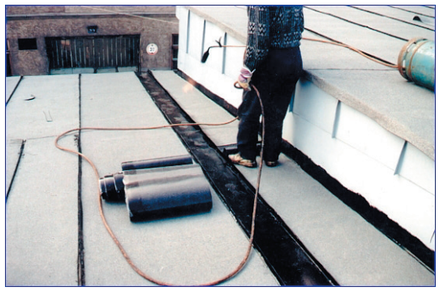
- Über die Falze wird eine 4 mm starke Elastomerbahn, wie oben, als Streifen im Flämmverfahren verlegt.

- An- und Abschlüsse (Maueranschluss, Oberlichter, Dachentlüfter usw.) mit Elastomerbahn-Kurzstücken abdichten, im Flämmverfahren/Selbstklebeverfahren verlegen. Falls erforderlich, wird ein Schleppstreifen unterlegt, um eventuelle Dehnungen zu überbrücken.

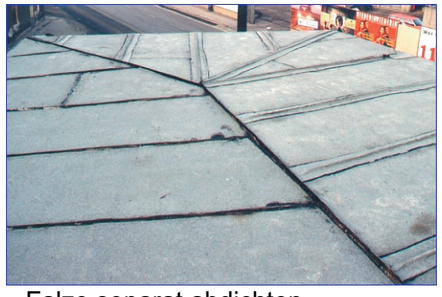
- Baustelle aufräumen und abschließen, temporäre Sicherungen abbauen, angefallenen
  Verschnitt entsorgen.



Falzblech rostig und undicht aufflämmen



Nach erfolgter Vorarbeit Bahnen



Falze separat abdichten



Fertig



Fertig

11.2. Falzblechdachsanierung mit Wärmedämmung und Elastomerbahnen

Dachfläche reinigen. Das Blech zusätzlich am Rand und bei den Dachdurchbrüchen mechanisch auf der Unterkonstruktion befestigen. 8 cm starke Wärmedämmplatten verlegen zwischen/über den Falzen. Holzbohlen verlegen am Dachrand. Neue Saumbleche (Traufen- und Ortgangverblechung) montieren. 1 Lage der 4 mm starken vliesarmierten Elastomerbahn verlegen und mechanisch befestigen. Anschließend wird eine Lage der 5 mm starken, vliesarmierten und beschieferten Plastomerbahn im Flämmverfahren verlegt.

Falzblechdachsanierung mit Wärmedämmung:

Leistungsbeschreibung:

- Aufbereitung der Baustelle, Materialtransporte, Aufzugsmontage, Sicherungen liefern
  und montieren (fixe bzw. temporäre) usw.

- Dachfläche gründlich reinigen und kehren.

- Entlang der Ränder des Daches werden Holzbohlen mit einer Gesamtstärke wie die der Wärmedämmung verlegt und mit Schrauben mechanisch befestigt für den dort herzustellenden Dachrandabschluss.

- Wärmedämmung: Polystyrol, 8 cm stark, Qualität PS 25, pressgestoßen über die Falzen verlegen. Somit wird eine ebene Fläche erzielt.

- Im Traufenbereich wird ein neues verzinktes Traufenblech, 0,55 mit 400 mm im Zuschnitt, mehrfach gekantet, gelötet, genietet, nach Maß angefertigt, geliefert und montiert bzw. eingehängt in einen neuen Saumstreifen bzw. – falls sinnvoll und/oder
  möglich – in die vorhandene Verblechung. Anschließend werden die Abdichtungsbahnen auf das Traufenblech mit Lagenversatz aufgeflämmt.

- Kamin neu einfassen mit verzinktem Blech, 0,55, mehrfach kanten, falzen, nieten und löten, nach Maß vor Ort anfertigen und montieren. An der Oberkante wird zusätzlich eine Blechleiste als Regenabweiser gekantet und montiert.

- Die Mittelrinne wird ausgekleidet mit Wärmedämmplatten und sogleich werden die Einlaufstutzen verlängert. Es werden verzinkte Einlaufstutzen (Aufstockelemente) nach Maß angefertigt, geliefert und eingelassen montiert in der Wärmedämmung. Evtl. mit darunter montiertem Holzrahmen für eine Trittsicherheit im Gullybereich.

- 1 Lage Elastomerbahn (kunststoffmodifizierte Bitumenbahn mit Chemiefaservlies-Einlage), hochreißfest und elastisch, 4 mm stark, geprüft nach ÖNORM B 3646, im Selbstklebeverfahren verlegen, evtl. zusätzlich: mechanisch verdeckt befestigen mit
  Schrauben und Haltetellern und verflämmten Naht- und Stoßüberlappungen.

- 1 Lage Elastomerbahn (kunststoffmodifizierte Bitumenbahn mit Chemiefaser-

einlage), hochreißfest und elastisch, 5 mm stark, geprüft nach ÖNORM B 3646, lagenversetzt zur ersten Lage mit Naht- und Stoßüberlappungen im Flämmverfahren verlegen. Die Bahn ist einseitig versehen mit Natur-Schiefer als zusätzlichem UV-Schutz.

- Spenglerarbeiten beim Kaminanschluss durchführen. Neu einfassen mit verzinktem Blech und oberkantigem Regenabweiser.

- An- und Abschlüsse (Hochzüge, Dachdurchführungen, Kamin, Oberlicht etc.) 2-lagig abdichten mit Elastomerbahnen (wie oben). Die Abdichtung wird fingerförmig in die Flächenabdichtung eingebunden.

- Baustelle aufräumen und abschließen, angefallenen Verschnitt entsorgen.





Wärmedämmung verlegt über den Falzen

Am Dachabschluss Holzbohlen



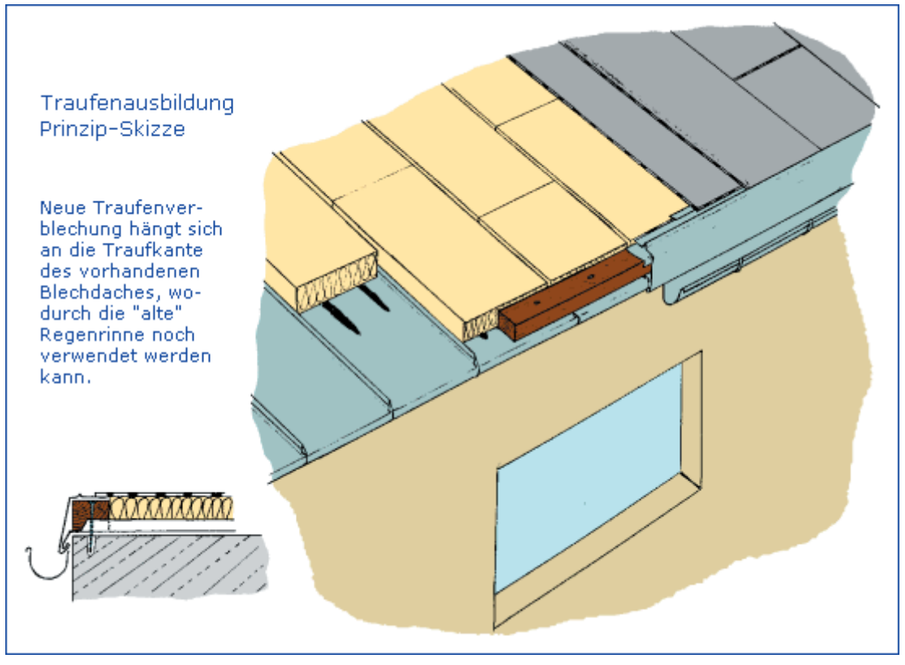


Die erste Lage der selbstklebenden Bahn wird zusätzlich mechanisch befestigt

Die beschieferte Sichtlage ist verlegt



Vorher Nachher



11.3. Trapezprofildach-Sanierung mit Wärmedämmung – 2 Alternativen

Bestehendes Dach reinigen. Zugeschnittene Wärmedämmplatten in den Trapezprofilen verlegen, um eine ebene Fläche zu erzielen. Die erste Lage Dachhaut verlegen, mechanisch befestigen, zusammen mit 4 mm starken vliesarmierten Elastomerbahnen.
Als zweite Lage der Dachhaut wird eine 5 mm starke, vliesarmierte und beschieferte Elastomerbahn naht- und stoßversetzt und im Flämmverfahren verlegt.

Sanierung eines Profilblechdaches:

Leistungsumfang:

- Aufbereitung der Baustelle, Materialtransporte, Sicherungen montieren und Aufzugsmontage.

- Reinigung der Fläche.

- Über den Lichtplatten werden, in gleichem Profil, gekantete Tafelbleche montiert, um die Trittsicherheit/Tragfähigkeit der Dachhaut in diesem Bereich zu gewährleisten.

- Speziell zugeschnittene Polystyrolplatten, 5 cm stark, auf dem Untergurt des Profilbleches verlegen, um eine ebene Fläche für die nachfolgende Isolierung herzustellen.
  Polystyrolqualität PS 25 verlegen, punktweise verkleben im Kaltklebeverfahren bzw. mechanisch befestigen mit der ersten Lage Dachhaut.

- An der Traufkante wird ein neues Traufenblech aus verzinktem Blech, 0,55, mit 330 mm im Zuschnitt, mehrfach gekantet, nach Maß angefertigt, geliefert und auf das vorhandene Profilblech montiert.

- Die Mittelrinne wird ausgekleidet mit Wärmedämmplatten und sogleich werden die Einlaufstutzen verlängert. Es werden verzinkte Einlaufstutzen (Aufstockelemente) nach Maß angefertigt geliefert und in die Wärmedämmung eingelassen montiert.

- 1 Lage Elastomerbahn mit Chemiefaservlies-Einlage, hochreißfest und elastisch, 4 mm stark, lt. ÖNORM B 3657, mit verflämmten Naht- und Stoßüberlappungen verlegen. Die Bahnen werden mechanisch befestigt mit selbstbohrenden Schrauben und Haltetellern. Im Traufen- und Randbereich werden die Bahnen im Flämmverfahren auf dem Blech befestigt.

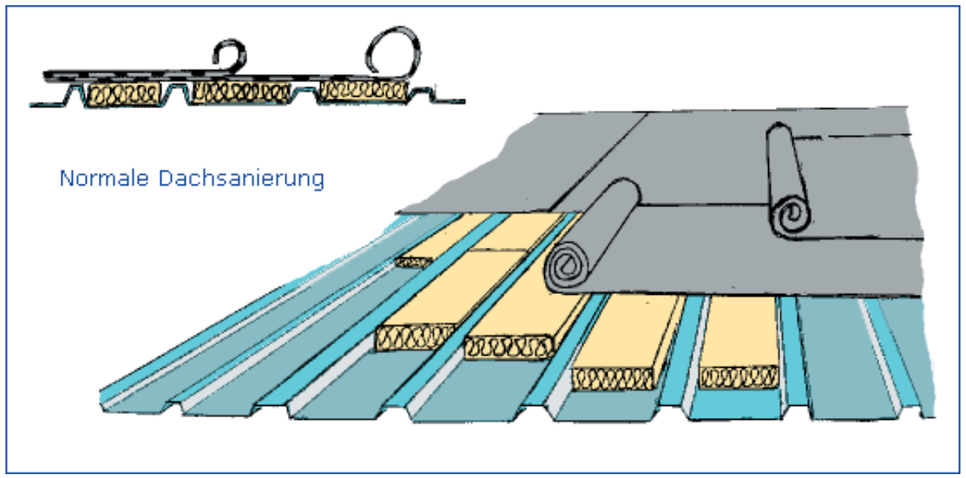
- 1 Lage Elastomerbahn (kunststoffmodifizierte Bitumenbahn mit Synthesefaservlies-Einlage, 5 mm stark, geprüft nach ÖNORM B 3646, einseitig versehen mit Naturschiefer als zusätzlichem UV-Schutz, wird lagenversetzt zur ersten Lage im Flämmverfahren mit Naht- und Stoßüberlappungen verlegt.

- An- und Abschlüsse (Einbindungen usw.) ebenfalls 2-lagig abdichten mit Elastomerbahnen wie oben. Diese Abdichtungen werden fingerförmig

in die Flächenabdichtung eingebunden. Falls erforderlich, wird ein Schleppstreifen mit 0,15 m Breite unterlegt, um die hier auftretenden unterschiedlichen Dehnungen zu
überbrücken.

- Baustelle aufräumen und abschließen, angefallenen Verschnitt entsorgen. Evtl. temporäre Sicherungen abbauen und abtransportieren.





11.5. Wellplatten(Faserzement-)Sanierung – Überdeckung mit Stahlprofilen

Die nachstehende Lösung ist für die Sanierung auf (bzw. über) vorhandenen Wellplatten, wobei die **Kosten** für das Abtragen, Abtransportieren und die Entsorgung **entfallen**.

Dachfläche grob reinigen. Kleinere Reparaturen an der Fläche durchführen, locker gewordene Schrauben wieder anziehen. Stahlprofile/Sanierungswelle liefern und verlegen. An- und Abschlüsse abdichten bzw. neue Einfassungen aus Blech anfertigen. Sofern erforderlich, neue First-, Rand- und Traufenbleche anfertigen und montieren.

Das neue System mit dem genialen Profil bewirkt, dass man eine Lösung hat für die Sanierung von einem Dach mit Wellplatten:

- die Sanierung ist günstiger als früher, weil ohne Abtragung und Entsorgung,
- dazu schnell und dadurch mit weniger Belastung für die Bewohner und
- zuletzt mit einer langen Garantie mit langzeitbewährten Profilelementen.

Wellplattensanierung mit Stahlplatten: Leistungsbeschreibung

Baustelle einrichten
Baustelle einrichten, Leiteraufzug liefern und aufstellen.

Dachfläche übergehen und reinigen
Dachfläche übergehen, ausgebrochene Teile und Fremdkörper, Schmutz, Moos usw. abtragen. Dachfläche in den abzudichtenden Bereichen reinigen.
Im Zuge der Reinigung abgetragene und entfernte Verschmutzung, Faser, Moos usw. abtransportieren und entsorgen, evtl. mit Begleitschein lt. Verordnung über Arbeiten mit Faserzementplatten.

Rinnen reinigen
Dachrinne reinigen. Schmutz, Moos usw. abtragen, abtransportieren und entsorgen.

Lockere Schrauben befestigen
Locker gewordene Schrauben wieder anziehen bzw. bei Bedarf zusätzlich mit einer elastischen Beilagscheibe bzw. einem Halteteller versehen. Evtl. fehlende Schrauben ersetzen.

Holzarbeiten
Falls einige Wellplatten aufgrund beschädigter/ stellenweise morscher Holzkonstruktion abgetragen werden müssten und es sich als notwendig herausstellen sollte, dass Teile der Holzkonstruktion/Lattung getauscht werden müssen, erfolgen diese Arbeiten nach Rücksprache in Regie. Der Materialanteil wird nach den verwendeten Mengen verrechnet.

Scanwellplatte aus Stahl verlegen
Dachfläche mit Spezialprofil-Sanierungswelle aus Stahl, 0,6 mm, verzinkt und beschichtet, zur Überdeckung von Wellplatten laut EN 177/51 verlegen. Die Montage der Sanierungswellplatten erfolgt mit Holzschrauben bzw. selbstbohrenden Stahlschrauben inkl. Gummidichtung auf die vorhandene Konterlattung bzw. vorhandenen und geeigneten Holzpfetten. Inklusive Zuschneiden und Anpassen der Profilelemente.

Eventualposition: Hinweis zum Richten der Scanwellplatten
Falls einige vorhandene Wellplatten stellenweise nicht gerade in der Flucht liegen, dann könnte es sein, dass die Scanwellplatten nicht exakt in der Flucht aufliegen werden. Sollte es sich als notwendig herausstellen, dass die Welleternitplatten in der Geraden oder in der Höhe gerichtet und angeglichen werden müssen, erfolgen diese Arbeiten aber erst nach Rücksprache in Regie. Der Materialanteil wird verrechnet nach den verwendeten Mengen.

Firstkappen
First mit Spezialfirstkappen eindecken, wobei Firstkappen verwendet werden, die möglichst genau der Dachneigung angepasst sind.
Als Zuschlag zur Dachfläche.

Profilfüller
Sollte keine Mikroventilation vom Kunden gewünscht sein, so werden entsprechende Profilfüller an beiden Seiten der Firstkappen sowie bei allen Blecheinfassungen (Kamin, Ausstiegsfenster etc.) sowie im Traufenbereich geliefert und zwischen der Sanierungswelle (Blecheinfassung) und den Wellplatten eingepasst.

Kamineinfassung
Kamin einfassen mit Zinkblech, 0,40 mm, mit bis zu 400 mm im Zuschnitt. Das Blech wird vor Ort nach Maß angefertigt, mehrfach gekantet, montiert und gefalzt.
An der Oberkante wird eine Putzleiste/Regenabweiser aus verzinktem beschichtetem Blech nach Maß angefertigt, geliefert und montiert. Arbeit und Material.

Eventualposition: Schneefänger
Schneefänger, feuerverzinkt, zum Profil der Eindeckung passend inkl. Auflagebleche und Abdichtung liefern und montieren.

Eventualposition: Eisfänger
Eisfänger für Trapezblech und Welle liefern und montieren.

Eventualposition: Einfassungen in RAL-Farbe streichen
Sollten die Blecheinfassungen bei Kaminen, Entlüftern, SAT-Durchführungen, Ausstiegsfenstern etc. in gleicher RAL-Farbe wie die Sanierungswelle erwünscht sein**,** erfolgen diese Arbeiten nach Rücksprache in Regie. Materialanteil wird verrechnet nach den verwendeten Mengen.

Neuer Blitzschutz erfolgt bauseitig
Nach Fertigstellung wird ein Blitzschutz bauseitig montiert und ein neues Protokoll und ein neuer Befund erstellt.

11.6. Sanierung mit Stahlprofilen in Ziegeldesign



Vorher



Nachher





Lattung ist bereits verlegt und jetzt werden die Stahlprofile montiert und der Kamin eingefasst



Fertig

12. Tipps, die viel Ärger ersparen

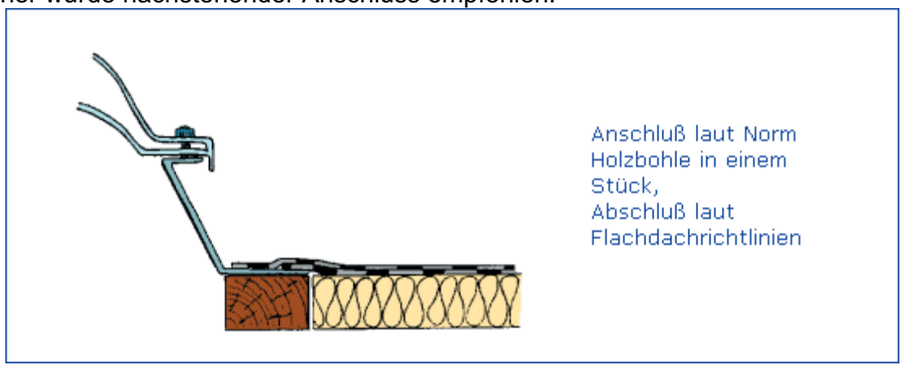
Es gibt einen Grundsatz, welcher einleuchtend ist und dennoch leider selten befolgt wird:

„WO KEIN WASSER HINKOMMT, LÄUFT AUCH KEINES HINEIN“
(und kann daher auch keinen Schaden anrichten).

12.1. Anschlüsse

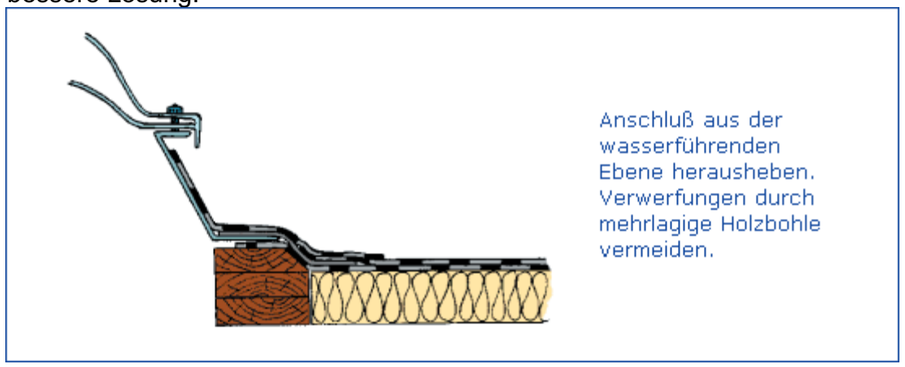
Die häufigste Ursache für Undichtheiten auf dem Dach liegen im Bereich der Einbindungen (An- und Abschlüsse), Lichtkuppeln, Rohrdurchführungen, Mauerbrüstungen (Attika) usw.

Früher wurde nachstehender Anschluss empfohlen:



Bei diesem Anschluss bleibt das Wasser stehen und bei jedem Niederschlag (Regen, Schnee usw.) kommt viel Wasser direkt an den Anschluss. Es könnte auffrieren.

Die bessere Lösung:



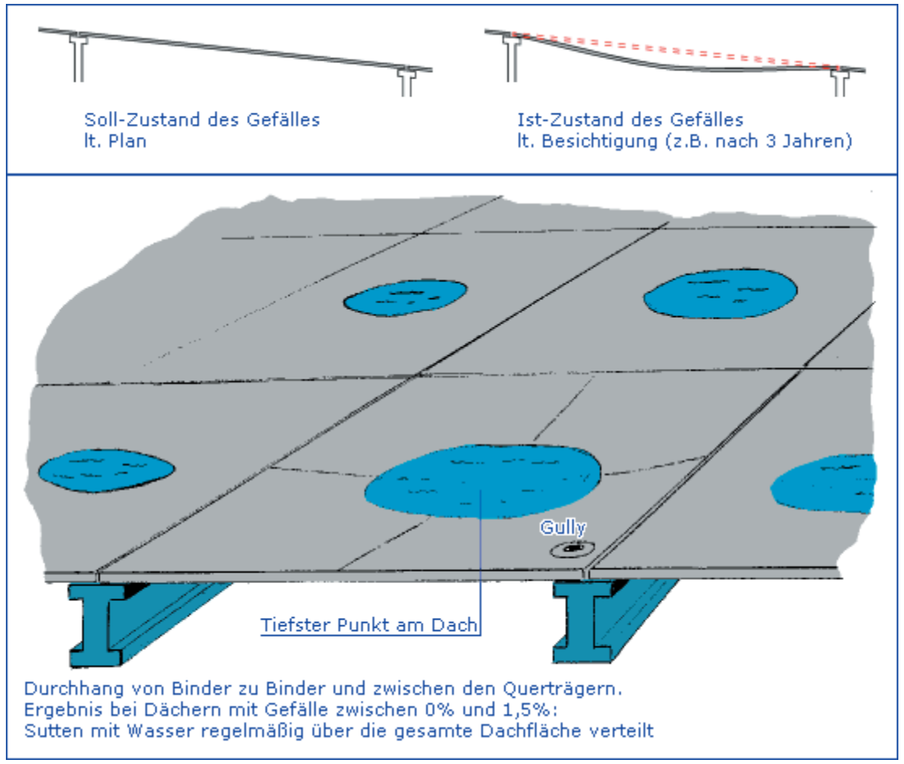
Der Lichtkuppelaufsatzkranz mitsamt Einbindung wird aus der Fläche (wasserführende Ebene) herausgehoben. Die Holzbohlen werden selbstverständlich geteilt und gegeneinander verlegt, um ein Werfen des Holzes zu verhindern bzw. zu vermeiden.

12.2. Gefälle

Nullgefälle ist grundsätzlich nicht gestattet. Dennoch wird meistens ein Gefälle empfohlen und/oder geplant und gebaut, bei dem das nachträgliche Durchhängen der Materialien nicht mitberücksichtigt wurde.

In den Flachdachregeln wird Dachgruppe 1 mit folgendem Gefälle angegeben (typisches Flachdach):

Von 1° d. h. ca. 1,5 % -- 1,5 cm Gefälle auf 1 Meter Länge
Von 3° d. h. ca. 5,2 % -- 5,2 cm Gefälle auf 1 Meter Länge



Sehr viele Dachreparaturen und Sanierungen würden wegfallen, wenn lediglich ein ausreichendes Gefälle geplant werden würde, welches den späteren Durchhang mitberücksichtigt.

Unter 2,5 % ist aus der Praxis abzuraten. Absolutes Mindestgefälle sollte 3 % sein. Wenn dadurch eine Dachsanierung während der Nutzungsdauer einer 1.000 m² Halle vermieden wird, erspart man sich (2020) zwischen 40.000,00 € und 80.000,00 € (exkl. MwSt.) je nach vorhandener bzw. neuer Eindeckung (vliesarmierte Abdichtungsbahnen, Folien, Beschichtung usw.). Dann vergleicht man diese Summen mit den minimalen Mehrkosten durch ein leicht erhöhtes Gefälle beim Hallenbau. Die nervtötenden Ärgernisse durch das undichte Dach sind hier noch gar nicht berücksichtigt.

Erlaubte Durchbiegung bei Trapezblech T/300. Das heißt Länge/300. Sehen wir uns das an für eine Standardausführung mit 2 % Gefälle verbunden mit der häufigsten Einbauart von Abläufen/Gullys.

Man kann daher sozusagen genehmigt verboten bauen! Aber Stand der Technik zählt in diesem Falle und die anerkannten Regeln erst in zweiter Linie. Über die Probleme der Durchbiegung wurde bereits 1952 (!) diskutiert.
Heute, 70 Jahre später, ist es immer noch ein Problem.

12.3. Außenliegender Ablauf/Fallrohre/Dachrinnen
Innenliegende Gullys/Abflüsse mitsamt Fallrohren mögen architektonisch und somit künstlerisch wertvoll sein, aber der Bauherr zahlt die sich daraus ergebenden Schäden. Es wird unnötig und oft mit aller Gewalt versucht, glatte Fassaden herzustellen, nach der Devise: Fallrohre und Dachrinnen sind keine Zierde, also weg damit ins Gebäudeinnere.

In diesem Augenblick werden die ältesten Bauregeln missachtet.
Wasser gehört weggeleitet und nicht hineingeleitet.

Laub verstopft den innenliegenden Abfluss und das Wasser staut sich auf das Dach zurück. Stehendes Wasser bedeutet: Bewuchs, Krustenbildung usw.

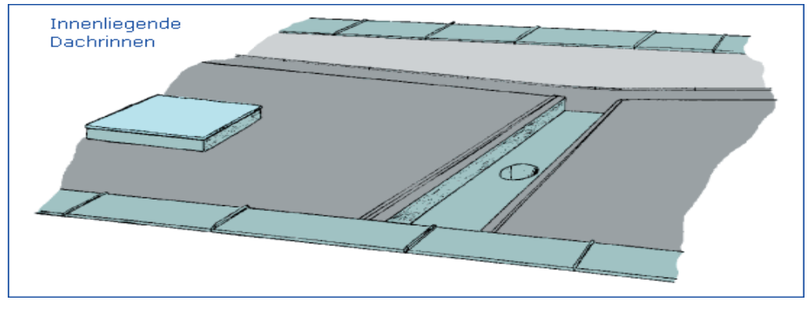
(Das Auspuffrohr vom eigenen Auto will man auch nicht zuerst in den Fahrgastraum geleitet haben, um es danach wieder wegzuleiten!)

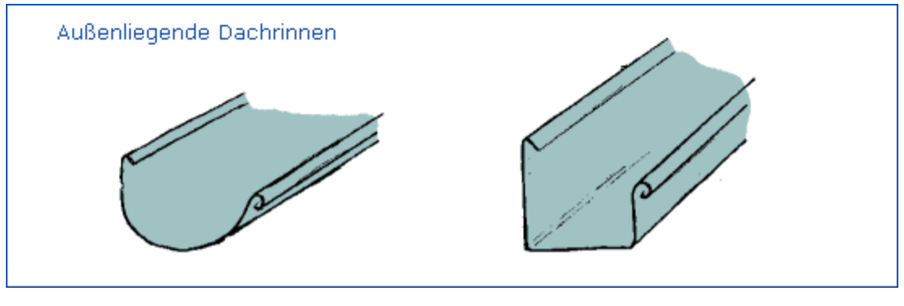
- Ein Durchhang bewirkt stehendes Wasser hinter der Attika bzw. Lichtkuppel. Dazu für die Statik ein Problem: 1 mm Wasser auf nur 1 m² = 1 Kilogramm. Bei 200 m² mit nur 5 cm Wasser ergibt das eine Zusatzbelastung von 10 Tonnen.

- Ein undichter Anschluss/Abdichtung zu einem Gully lässt Wasser ins Halleninnere. Bei einem Außenabfluss gibt es keinen Gully und das Problem ist somit nicht existent. Außenliegende Schäden kosten dazu noch weniger als innenliegende Schäden. Zum Beispiel: Verputz kontra Computer.

- Dazu werden Gullys fast ohne Ausnahme bei den Stehern/Stützen montiert, d. h. an Stellen, wo kein Durchhang entsteht, und nach einigen Jahren sind die Gullys dern höchste Punkt am Dach. Wie kann dann etwas abrinnen und dicht sein?

<u>Anders ausgedrückt: Möchten Sie, dass Ihr Architekt einen Preis bekommt, oder möchten Sie ein schadensfreies dichtes Dach haben?</u>



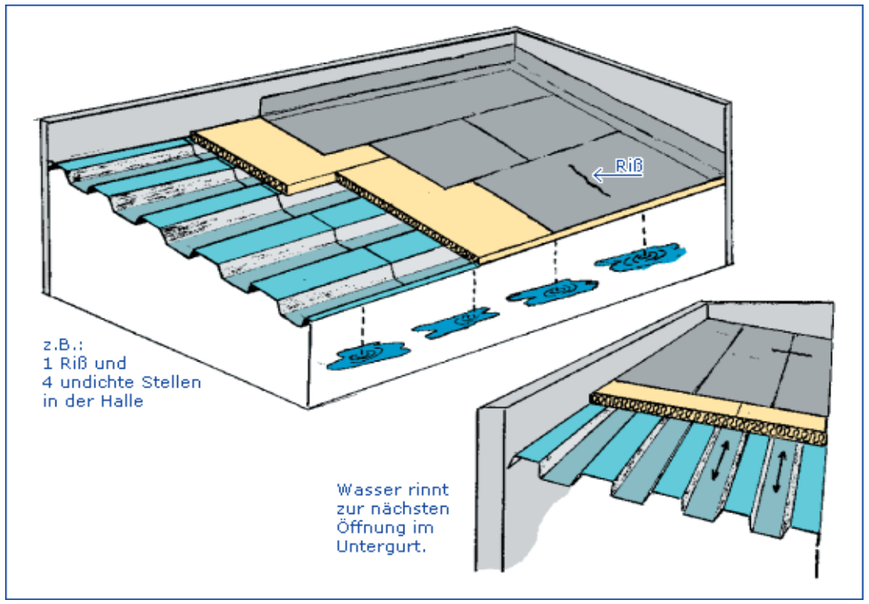


Die Kastenrinne benötigt aufgrund des konstruktionsbedingten ungünstigeren Strömungsverhaltens ausreichend Gefälle, um zu funktionieren.
Bei Dachrinnen mit halbrundem Querschnitt konzentriert sich der Wasserlauf formbedingt in der Mitte der Rinne. Dadurch werden auch geringe Wassermengen sicher abgeleitet. Dadurch entstehen weniger Ablagerungen. Es besteht eine größere Festigkeit bei Eisbildung. Eine tiefe schmale Rinne führt das Wasser schneller ab als eine breite Rinne mit gleicher Nenngröße.

Die Kapazität einer Dachrinne hängt von folgenden Punkten ab:

1. Form der Rinne (Kastenrinne oder halbrunde Rinne)
2. Gefälle der Rinne
3. Länge der Rinne bis zum Ablauf/Einhängekessel
4. Ist die Rinne gerade oder wird das Wasser um Innen- oder Außenecken geführt?
5. Wie groß ist der Querschnitt der Rinne?

12.4. Trapezprofile quer zum Gefälle verlegt



Nachdem ein Riss in der Dachhaut entstanden ist und Niederschlagswasser auf die Konstruktion herunterrinnt, rinnt bei quer verlegten Trapezprofilen das Wasser den Untergurt entlang, wie in einer Dachrinne, und kann bei jedem Stoß/Übergriff herauskommen bzw. wenn diese sehr fest aufliegen, erst nach 20, 30 oder 40 Metern herauskommen (siehe Skizze).

Wenn die Trapezprofile im Gefälle verlegt werden, kann im Schadensfall das Wasser ausschließlich die Mauer entlangrinnen. Somit entstehen wesentlich weniger Schäden und die Schadensursache ist wesentlich leichter zu finden.

12.5.1. Vergleich: EPDM-Folie (Kunst-Kautschuk[Gummi-]Folien) versus kunststoffmodifizierte (Elastomer-)Bitumenbahnen

Nachstehend sind in Kurzform einige Unterschiede zwischen einer Eindeckung mit Folie, in diesem Falle EPDM, im Vergleich zu einer Elastomer-Abdichtungsbahn angeführt:

Material:	Armierung:	1- oder 2-lagig:	Dicke/Stärke:	Befestigung:
EPDM	Nein	1-lagig	1,3 mm/ 1,5 mm	Mechanisch oder lose mit Auflast und selten verklebt
ELASTOMER	Ja	1- oder 2-lagig	4,0 bis 9,0 mm	Mechanisch oder lose mit Auflast, verklebt oder im Flämmverfahren

Dazu sind frei ohne Auflast verlegte EPDM-Folien meistens schwarz und daher erfolgt eine erhebliche Aufheizung der Dachhaut und infolgedessen der darunter befindlichen Räumlichkeiten. Der Energieverbrauch der Klimaanlagen steigt entsprechend.

Eine Elastomerbahn als Sichtlage ist zusätzlich UV-geschützt und wird oft mit hellem Schieferstreu geliefert, um die Oberflächentemperaturen zu senken, damit der Dachaufbau weniger stark Thermoschocks ausgesetzt wird.

EPDM Material

Die Verarbeitbarkeit ist stark spezialisiert und wenige Unternehmen können gut mit dem Material umgehen, Sonder-Vulkanisierungsverfahren. Man ist sozusagen daran gebunden, dass der ursprüngliche Bauwerksabdichter/Dachdecker auch in der Zukunft immer erreichbar ist. Im Vergleich zu Bitumensystemen ist es ein relativ junges Material mit geringerem Marktanteil.
Bei einem nachträglichen Einbau eines Entlüfters oder Ähnlichem kann es nach Jahren zu erheblichen Anschlussproblemen kommen. Synthetischer Gummi (Kunstkautschuk) setzt Sonderverfahren (Kalt-Vulkanisierung, Kleben) voraus und kann mit keinem anderen dauerhaft repariert werden. Bei vielen EPDM-Folien von verschiedenen Herstellern wurden in den letzten 30 Jahren sehr oft erheblicher Schrumpf in der Folie festgestellt. Damit verbunden: Risse, offene Anschlüsse usw.

Mit einer vorhandenen mechanischen Befestigung wird z. B. bei einer Lecksuche bzw. Leckortung auf einem Dach, welches derzeit z. B. 3 undichte Stellen (evtl. Löcher?) aufweist, eine Fehlerfindung im Falle einer Undichtheit (Garantiefall), welche immer vorkommen könnte, durch die Planenverlegung mit mechanischer Befestigung erheblich

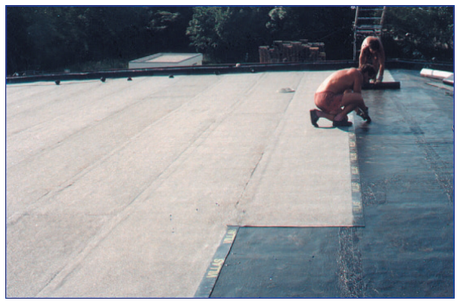
erschwert. Das eingedrungene Niederschlagswasser kann überall frei unter die nur punktförmig befestigte Folie hineinrinnen und bei irgendeinem der Schraubenlöcher (z. B. bei einem 800 m² großen Dach ca. 4.500 Schraubenlöcher) ins Gebäudeinnere hineintropfen.
Mit einer EPDM-Folie hat man aber den Vorteil einer nur bedingt witterungsabhängigen Verlegung, weil einlagig und mechanisch befestigt wird.

ELASTOMER Die Bahnen sind kunststoffmodifizierte Bitumen mit einer Armierung aus

Synthesefaservlies und können auch nach 25 bis 35 Jahren von jedem Dachdecker, Schwarzdecker oder Bauwerksabdichter repariert/ abgedichtet werden. Systeme auf Bitumenbasis haben ca. 60 % Marktanteil
und somit – ob bei Reparaturen, Sanierungen oder Neueindeckungen – werden fast 2 von 3 Flachdächern mit diesem System eingedeckt. Der Systemaufbau hat sich seit über 150 Jahren bewährt. Falls die Elastomerbahnen mechanisch befestigt werden würden, trifft aber auch hier die oben angeführte Problematik zu. Elastomerbahnen werden aber grundsätzlich vollflächig und kraftschlüssig im Flämmverfahren verlegt. Ein möglicher Garantiefall kann daher schnell und problemlos gefunden und repariert werden.
Kunststoffmodifizierte Bitumenbahnen schrumpfen bei fachgerechter Verlegung grundsätzlich nicht.

Bei der Verlegung einer 2-lagigen Sanierung mit Elastomerbahnen hat man zwei witterungsabhängige Arbeitsvorgänge.





12.5.2. Vergleich: Folien versus Bitumen-Abdichtungsbahnen

Hochpolymere Folien	**Kunststoffmodfizierte Bitumenbahnen**
Typen, Produkte: PVC Polyvinylchlorid EVA Ethylen-Vinyl-Acetat FPO (TPO) Flexible Polyolefine ECB Ethylen-Copolymerisat-Bitumen EPDM Ethylen-Propylen-Dien-Monomer Rubber PIB Poly-Isobutylene	**Typen, Produkte:** Elastomerbitumenbahnen Plastomerbitumenbahnen
Dicke: von 1,2 mm bis meistens 1,5 bis 2,0 mm	**Dicke:** von 4,0 mm bis 5,0 mm
Verlegung: 1-lagig, ungeachtet ob Sanierung oder Neueindeckung.	**Verlegung:** 2-lagig bei Neueindeckungen, eventuell 1-lagig bei Sanierungen, abhängig vom Untergrund.
Armierung: Einige z. B. EPDM haben gar keine. Einige sind vlies- bzw. gewebearmiert. Einige haben ein Vlies nur aufkaschiert.	**Armierung:** Alle sind armiert mit Vlies bzw. Gewebe.
Verlegepraxis: Die meisten Folien benötigen folien-kaschierte Bleche für An- und Abschlüsse. Das vorhandene Blech, z. B. bei Sanierungen, kann nicht verwendet werden.	**Verlegepraxis:** Kann auf fast allen Materialien abgedichtet/angeschlossen werden.
Lebenserwartung: Die bisherigen gesammelten Erfahrungen zeigen, dass Folien – abhängig von Fabrikat, Materialgruppe – bereits ab dem 8. bis 10. Jahr Probleme bekommen. Im Alter zwischen 15 und und 20 Jahren werden die meisten Foliendächer komplett saniert, weil lokale Abdichtungen meistens materialbedingt nicht möglich sind.	**Lebenserwartung:** Die bisherigen gesammelten Erfahrungen zeigen, dass man von einer Lebenserwartung von mindestens 30 Jahre ausgehen kann. Danach kann man mit kleineren lokalen Reparaturen, welche noch im wirtschaftlichen Bereich liegen, die Abdichtungs-bahnen noch über 10 Jahre am Dach behalten.

Häufigste Probleme:
Mit Folien, dann speziell der jahrelange Marktführer bei den Folien PVC, war und ist das Problem der Schrumpf der Folie. Dieses Problem tritt auch bei anderen Materialien auf (z. B. ECB und EPDM).

Reparaturfähigkeit:
Örtliche Abdichtungen sind nach einigen Jahren materialbedingt aufgrund der Alterung sehr schwer bis gar nicht möglich. Dazu muss man eine Firma finden, welche sich mit all diesen Folien auskennt und die dazu passenden Materialien lagernd hat.

Marktanteile:
Bis vor Kurzem waren Folien bei ca. 33 %

Auf dem letzten Teil am Dachmarkt
waren alle anderen Systeme, wie Beschichtungen, PUR-Schaum usw.

Häufigste Probleme:
Nach 15 bis 20 Jahren geht langsam die Beschieferung ab.

Reparaturfähigkeit:
Ein jeder Dachdecker oder Bauwerksabdichter hat gelernt, mit Bitumensystemen umzugehen. Es gibt kaum Dachdecker oder Bauwerksabdichter, welche keine bituminösen Abdichtungs-produkte lagernd haben. Lokale, örtlich begrenzte Abdichtungen können auch nach 30 Jahren durchgeführt werden.

Marktanteile:
Bitumensysteme waren bei ca. 62 %.

13. Der große Unterschied zwischen Gewährleistung und Garantie: Sind lange Garantien mit Versicherungen ein Problem? – Knackpunkte

13.1. Garantie und Gewährleistung – eine Gegenüberstellung

Die Gewährleistung bedeutet, dass für die Sache selbst gehaftet wird, nicht aber für Folgeschäden. Dies ist die für den Kunden gesetzlich vorgesehene Grundlage, wodurch eine Haftung gegenüber dem Dachdecker/Bauwerks-abdichter geltend gemacht werden kann.
Die Haftungsfrist bei unbeweglichen Sachen beträgt 3 Jahre.
Es geht in unserem Fall um die Leistung oder das Material, welche bereits zum Zeitpunkt der Abnahme/Übergabe Mängel aufweisen. Es ist auch ein Gewährleistungsfall, wenn die (ursprünglichen) Mängel sich erst später zeigen (geheimer, versteckter/verborgener Mangel).

Entstehen die Mängel neu, also erst nach der Übergabe/Abnahme, handelt es sich nicht um einen Gewährleistungsfall.

Die Garantie ist im Gegensatz zur Gewährleistung eine freiwillige Haftungsübernahme seitens des Dachdeckers/Bauwerksabdichters. Ohne eine entsprechende Garantieerklärung besteht daher auch kein Garantieanspruch. Der Inhalt und Umfang der Garantie ist für den Garantiegeber frei gestalt- und formulierbar.
Bei der Dauer der Garantie gibt es ebenfalls keine Vorgaben.

Garantien können lang sein, aber mit abnehmender Leistung im Garantiefall. Eine sehr lange Garantie für eine Dachabdichtung (15, 20, 25 Jahre) ist fast immer gekoppelt mit einem kostenpflichtigen Wartungs-/Servicevertrag. Das Dach muss z. B. ein bis zwei Mal im Jahr überprüft und kontrolliert werden.

Im Garantiefall wird die Leistung – je nachdem, wie alt das Dach ist – z. B. um 1/15 von den Kosten jedes Jahr abgezogen. Somit wird nach 10 Jahren bei einer 15 Jahre langen Garantie „nur“ 1/3 der Kosten der Reparatur als Garantieleistung ersetzt. Der Rest müsste der Hausbesitzer selbst bezahlen.

Einige andere Einschränkungen, welche vorkommen, sind, dass nur die Materialkosten ersetzt werden, nicht aber die erforderliche Arbeit oder Anreisekosten usw. Dazu wird dann oft das Material nach „Zeitwert“ ersetzt.

13.2. Schadenersatz

Schadenersatz ist im Bauwesen ein heißes Thema. Dachdecker und Bauwerksabdichter sind gelegentlich damit konfrontiert, wenn z. B. Niederschlagswasser anstatt in den Gully woanders eingedrungen ist.

Schadenersatz ist die gesetzliche Haftung für Schäden, welche von dem, in unserem Falle, Dachdecker/Bauwerksabdichter verursacht/verschuldet wurden, wenn auch nur leicht fahrlässig.

Die Haftung dauert maximal 30 Jahre. Der Anspruch auf Schadenersatz verjährt erst 3 Jahre ab Kenntnis des Schadens sowie Schadensverursachers.

13.3. Wo liegen die Nachteile für den Kunden bei langen Garantien?

Wie bereits unter 13.1. angeführt, sind extrem lange Garantieversprechen zu hinterfragen. Wo liegen die Nachteile für den Kunden/Hausbesitzer und wie kann man diese bereits im Vorfeld klären?

a. Wer haftet für bzw. wer steht hinter der Garantiezusage?

b. Im Garantiefall: Wer ist, falls erforderlich, beweispflichtig, damit eine Schuldzuweisung erfolgen kann?

c. Ist am Anfang die mit der Garantie verbundene kostenpflichtige Wartungs- und Servicevertrag sinnvoll, weil doch sowieso 3 Jahre Gewährleistung ab Übernahme besteht?

d. Mit welchen Kosten ist zu rechnen bei einem Wartungs- und Servicevertrag?
Die Wartung kann sehr „schnell“ ins Geld gehen, wenn diese laut Angebot z. B. „nur“ 1,30 €/m² kosten soll.

1,30 €/m² x 200 m² = 260,00 €/Wartung
Diese wird dann 2-mal jährlich verrechnet x 15 Jahre = 7.800,00 €.

e. Werden im Garantiefall vom Garantiegeber die gesamten Arbeits-, Wegzeit- und Materialkosten abgedeckt?
Oder werden nur anteilig Kosten gedeckt: nur Arbeit bzw. nur Material?
Erfolg die Abrechnung nach Zeitwert des Daches?

f. Was muss geschehen, welche Ursachen bewirken, dass die Garantie gekündigt wird und somit nicht länger aufrecht ist?
Was passiert mit der Garantie, wenn andere Firmen am Dach (z. B. Lüftungstechniker, Solarfirmen, fremde Dachdecker usw.) arbeiten?

g. Ist die Garantie durch spezielle Witterungsverhältnisse eingeschränkt?
Schwere Schneefälle, Eisbildung, Hagel, Sturm usw.

14. Regelmäßige Dachkontrollen und Wartungsvertrag – ist es notwendig?

Ein Wartungsvertrag – ist das notwendig?
Über Jahre (Jahrzehnte) hinweg wirken auf das Dach (einzeln und zusammen):

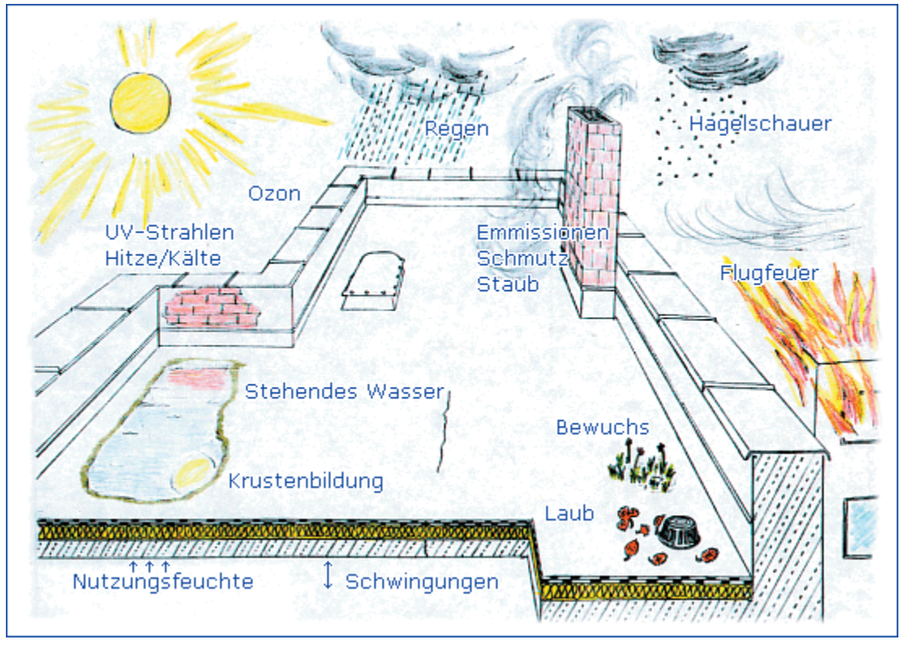
1) Temperaturbelastungen:
- Temperaturwechsel von -20° C bis +80° C
- Temperaturschocks (Sonne, Gewitter, Wanderschatten und Wolkenschatten)
- Hitzestau in Teilbereichen des Daches

2) Mechanische Belastungen:
- Thermisch bedingte Bewegungen der Konstruktion
- Durchbiegungen und/oder Schwingungen der Decke
- Schub-, Druck-, Zug- und Scherbewegungen der Dachhaut bei den Einbindungen (An- und Abschlüssen)

3) Feuchtigkeitsbelastungen:
- Mögliche Diffusion der Nutzungsfeuchte von Hallen/Wohnräumen ins Dach hinein
- Niederschläge, Schnee, Hagel, Regen, Kondens
- Stehendes Wasser, Krusten- und Eisbildung

4) Umweltbelastungen:
- UV-Strahlen
- Emissionen, chemische Belastung
- Pflanzenbewuchs usw.

Somit: Es ist notwendig, um zugleich größeren Schäden vorzubeugen und die Lebenserwartung des Daches erheblich zu verlängern.



Folgende Kriterien sollten beachtet werden, damit Schäden daraus vermieden werden können:

1. Sorgfältiges Planen gemäß den Regeln und Richtlinien
2. Aufeinander und für das Objekt speziell abgestimmte Materialien
3. Handwerklich einwandfreie Verarbeitung
4. Regelmäßige Kontrolle, Wartung und Pflege

Zu 1. Es geht gerade beim Detaillieren von Bauten um die Beständigkeit der Architektur und auch darum, dass der Bau geringe Wartungskosten verursacht und eine lange Wertbeständigkeit besitzt, somit länger schön bleibt.
Es ist wichtiger, ein Detail wartungsfähig zu machen, als fragwürdige Schönheit und/oder gewagte Konstruktionen zu versuchen, die bald zu Bruch gehen.

Zu 2. D. h. objektbezogene Materialwahl – maßgeschneidertes Dach.

Zu 3. Nur erfahrene Fachfirmen auf das Dach lassen. Dazu evtl. mit Fremdüberwachung.

Zu 4. Oft werden utopisch lange Gewährleistungsforderungen gewünscht bzw. sehr lange Garantiezeiten. Realistisch betrachtet resultiert aus der Forderung nach einer langen Gewährleistung auch eine Verpflichtung. Nämlich die, dem Auftragnehmer die Gelegenheit zu geben, das Dach, für das er so lange gewährleisten soll, zu beobachten, zu warten und zu pflegen. Diese Aufgabe obliegt im Normalfall demjenigen, in dessen Eigentum das fertig gestellte Dach steht. Da der Besitzer im Normalfall dies als Laie nicht kann, betraut man einen Bauwerksabdichter oder Dachdecker mit dieser Aufgabe und bezahlt für die erbrachten Leistungen.

Bei einem neuen Auto wird auch auf eigene Kosten selbstverständlich ein Service durchgeführt, obwohl der Wagen noch unter Garantie ist. Noch dazu ist meistens der Nachweis von durchgeführten Servicearbeiten überhaupt eine Voraussetzung, um die Garantie in Anspruch nehmen zu können. Der Besitzer des Fahrzeuges bessert Steinschläge aus, lässt den Unterbodenschutz kontrollieren als vorbeugende Maßnahme. Ebenso sollte ein Dach gewartet werden.

Bedenkt man nun, dass z. B. die haustechnischen Anlagen selbstverständlich regelmäßig gewartet und gepflegt werden, ist dies bei dem extrem belasteten Bauteil „Dach“ keineswegs der Fall. Hier geht man vor nach dem Prinzip:
Das Dach wird saniert und soll die nächsten 30 Jahre, ohne Wartung oder Pflege, dicht bleiben und halten. Jetzt ist wenigstens die jährliche Wartung als Aufgabe und Pflicht für den Bauherrn in der ÖNORM B 3691 aufgenommen worden.

Wie wenig sinnvoll ist es, z. B. eine Heizungsanlage zu warten und die Leistung zu optimieren, wenn ein Schaden am Dach längst schon passiert ist und die Wärmedämmung durchnässt und somit unbrauchbar ist? Die Heizkosten steigen immens, weil das Dach nicht gewartet und gepflegt wurde. Dazu kommen dann noch hohe Sanierungskosten für das Dach.

Gleich vorweg: Ein Wartungsvertrag ist mit Kosten verbunden.
Wie sieht aber die Kosten-Nutzen-Analyse aus bei einem Service- und Wartungsvertrag?

Bei einem Blechdach wird automatisch etwas unternommen, wenn Rost auftritt, obwohl bei der Anschaffung des Blechdaches diese „Wartungskosten“ = Rostschutz-anstrich bei der finanziellen Entscheidung (Kauf eines Falzblechdaches) nicht berücksichtigt wurde. Gerade bei dieser Eindeckungsart stellt der Rostschutzanstrich einen erheblichen Wartungskostenfaktor dar. Diese Kosten werden aber bei der Entscheidung zugunsten eines Falzblechdaches fast nie berücksichtigt, anstatt eine andere Eindeckung vorzuziehen, welche erheblich geringere Wartungskosten aufweist.

Die Aufgabe und der Sinn einer regelmäßigen Wartung und Kontrolle:

- Verlängerung der Lebensdauer der Dachabdichtung. Bei Bitumendächern liegt diese bei 25 bis 35 Jahren. Mit richtiger Kontrolle und Wartung kann diese Lebensdauer teils erheblich verlängert werden.

- Erkennen von möglichen Mängelursachen und Witterungsvorgängen. Diese sollten bereits im Anfangsstadium erkannt werden, damit aus möglichen kleinen Anfängen nicht ein richtiger Schaden entsteht.

- Einleitung richtiger Wartungsmaßnahmen, damit bereits in den Anfängen ein Schaden abgewehrt werden kann.

Zeigt das Dach Verschleißerscheinungen, muss es mit möglichst geringem Aufwand repariert werden können. Der Umfang dieser Maßnahmen ergibt sich aus der Alterungsbeständigkeit der Abdichtung, der Qualität des Materials, dem konstruktiven Aufbau sowie dem Vorhandensein eines eventuell aufgebrachten Oberflächenschutzes.

14.1. Der Service- und Wartungsvertrag enthält folgende Komponenten:

1. Dachkontrolle
2. Wartung
3. Erhaltung (eigentlicher Wartungsvertrag)
4. Reparatur
5. Sanierung

1. <u>Dachkontrolle: Aufgabe und Sinn (Auszug/Kurzfassung)</u>
- Beobachtung des Daches in regelmäßigen Zeitabständen. Optische Kontrolle. Verschmutzung durch Kies/Schotter.
- Überprüfung der Dachabdichtungen aus Bitumenbahnen (Stöße und Nähte).
- Überprüfung auf Wellen- und Faltenbildung (Schrumpf) bei Foliendächern.
- Schmutzablagerungen, Laubansammlungen, Krustenbildungen, Moos- und Pflanzenbewuchs sind rechtzeitig zu erkennen.
- Oberflächenbeschaffenheit optisch überprüfen auf Alterung, Verformung sowie mechanische Beschädigungen.
- Überprüfung auf evtl. Sturmschäden und/oder Hagelschlag.
- Überprüfung von Einbindungen, Hochzügen, Wandanschlüssen usw.
- Überprüfung von Dehnungsfugen, Lichtkuppeln, Dachdurchbrüchen (Rohren).

2. <u>Dachwartung: Aufgabe und Sinn (Auszug, Kurzfassung)</u>
- Das Entfernen von Verschmutzungen, Laub, Moos und Algen.
- Gullyeinläufe und Laubfänger reinigen (Moos, Laub, Äste entfernen).
- Fremdkörper vom Dach entfernen (Schrauben, Metallteile, Glasscherben usw.).
- Dächer mit schwerem Oberflächenschutz (Schotter):
  Die Wartung betrifft hier in erster Linie Anschlüsse und Abläufe. Die Kiesschüttung/Schotter soll von Pflanzenbewuchs freigehalten werden.
  Die Wartung umfasst auch die Überprüfung des Kieses/Schotters, ob dieser gleichmäßig verteilt oder durch Wind verschoben wurde. Evtl. mit einem Kiesfestiger die Lagesicherheit des Kieses/Schotters absichern.
- Dächer mit leichtem Oberflächenschutz:
  Dächer mit leichtem Oberflächenschutz unterliegen stärkeren fotochemischen, mechanischen sowie thermischen Beanspruchungen als Dächer mit schwerem Oberflächenschutz. Je nach Dachneigung kann die Abwitterung von Schiefersplitt bzw. Granulat schneller oder langsamer vor sich gehen und somit auch die Alterung der Abdichtungsbahnen.
- Lichtkuppeln und Lichtbandanschlüsse kontrollieren und bei Bedarf ergänzen/erneuern. Einzelne Folienprodukte neigen z. B. nach absehbarer Zeit zu einer kompletten Loslösung von den Aufsatzkränzen der Lichtkuppeln.
- Bei mechanischen Befestigungen mit oben liegender (Wartungs-)Fuge wird die Fuge bei Bedarf erneuert. Schutz gegen ablaufendes Niederschlagswasser.
- Dachrinnen reinigen und diese auf ihre Funktionstüchtigkeit überprüfen. Evtl. bei kleineren Veränderungen z. B. einen Regenerieranstrich örtlich begrenzt auftragen.
- Kleinere Schäden an der Fläche reparieren/abdichten.
- Evtl. Lichtkuppeln reinigen (waschen).
- Falls erforderlich: Versprödete Lichtkuppelabdichtungen erneuern (dies fällt mehr unter Erhaltungsmaßnahmen).

3. <u>Erhaltung: Aufgabe und Sinn</u>
- Ergänzung von evtl. fortgeschwemmter Bekiesung/Kiesschüttung.
- An besonders kritischen Detailpunkten nacharbeiten.
- Sämtliche Kittfugen (Wartungsfugen) erneuern.
- Evtl. Regenerieranstrich über größere Flächen auftragen.
- Vorhandene mechanische Schäden (Risse, Löcher), die entdeckt wurden, reparieren. Bei Folien (PVC, ECB, EPDM usw.) ist dies materialbedingt eher als Notabdichtung möglich, aber nicht wie bei Bitumenbahnen (Plastomer- und Elastomerbahnen) als dauerhafte Abdichtung.

Die Vorteile eines Wartungsvertrages liegen für den Bauherrn auf der Hand:
Falls ein Wartungsvertrag vom Auftraggeber nicht erwünscht sein sollte, wird er darauf hingewiesen, dass die Gewährleistungs- und/oder Garantiezeit auf ein vernünftiges Maß nach unten reduziert werden muss. Der Auftraggeber/Bauherr wird noch dazu darauf hingewiesen, dass ihm während der Gewährleistungszeit die Pflicht zur Wartung und Pflege obliegt. Kommt er dieser Verpflichtung nicht nach, können seine Gewährleistungsansprüche unter Umständen gefährdet sein bzw. verloren gehen.

Die Voraussetzung für eine Garantie über z. B. 10 bis 15 Jahre ist der Abschluss eines Service-Wartungsvertrags. Dadurch werden Streitfälle mit schwieriger Beweisführung vermieden, da die Gesamtverantwortung dem Verleger obliegt.

15. Schotter am Dach als Schutz: Ja/Nein – Vorteile und Nachteile

Nachstehend eine kleine Übersicht über die Vorteile von Auflast mit Schotter:

- Schotter als Auflast: Auf vielen Dächern werden Folien „lose“ verlegt (nur mit mechanischen Rand-/Linienbefestigungen) und mit Schotter beschwert. Somit liegt die Folie immer losgelöst und eine Bewegung in der Konstruktion kann keine Schäden (Bewegungsrisse) in der Folie verursachen.

- Der Schotter verringert erheblich die Temperatur in den darunter befindlichen Räumlichkeiten. Der Schotter reduziert immens die Hitze. Indem man im Sommer auf ein Dach geht, auf dem Schotter liegt, der die Hitze reduziert, und die Hand auf die Folie legt, spürt man den Unterschied. Die Klimaanlagen darunter brauchen daher auch nicht so schwer zu arbeiten, wodurch eine Energieeinsparung erzielt wird. Die Arbeitstemperatur wird angenehmer, wodurch wiederum die Produktivität steigt.

- Der Schotter verhindert Temperaturschocks auf bzw. in der Dachhaut.
  Im Hochsommer hat man fast bis zu +80° C auf einer dunklen Dachfläche. Ein sommerlicher Regenguss und die Temperatur senkt sich schlagartig auf z. B. +15° C, und anschließend scheint wieder die Sonne und die Temperatur steigt wieder. In den Sutten mit stehendem Wasser bleibt die Temperatur länger bei +20 bis +25° C und in den trockenen Bereichen hat es schnell wieder +60 bis +70° C. Diese Temperatursprünge belastet die Dachhaut stark.

- Sturmsicherheit durch das Gewicht des Schotters (bei ca. 8 cm = 140 kg/m²):
  Eine schwingungsanfällige Deckenkonstruktion (wie Stahl-Trapezprofile) liegt ruhiger und bewegt sich sehr wenig – auch bei Sturm sowie bei Sogbelastung durch den Wind.

- Erhöhte Flugfeuersicherheit: Der Schotter entspricht einer „harten Bedachung“.
  Einige Folien und Elastomerbitumenbahnen sind zertifiziert als flugfeuersicher, aber besser ist immer noch der Schotter. In einigen Städten muss die Flugfeuersicherheit der Abdichtungsbahnen nachgewiesen werden.

- Falls Schotter als Auflast entfernt wird, muss die Dacheindeckung mechanisch befestigt werden, um den geltenden (Wind-)Normen lt. ÖNORM B 4114 und EN 1991 zu entsprechen. Dies erfolgt entweder durch das Anschießen auf die Betondecke bzw. mit selbstbohrenden Schrauben mit Haltetellern auf eine Deckenkonstruktion aus Stahl-Trapezprofilen. Die mittlere Anzahl an Schrauben beträgt ca. 5 bis 6 Stück per m². Die Dampfsperre wird dann durchlöchert wie ein Teesieb. Ob und inwieweit die Dampfsperre dann wirklich als diffusionshemmende Schicht dienen kann, ist zumindest fraglich.

- Für Schotter am Dach muss nur von der Statik her ein höheres Gewicht des Daches berücksichtigt werden, wodurch die Konstruktion etwas teurer wird.

16. Lecksuche, Leckortung – welche Systeme? Eine Übersicht der Vorteile und Nachteile

16.1. Monitoringsysteme

Nach Fertigstellung des Daches ist es oft erwünscht, Fehler/Mängel/Undichtheiten zu finden, bevor der erste Regen kommt und – selbstverständlich – bevor größere Schäden entstehen.
Die Fragestellung sollte aber unterteilt werden, um leichter zu einer Entscheidung zu kommen: Welches System bzw. welche Lösung ist die „beste“ und welche ist die wirtschaftlichste bzw. sinnvollste?

Frühwarnsysteme (Monitoring) gibt es viele, mit stark unterschiedlichem Leistungsumfang – und auch bei den Kosten unterscheiden sich die Systeme erheblich voneinander.

a. Permanentes Monitoring, ausgebildet mithilfe einer separaten Lage im Dachaufbau: Es wird ein Kupfernetz, Mäanderfolie mit elektrisch leitenden Sensoren usw., verlegt und die Lage steht unter Strom. Bei Feuchtigkeit bzw. Nässeeintritt meldet das System dies automatisch und zeigt die Eintrittsstelle auf einem Monitor an.

b. Manuelles Monitoring: Auch hier wird eine elektrisch leitende Folie/Netz verlegt als eigene Lage im Dachaufbau. Die Kontrolle erfolgt, indem der Strom eingeschaltet wird und das System am Monitor anzeigt, wo eventuell seit der letzten Überprüfung ein Wassereintritt stattgefunden hat.

c. Man kann Kontrollstutzen im Dach einbauen, um dann regelmäßig die Stutzen zu öffnen und nachzusehen, ob Nässe vorhanden ist. Ein Dach wird vorab im Zuge der Herstellung in hinterrinnungssicheren Sektionen unterteilt und in jeder Teilfläche/Sektion befindet sich zumindest ein Kontrollstutzen.

Boshaft könnte man behaupten, dass Monitoringsysteme angeboten und geplant werden aufgrund eines grundsätzlichen Misstrauens gegenüber der Qualität der Arbeit von Bauwerksabdichtern/Dachdeckern und/oder nur deshalb, um zusätzlichen Umsatz zu machen. Bis jetzt wurden grundsätzlich die Dächer dicht hergestellt, bis auf die von früher bekannten, nach wenigen Jahren aufgetretenen produktbezogenen Probleme, z. B. mit Folien.

Dass einige Monitoringsysteme alleine durch eine Kondensbildung an der Unterseite der Dachhaut und somit zu Unrecht regelmäßig Alarm schlagen, ist ein Problem, welches noch nicht gelöst worden ist. Das ist unangenehm, wenn das Dach doch dicht ist. Dazu verursacht es Kosten, wenn der Dachdecker/Bauwerksabdichter zu Unrecht geholt wird.

Mit oft erheblichen Kosten werden Monitoringsysteme eingebaut, welche meistens nie bis kaum ein Ergebnis liefern, welches ihre hohen Kosten auch annähernd vertretbar machen.

Wenn eine Undichtheit in einem Dach entsteht, ist diese fast ohne Ausnahme innerhalb kürzester Zeit sichtbar – somit auch bevor größere Schäden entstehen. Die

Ursache lässt sich fast immer mit minimalen Kosten beheben. Dazu könnte das entstandene Problem oft noch kostenlos unter dem Titel „Gewährleistung“ oder „Garantie“ für den Hausbesitzer behoben werden.

In einem mit erheblichen Kosten verbundenen Dachaufbau auf einem Flachdach, kann trotz eingebautem Monitoringsystem dieses System die Lebenserwartung des Daches nicht verlängern. Das Geld für das Monitoringsystem ist meistens besser angelegt, indem man qualitativ höherwertige Abdichtungsbahnen verwendet, um so die Lebenserwartung des Daches zu verlängern.

16.2. Lecksuche, Leckortung: Systeme und Verfahren

16.2.1. Elektro-akustische Leckortung
Mithilfe eines Tongenerators und Verstärkers wird mittels eines rollbaren Abtaststabes über Kopfhörer ein Tonsignal erfasst und dieser mit einem Referenzton verglichen. So kommt man genau zu den undichten Stellen. D. h., das Tonsignal „leitet“ den rollbaren Abtaststab direkt zur undichten Stelle. Dieses Verfahren ist geeignet sowohl für Flachdächer mit Warmdachaufbau als auch mit Kaltdachaufbau (hinterlüftete Dächer). Der Schotter kann auf dem Dach belassen werden.

16.2.2. Elektro-Impuls-Verfahren (Potentialdifferenz-Verfahren)
Eine Ringleitung (Induktionsleitung) wird entlang der Ränder des Daches bzw. rund um die zu kontrollierende Teilfläche verlegt. Die auf der feuchten bis nassen Dachabdichtung verlegte Ringleitung ist dabei der Minuspol. Das geerdete Gebäude stellt den Pluspol dar. Wird nun die Fließrichtung des Gleichstromes, 40 Volt, gemessen, lässt sich somit ein Leck in der Abdichtung genau bestimmen. Mit den in jeder Hand gehaltenen Handprüfsonden (Stäbe/Stöcke) sieht der Fachmann am Ausschlag auf der Detektoreinheit, in welche Richtung der Strom fließt. Mit vielen Entlüftern und Metallaufbauten ist der Einsatz fast unmöglich und infolge sehr schwierig und kostenintensiv. Das Dach muss nass sein, sonst kann kein Strom fließen.

16.2.3. Rauchgas-/Tracergasverfahren
Das mit Überdruck einströmende, gefärbte Gas kommt bei den offenen Stellen z. B. bei An- und Abschlüssen heraus, wo die Dachhaut nicht voll mit dem Untergrund verklebt wurde. Diese entweichenden Rauchschwaden zeigen dabei ganz genau an, wo die undichten Stellen sind. Das Verfahren setzt voraus, dass das Dach konstruktiv geschlossen ist, damit der Rauch nicht über andere Stellen (z. B. eben nur mechanisch befestigte Hochzüge und Einbindungen) entweichen kann. Dazu darf das Dach nicht voll verklebt sein, damit sich das Gas zwischen den Wärmedämmplatten und der Abdichtung (Dachhaut) des Daches verteilen kann.

Das Tracergasverfahren (Gasdetektionsverfahren) ist fast identisch. Heliumgas – und in seltenen Fällen ein Wasserstoff-Stickstoffgemisch – wird in das Dach eingeblasen. Mit speziellen Ortungsgeräten kann ermittelt werden, wo das Gas austritt und somit auch, wo eine undichte Stelle vorhanden ist.

16.2.4. Thermographie, Wärmebild- und Infrarotaufnahmen
Mit einer Wärmebildkamera kann man die Dachflächen fotografieren, um die Kältebrücken festzustellen. Mit den vorgefundenen Kältebrücken – verbunden mit einer visuellen Kontrolle – kann man genau feststellen, wo Niederschlagswasser in das Dach eindringt. Und zudem erfährt man durch die aufgenommenen Wärmebilder, ob die Wärmedämmung stellenweise feucht/nass geworden ist. Dies aufgrund der unterschiedlichen Temperaturen der feucht-nassen Bereiche im Vergleich zu den übrigen trockenen Bereichen der Wärmedämmung.

16.2.5. Wasserprobe
Eine Wasserprobe kann grundsätzlich nur dort ausgeführt werden, wo ein Dach abgegrenzt ist durch rundum verlaufende Mauern, Attika oder Ähnlichem. Die Probe ist zeitaufwendig, weil sie meist 48 Stunden lang dauern soll. Das Dach wird geflutet und die Abläufe zugestoppelt. Das Verfahren wird gelegentlich verwendet, um eine Dichtheitsprobe bei einem fertigen Dach durchzuführen.

16.2.6. Radiometrie
Dieses System wird wenig eingesetzt. Das Verfahren darf nur mit Ausnahmegenehmigung durch speziell geschulte Mitarbeiter eingesetzt werden. Dieses Verfahren wird mit einer Neutronensonde durchgeführt. Wie bei der Mikrowellen-Feuchtemessung kann man dabei eine gute Darstellung der Feuchteverteilung in der Wärmedämmung im Dach bekommen. Als reine Leckortung ist das Verfahren weniger gut geeignet.

16.2.7. Mikrowellen-Feuchtemessung
Bei diesem Verfahren wird das gesamte Dachpaket z. B. bis 10, 20 oder 30 cm stark mit Mikrowellen gemessen, welche an den Wassermolekülen reflektiert werden (wie ein Radar). Mit dem Verfahren können große Dachflächen schnell gescannt werden. Beim Auslesen über einen Computer bekommt man in unterschiedlicher Farbstärke je nach Menge und Umfang der Feuchtigkeit/Nässe ein genaues Bild über den Zustand der Wärmedämmung. Und über den Verlauf der Feuchtigkeit kann man sehen, woher diese kommt. Somit kann von einem Fachmann die Eintrittsstelle der Nässe festgestellt werden.

16.2.8. Nahtprüfung
Mit einer Prüfnadel werden die Nähte auf den Folien oder Bitumenbahnen händisch kontrolliert, ob die Naht durchgehend klebt bzw. verschweißt wurde. Speziell dort, wo z. B. die Schweißraupe nicht sichtbar ist. Dieses Verfahren ist nur dort sinnvoll, wo kleinere Flächen überprüft werden sollen. Bzw. verbunden mit einer visuellen Prüfung werden nur Stichproben bei den Stößen und Nähten durchgeführt.
Dazu wird für Stichproben, z. B. bei Folien, auch eine Vakuumglocke verwendet, um die Dichtheit der Nähte zu überprüfen.

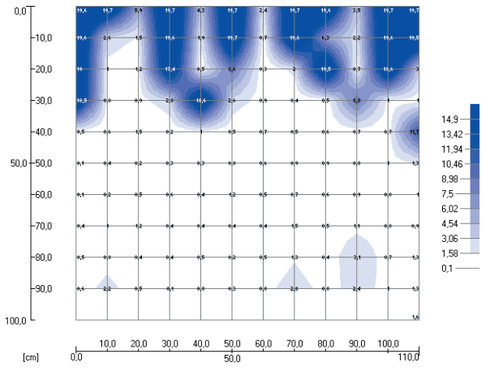
16.2.9. Visuelle Leckortung

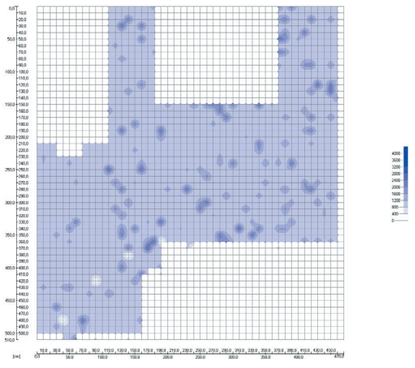
Anhand des Schadensbildes, der Art der vorhandenen Dachkonstruktion sowie evtl. den auf Plänen ersichtlichen bzw. tatsächlich vorgefundenen Dachaufbau kann ein Fachmann schnell und günstig, ohne Geräte, ein Schadensbild aufnehmen. Anschließend kann er die Leckortung durchführen und vor allem gleichzeitig die Schadensursachen feststellen. Erst dann kann eine sinnvolle und richtige Schadensbehebung/Sanierung durchgeführt werden. Es soll bei der Schadensbehebung die Ursache beseitigt werden und nicht nur die sichtbaren Symptome.

16.2.10. Funkenschlagverfahren

Auf Dächern ohne Auflast und die eine saubere Oberfläche aufweisen (z. B. Folie oder Abdichtungsbahnen ohne Schotter) kann dieses Verfahren angewendet werden. Das Verfahren setzt eine komplett trockene Sichtlage voraus (Trockenleckortungsverfahren). Bei diesem Verfahren wird eine Hochspannung über eine Kupferdrahtbürste auf die Dachhaut übertragen. So lassen sich Löcher in einem nicht leitfähigen Material orten. Das Verfahren setzt wie mehrere Monitoringverfahren voraus, dass eine zusätzliche (stromführende) Lage im Dachaufbau verlegt wird.

Grundsätzlich kann man bei der Problematik „Leckortung“ vielleicht etwas boshaft sagen:
Es gibt Dachdecker und Bauwerksabdichter, welche Undichtheiten nicht finden können, dann sollten sich diese einen anderen Beruf suchen. Und dann gibt es Bauwerksabdichter und Dachdecker, welche den Fehler nicht finden wollen, weil man das ganze Dach sanieren und nicht nur den Fehler beheben will.





Beispiele einer Mikrowellen-Feuchtemessung:
Links: eine Tiefenmessung bis 30 cm in das Dach hinein
Rechts: ein Dach mit 4.000 m² Folie

17. Sicherheit am Dach: Was ist erforderlich, was ist vorgeschrieben?

a. Die Sicherheit am Dach wird leider zu oft von den Bauwerksabdichtern und Dachdeckern vernachlässigt und schwer unterschätzt. Erst im Unglücksfall wird einem klar, was passiert. Salopp gesagt:

Wenn ein Mitarbeiter vom Dach herunterfällt, hat er keine Sorgen mehr, der Arbeitgeber (Dachdecker/Bauwerksabdichter) umso mehr, sei es aufgrund strafrechtlicher – aufgrund einer Nichteinhaltung von Sicherheitsvorschriften – oder finanzieller Folgen, weil z. B. die AUVA aufgrund grob fahrlässiger Vernachlässigung der Vorschriften den Unternehmer/ die Firma haftbar macht für die Folgekosten.

b. Von Kunden wird Sicherheit zu oft als unnötige Zusatzkosten beanstandet.

„Da kann ja nichts passieren, das Dach ist flach ...“ Oder: *„Wegen der kleinen Reparatur sollen Sicherheitsmaßnahmen erforderlich sein, welche mehr kosten als die Reparatur selbst?“*

Hier muss etwas klargestellt werden:

Bauseitige Verantwortung für Sicherheit

Der Bauherr hat Mitverantwortung für die Sicherheit lt. BauKG §4(1), §7(1), §8(1) bis (8). Diese gilt sowohl für den Baustellenbetrieb als auch für die gesamte Lebensdauer des Bauwerkes.

Für die Handwerker (Dachdecker, Bauwerksabdichter) gilt neben der Bauarbeiter-Schutzverordnung auch die ÖNORM 3417, welche beinhaltet, welche Sicherungen wo anzubringen sind.

Verantwortung und Aufgabenverteilung sowie Prüfroutinen

Grundsätzlich gilt: Je größer die Gefahr, desto umfassender müssen die erforderlichen, gesetzlich vorgeschriebenen Schutzmaßnahmen sein. Der Eigentümer hat dafür zu sorgen, dass diejenigen, welche am Dach Tätigkeiten ausüben sollen oder müssen (Dachdecker, Bauwerksabdichter, Spengler, Lüftungstechniker, Photovoltaik-Kontrolleure, Rauchfangkehrer, Klimaanlagentechniker usw.) Sicherheitseinrichtungen vorfinden. Diese müssen dazu noch mit einer gültigen Sicherheits-Überprüfungsplakette versehen sein.

Grundsätzlich zwei Problemkreise: Absturz und Durchsturz! Falls keine Sicherungen vorhanden sind, darf das Dach nicht betreten werden.

Hierzu nur die Bemerkung, dass das Arbeitsinspektorat trotz unzähliger Anfragen die Lösung, wie der erste Mann gesichert werden kann, welcher die erste Sicherung montiert, wo zuvor keine war, bleibt scheinbar für immer unbeantwortet.

Der sachkundige Dachdecker/Bauwerksabdichter kann und soll bei objektiver Betrachtung die Gefahrenquellen erkennen. Die Baustelle wird evaluiert und die erforderlichen Sicherungen festgehalten. Eine Baustelle ist immer ein Ort mit besonderen Gefahrenquellen.

§1319 ABGB Haftung des Besitzers für ein Bauwerk. Um zu vermeiden, dass z. B. Teile eines Gebäudes (z. B. Dachziegel) herunterfallen und jemand verletzt wird, ist er/sie haftbar, wenn es infolge einer mangelhaften Beschaffenheit des Bauwerkes passiert ist und er/sie zudem nicht beweisen kann, dass alle zur Abwendung der Gefahr erforderliche Sorgfalt angewendet wurde. Der Eigentümer hat Schutzvorkehrungen und Kontrollmaßnahmen zu setzen, welche in der Praxis bzw. Lebenserfahrung mit normaler Vernunft erwartet werden kann.

In der ÖNORM B sind z. B. Elemente der Objektsicherheitsmaßnahmen angeführt. In unserem Fall wesentlich z. B. die Gebäudehülle mit Dach, Kaminköpfen, Lichtkuppeln usw.

Die Ergebnisse (Prüfbericht und Befund) der jährlichen Sicherheitsüberprüfung von z. B. Anschlagpunkten und Seilsicherungen am Dach sind aufzuheben und bei Bedarf, wenn Handwerker am Dach arbeiten, evtl. herzuzeigen.

Die Prüfzyklen für das Dach ist auch in der ÖNORM B 3691 angeführt. Empfohlen wird ein Mal pro Jahr. Evtl. zwei Mal. Nach dem Laubfall im Herbst, um verstopfte Gullys freizulegen, und nach dem Winter, um zu kontrollieren, ob Schäden entstanden sind.

Der Umfang der Kontrollen ist in Checklisten festzuhalten. Darin werden auch eventuell erforderliche Arbeiten/Maßnahmen angeführt, um weitere Schäden zu vermeiden bzw. ihnen vorzubeugen.

18. Allgemeines Schlusswort

18.1. Beschwerden aufgrund von Fehlern, wo der Bauwerksabdichter/Dachdecker keine Schuld hat

Nach Fertigstellung einer Neueindeckung oder einer Dachsanierung kommt es gelegentlich zu kleineren Beschwerden vom Bauherrn aufgrund angeblicher Mängel. Hier wäre auf die Hinweis- und Warnpflicht hinzuweisen, wenn etwas nicht in Ordnung sein sollte oder wenn der Bauherr nicht regelkonforme Wünsche äußert und sich beschwert, wenn diese auftragsgemäß durchgeführt wurden, ihm das Ergebnis aber schlicht und einfach nicht gefällt.

Dazu Folgendes, um Missverständnisse zu vermeiden:

1. In der nach der Planung vorgesehenen Neigung oder dem Gefälle einer Dachfläche können sich Abweichungen ergeben:

   - im Rahmen zulässiger Bautoleranzen,
   - durch unterschiedliche Dicken/Stärken des Werkstoffes sowie
   - durch Überlappungen (Nähte/Stöße).

2. Bei Dächern mit einer Dachneigung bis ca. 3° (= 5 %) kann immer noch etwas stehendes Wasser vorkommen, obwohl die Neigung weit über den Anforderungen lt. ÖNORM liegen (2 %).

3. An den Fugen von Dämmplatten oder im Bereich von Randhölzern, Zargen u. a. ergibt sich in der Regel ein von den Werten der Fläche geringfügig abweichender Wärmedurchlasswiderstand. Dadurch können sich bei Reif, einer dünnen Schneedecke oder bei Feuchtigkeit auf der Dachfläche oder auch bei Ablagerungen auf der Dachfläche Abzeichnungen ergeben (Kälte-/Wärmebrücken): Diese müssen aber kein Mangel sein.

4. Eine hohlraumfreie Verklebung ist unter Baustellenbedingungen nicht immer erzielbar. Einzelne, z. B. durch kleinste Unebenheiten entstehende geringfügige Hohlräume können vereinzelt zu Blasenbildungen führen. Dies bedeutet aber nicht, dass das Dach undicht ist. Blasen sind per Definition Dampf unter Druck und somit wasserdicht. Evtl. entstandene Blasen lassen sich leicht mit minimalem Aufwand beseitigen.

5. Schattenähnliche Abzeichnungen, Pfützen, geringfügige Blasen oder Wellen bzw. Falten sowie verbleibendes Wasser hinter den Nähten stellen daher keinen tauglichkeitsmindernden Mangel des Flachdaches dar (dies hängt ein bisschen von der Ursache ab). Dies gilt auch für hervortretende Klebemasse an den Nähten und Stößen (z. B. Schweißraupen) bei der Verwendung von fabriksmäßig betreuten Abdichtungsbahnen, welche z. B. im Flämmverfahren verlegt werden.

18.2. Künftige Entsorgung bei der Planung berücksichtigen

Man bemüht sich um eine Umweltverträglichkeit bei Dachabdichtungen. Recycling ist hier wichtig, setzt aber voraus, dass eine Materialtrennung möglich ist. Es werden immer wieder bei Sanierungen verschiedene Materialien miteinander verklebt,

geflämmt, verschweißt oder im Streichverfahren verbunden. Nur eines Tages müssen die Dächer entsorgt werden, sei es wegen Abbruch oder um eine bauphysikalische richtige bzw. bessere Lösung zu bekommen. Dann hat man eine verklebte Masse (Verbundmaterialien) aus verschiedenen Materialien und die Entsorgung wird oft sehr teuer. Daher sollten so früh wie möglich, aus Kostengründen am besten bereits bei der Bauplanung, Entsorgungskonzepte erstellt werden.

Lose verlegte Schichtenaufbauten haben den Vorteil, dass sie problemlos montiert und später demontiert werden können. Löst man z. B. die Schrauben bei einem mechanisch befestigten Dach, kann man die einzelnen Funktionsschichten leicht trennen und jeweils separat kostengünstig entsorgen. Man könnte evtl. sogar die Wärmedämmung wiederverwerten, weil diese nicht verklebt wurde.

18.3. Architekten

Architekten, viele, leider sehr viele Architekten, und ich schließe viele mit ein (Ausnahmen werden aber dennoch sicher existieren).
Freiberufliche Architekten stehen ganz in der Eigenverantwortung als Planer und sind haftbar für das, was sie entwerfen und planen (obwohl bei Ausschreibungen hier massiv versucht wird, die komplette Haftung für Fehler an die Bauwerksabdichter und Dachdecker abzuwälzen). Man weiß somit um die Risiken des Planers und will diese weitergeben. Architekten bei Bauträgern oder Bauunternehmen stehen rechtlich anders da, aber auch hier wird versucht, die Haftung weiterzureichen, um sich selber zu schützen. Der Architekt ist haftbar und muss auf die Details eingehen.

„Ein Architekt erbringt seine Leistungen vollständig und in fachgerechter Qualität, auch solche, die im Vertrag nicht ausdrücklich erwähnt, jedoch nach dem Stand der Technik, den Regeln der Baukunst, den bestehenden Gesetzen, Vorschriften, Richtlinien, Normen usw. zu erbringen sind.“

Ein Architekt kann nie ein Spezialist mit dem entsprechenden Fachwissen, welches ein Bauphysiker, Statiker, Bauwerksabdichter oder Werkstoffkundiger in seinem jeweiligen Fach- und Sachgebiet hat, sein, aber er muss ein Grundwissen haben, welches ihm zu den richtigen Lösungen bringen soll. Vor allem sollte er Wissen über seine eigenen Grenzen mitbringen und wissen, dass es andere gibt, welche ein besseres Wissen haben als er selbst. Er muss über seinen eigenen Schatten springen können. Es fällt ihm kein Stein aus der Krone, wenn er eine Fachfirma fragt, ob die gewünschte Lösung zwar künstlerisch vielleicht wertvoll wäre, aber in der Praxis bald zu Bruch gehen würde, weil diese als dauerhafte Lösung technisch nicht umsetzbar wäre.

18.4. „In der Praxis bewährt“ ist oberstes Gebot

Einige Problemlösungen und Abdichtungsmaterialien haben sich im Laufe der Zeit wesentlich geändert (gezwungenermaßen aufgrund der schlechten Erfahrungen in der Praxis). Es wurde die Zusammensetzung/Rezeptur der Folien/Abdichtungsbahn oder auch noch die Verlegerichtlinien des Herstellers, weil diese in der Praxis sich nicht bewährte, geändert.

Die letzten 60 Jahre erforderten insbesondere bei einigen Folien wiederholte Änderungen (von damals 0,8 mm Dicke bis heute 1,8 bis 2,0 mm). Früher ohne Armierung, jetzt mit Armierung – bis hin zum Wechsel der Rohstoffe, weil man bestimmte Probleme nie in den Griff bekommen hat (der Schrumpf war und ist ein großes Problem).

Die kunststoffmodifizierten Bitumensysteme haben nur am Anfang Probleme gehabt mit der Armierung aus Synthesefaservlies.

Hier wird ersichtlich, dass sich Lösungen auf bituminöser Basis grundsätzlich besser bewährt haben und diese – im Gegensatz zu vielen Kunststofffolien – relativ systemgleich geblieben sind. Hier entdecken wir, was gemeint ist mit „bewährt“ und „langzeiterprobt“.

Werkstoffe und Dachsysteme, welche mit sicherem Erfolg nur unter Labor- oder Werkstättenbedingungen verarbeitet, hergestellt oder ausgeführt werden können, sind für Dachabdichtungen ungeeignet. D. h., der schönste Laborbericht und die schönste Laborprüfung kann nie eine gute langzeitbewährte Referenz ersetzen.

Jeder weiß, dass es sehr viele Arten von Dachabdichtungen gibt.

Viele sind ähnlich im Aussehen,
viele sind ähnlich in Bezug auf das System,
viele sind ähnlich in Bezug auf den Rohstoff
und bei vielen regnet es hinein.

19. Schadensfotos bei verschiedenen Eindeckungen (Beispiele)
19.1. Schadensfotos von Dächern mit Beschichtung




Loslösungen vom Untergrund. Material- und Arbeitsfehler. Voranstrich als Staubbinder und Haftbrücke fehlt. Dazu Bild links Versprödung und somit Risse im Material.




Fehlende Haftung aufgrund von Material- und/oder Arbeitsfehlern und/oder schlechter Witterung bei der Auftragung.



Rechts im Bild: Material löst sich, hängt herunter.
Material war unverträglich mit dem Untergrund.
Planungsfehler, falsches Material angeboten ohne Prüfung des Untergrundes.

19.2. Schadensfotos von Dächern mit Dachpappe

Hier wird ersichtlich, dass die Fotos Dächer zeigen, welche erheblich älter sind als Dächer mit anderen Eindeckungssystemen. Abgesehen von den Fotos der Dächer, bei denen eine Alterung wirklich über Jahrzehnte stattgefunden hat, zeigen die Fotos hier hauptsächlich Arbeitsfehler. Mit Bitumensystemen (Dachpappe) sind Fehler im Material sehr selten. Weil aber viele glauben, dass doch jeder eine Rolle Dachpappe verlegen kann, zeigt sich dann die späte Rache des Materials, welches nicht fachgerecht verlegt/verarbeitet wurde:




Bild links: Nach über 50 Jahren ohne Pflege oder Wartung sieht das Dach so aus.
Bild rechts: Der Bauwerksabdichter/Schwarzdecker hat so hart geflämmt, dass die Hitze durch die Abdichtungsbahn gegangen ist und er sich mit seinen Schuhabdrücken verewigt hat.

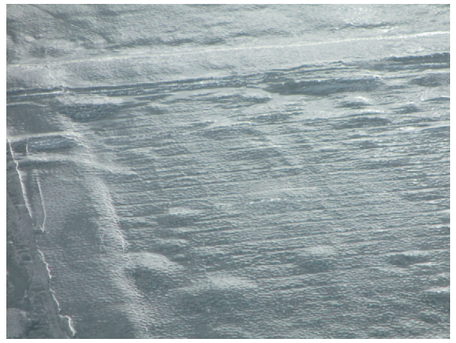



Bild links: Hier gibt es Blasen. Hier erfolgte evtl. die Verlegung bei nasser Witterung. Somit entstanden später Blasen aufgrund der eingeschlossenen Feuchtigkeit. Arbeitsfehler.
Bild rechts: Wenn man schon mit dem Gasbrenner unterwegs ist, dann ordentlich. Die Abdichtungsbahnen wurden im Flämmverfahren verlegt, es wurde aber nicht für Schutz bei den Lichtkuppeln gesorgt und deswegen verbrannten diese. Arbeitsfehler. Grob fahrlässig.





Bild links: Die Dachpappe rutschte langsam, aber sicher ab. Durch eine starke Aufheizung durch die Sonne, durch die dunkle Oberfläche und aufgrunddessen, dass für das Verkleben der Dachpappe kein Steildachbitumen verwendet wurde. Noch dazu war der Raum darunter produktionsbedingt ständig beheizt. Planungsfehler.
Bild rechts: Eine falsche Dachpappe (diese darf nicht als Sichtlage verwendet werden) wurde bei der „Sanierung“ verwendet. Beim Einklebeflansch am Ablauf/Gully sind die Dachpappe und die Glasvlieseinlage gerissen. Aufgrund fehlender Wartung und Pflege des Daches entsteht dann unerwünschter Pflanzenbewuchs.



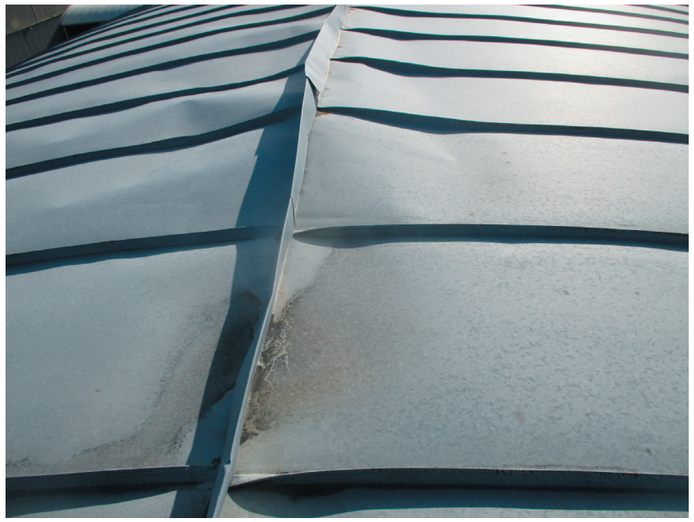


Bild links und rechts: Altersbedingte Abwitterung, die Dachpappe und das Heißbitumen sind ausgelaugt und ausgetrocknet. Wenn, dann entsteht dies erst nach ca. 35 Jahren. Das Dach kann trotz Abwitterung noch dicht sein, weil es mehrlagig ausgeführt ist.

Dämmstoffwanderung aufgrund fehlender mechanischer Befestigung des Dachaufbaus auf einer schwingungsanfälligen Konstruktion (Trapezprofile). Planungs- und Arbeitsfehler.



19.3. Schadensfotos von Dächern mit gefalztem Blech (Beispiele)



Das Blech dehnt sich bei Hitze zu stark. Arbeitsfehler. Dehnung nicht berücksichtigt.



Lötnähte reißen an Kreuzverbindungen. Arbeitsfehler. Thermische Bewegungen.



Zinkblech wird zersetzt. Arbeitsfehler. Evtl. auch Planungsfehler wegen Aufbau.

Zinkblech wird zersetzt z. B. aufgrund der Betondecke.
Arbeitsfehler und evtl. auch Planungsfehler aufgrund fehlender Trennlage.



19.4. Schadensfotos von Dächern mit HP-Schalen und Sheddächern
Hier begegnen wir seit Jahrzehnten immer wieder den gleichen Fehlern.
Die Abdichtungsbahnen werden nicht oberkantig mechanisch befestigt bzw. soweit erforderlich evtl. noch dazu in der Mitte, quer zum Gefälle, nochmals eine Nagelbohle montiert, um ein Abrutschen zu verhindern. Zuerst Planungsfehler und dann sollte der Bauwerksabdichter wissen, dass es, so wie geplant, ohne mechanische Befestigung nicht geht. Wenn er trotzdem verlegt, haben wir einen Arbeitsfehler.

Sheddächer:









Die starke Hitze in dem Shed und das Gewicht der Abdichtungsbahnen. Das Bitumen wird weich und die darüberliegende Dachhaut fängt an, nach unten zu sacken.



Die gesamte Dachhaut sackt ab.

HP-Schalen:
Die Problematik ist hier die gleiche, nur die Dachfläche ist „kleiner“. Weil die Schale schmäler ist, werden die Temperaturen auf der Dachfläche dadurch noch größer.



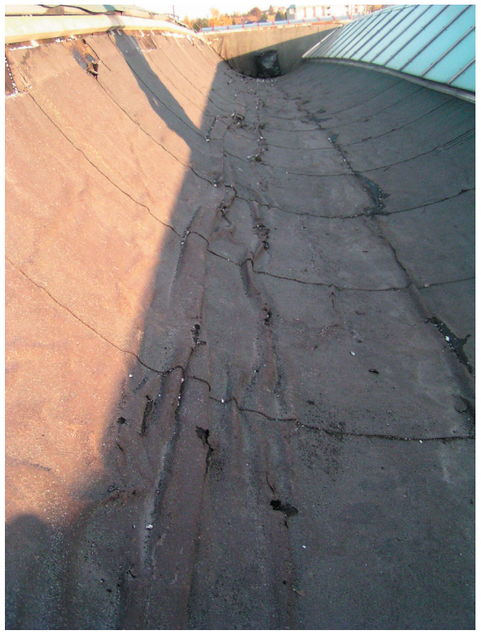


Bild links: Oberkantig sackt die Dachhaut ab.
Bild rechts: Die abgesackte Dachpappe schlägt in der Schalenmitte Falten.





Das eingedrungene Wasser sammelt sich in der Schalenmitte. Oberkantig sackt die Pappe ab und trocknet aus, aber in der Mitte wachsen die Pflanzen. Nasse Wärmedämmung in der Mitte von HP-Schalen ist leider „normal“. Der Beton in der Schale ist meistens sehr gut und die Schale an sich wasserdicht. „Undicht“ werden die Schalen gefällebedingt daher nur an den jeweiligen Enden mit den Abläufen. Dort rinnt das Wasser aus der gesamten Schale heraus.

19.5. Schadensfotos von Dächern mit EPDM-Folie (Schrumpf und Befestigung)




Bild links: Aufgrund einer Schrumpfung der Folie wird, trotz tonnenschwerer Auflast durch den Schotter, der Gully herausgezogen.
Bild rechts: Die Befestigung hat sich gelöst (Schrumpf). Die Sturmsicherheit ist dahin.




Erst schrumpft die Folie und/oder löst sich die Befestigung – und der Sturm macht den Rest.

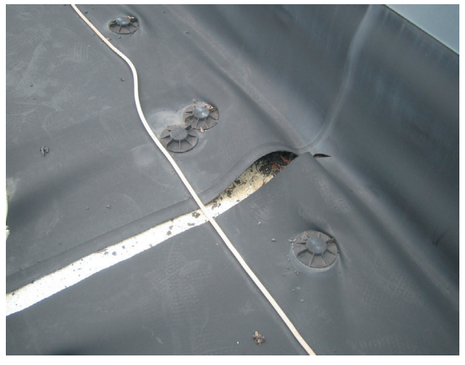



Bild links: Starke Schrumpfung, die Folie ist gerissen, die Befestigung blieb.
Bild rechts: Starke Schrumpfung und anschließend Rissbildung bei einer Naht.

19.6. Schadensfotos von Dächern mit PVC-Folie




Bild links: Verseifung des Klebers am Aufsatzkranz. Loslösung und dazu Schrumpf.
Bild rechts: Starker Schrumpf, altersbedingte Versprödung der Folie, daher Risse.




Bild links: Der Schrumpf reißt die mechanische Befestigung heraus.





Bild links: Sogenannte „Dehnungsfuge“, hergestellt mit PVC-Folie. Fehlende Elastizität und ständige Überdehnungen. Ergebnis: Folie reißt. Planungsfehler. Nach dem Stand der Technik jetzt auch Arbeitsfehler. Ist oft vorgekommen. Niederschlagswasser rinnt somit ungehindert hinein.
Bild rechts: Nach Jahren löst sich oft die vom Hersteller auf das Blech aufkaschierte PVC-Folie ab.





Bild links: Die oberkantig mechanisch befestigte und flächig verklebte Folie wurde durch den Schrumpf weggerissen. Dies trotz tonnenschwerer Auflast mit Schotter.
Bild rechts: PVC-Folie ist altersbedingt spröd-hart geworden und durch kleinstem Druck (z. B. Hagel) oder alleine durch den Rauchfangkehrer entstehen sofort Löcher in der Folie.

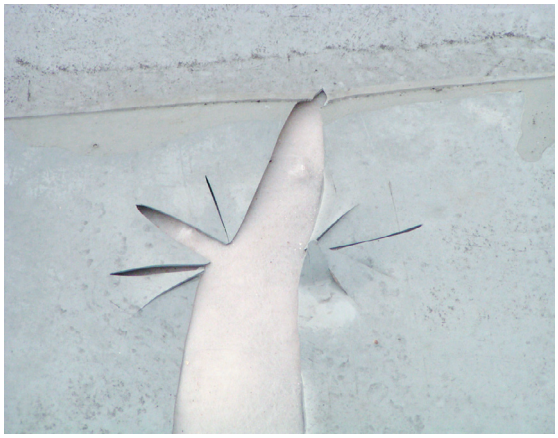




Bild links: Zuerst kleiner Riss und die Flächenspannung (Schrumpf) der Folie reißt die Folie auseinander.
Bild rechts: Der Schrumpf hat sogar die Attikaverblechung weggerissen.





Bild links: Der Schrumpf der Folie zieht Gullys aus den Fallrohren heraus. Wasser rinnt somit direkt in die Halle hinein.
Bild rechts: Zugfalten und Wellen, Attikaanschluss bereits durch Schrumpf schräg und gespannt. Dunstabzüge/Rohre werden durch den Schrumpf schief.