



JÜRGEN LECH



# Dach- und Bau- werksabdichtung in der Praxis

**Schadensbilder, Sanierungs-  
möglichkeiten, Detaillösungen**

3., überarbeitete  
und erweiterte Auflage

expert ›

# Dach- und Bauwerksabdichtung in der Praxis



Jürgen Lech

# **Dach- und Bauwerksabdichtung in der Praxis**

Schadensbilder, Sanierungsmöglichkeiten,  
Detaillösungen

3., überarbeitete und erweiterte Auflage



Kontakt & Studium

Band 643

Herausgeber: Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. Wilfried J. Bartz

Dipl.-Ing. Hans-Joachim Mesenholl

**expert** ›

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.dnb.de> abrufbar.

3., überarbeitete und erweiterte Auflage

2., aktualisierte Auflage 2009

1. Auflage 2004

© 2019 · expert verlag GmbH

Dischingerweg 5 · D-72070 Tübingen

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Alle Informationen in diesem Buch wurden mit großer Sorgfalt erstellt. Fehler können dennoch nicht völlig ausgeschlossen werden. Weder Verlag noch Autoren oder Herausgeber übernehmen deshalb eine Gewährleistung für die Korrektheit des Inhaltes und haften nicht für fehlerhafte Angaben und deren Folgen.

Internet: [www.expertverlag.de](http://www.expertverlag.de)

eMail: [info@verlag.expert](mailto:info@verlag.expert)

Printed in Germany

ISBN 978-3-8169-3454-7 (Print)

ISBN 978-3-8169-8454-2 (ePDF)

## Vorwort

---

Die Welt verändert sich, Aufgaben die an die Bauwerksabdichtung gestellt werden bleiben. Der Anspruch, den ein Bauherr an sein Bauwerk stellt, hat sich verändert.

Die Normen, Regeln, Merkblätter, die Abdichtungs- und Dämmsysteme, die Vorgaben des Gesetzgebers an den Wasserhaushalt, ändern sich fortlaufend.

In den vergangenen Jahren haben wir an einer kompletten Novellierung der allgemein anerkannten Regeln der Technik, im Bereich der Abdichtung teilhaben dürfen.

Dabei hat der Normenausschuss, mit der Aufsplittung der Regeln der Bauwerksabdichtung, die weitestgehend in der DIN 18195, die 10 Teile umfasste, niedergeschrieben waren, in 5 (Einzel)Normen, DIN 18531 – 18535 vorgenommen, diese aktualisiert und erweitert.

Die Kenntnis um diese Normenreihe ist ein Muss für alle, die Bauwerksabdichtungen planen, ausführen, kontrollieren und sanieren.

Der Erwerb dieses Buches ist kein Ersatz dafür, er bietet viel mehr eine Ergänzung, eine Erläuterung der Anforderungen, der Fehlerquellen und der Möglichkeiten auf dem Weg vom IST zum SOLL, zu einer dauerhaft funktionierenden Bauwerksabdichtung.

Der Abdichtungsmarkt bietet vielzählige, aber nicht für jeden Einsatzzweck gleichbleibend, geeignete Produkte, die es dem Bauherrn, dem Planer und dem Ausführenden ermöglichen, dass ein Bauteil, ein Bauwerk sicher und dauerhaft abgedichtet wird.

Es wundert mich immer wieder, wie wenig Energie in eine fachgerechte Planung und wie viel Energie und Zeit, dann, wenn es nicht funktioniert und/oder der Auftraggeber hofft, über eine Mangelbehauptung, einen gerichtlichen Vergleich die Kosten reduzieren zu können, in die Gerichte auslastenden Bauprozesse investiert wird.

Die Fehler, die mir als Sachverständigem immer wieder begegnen, sind vielfach auf falsche Einschätzung von Einflüssen, den fehlerhaften Einsatz von Materialien und deren mangelhafte Verarbeitung zurückzuführen.

Dass dieses nicht so sein muss, kann an vielen Millionen funktionierenden Flachdächern, an vielzähligen Bauwerksabdichtungen bewiesen werden.

Ich wünsche Ihnen beim Lesen des Buches viel Vergnügen, viele neue Erkenntnisse, und würde mich freuen, wenn wir uns vielleicht bei einem meiner nächsten Seminare persönlich kennenlernen würden. Weitere Informationen erhalten Sie unter [www.lech-bfd.de](http://www.lech-bfd.de)

Bis dahin – guten (D)ach!  
Essen, im März 2019

Jürgen Lech



# Inhaltsverzeichnis

---

<b>1</b>	<b>Flachdächer und Abdichtungen</b> .....	<b>1</b>
1.1	Der Ruf des flachgeneigten Daches .....	1
1.2	Grundlagen des flachgeneigten Daches .....	2
1.2.1	Das Flachdach genau betrachtet .....	2
1.2.2	Anforderungen.....	3
1.2.3	Planung.....	4
1.2.4	Grundlagen – Konstruktionen .....	7
1.3.	Von der Unterkonstruktion bis zur Abdichtung .....	12
1.3.1	Die Funktionsschichten des (nichtbelüfteten) Daches .....	12
1.4	Dachentwässerung.....	69
1.4.1	Grundlagen .....	69
<b>2</b>	<b>Entwässerung: Normen, Regeln, Dimensionierung – Arten</b> .....	<b>71</b>
2.1	Entwässerung bei (un)begrüntem Dachflächen.....	72
2.1.1	Die Freispiegelentwässerung.....	73
2.1.2	Die Unterdruckentwässerung .....	73
2.1.3	Entwässerung – Planung & Einbauteile .....	74
2.1.4	Entwässerung – Wartung.....	76
<b>3</b>	<b>Dachschäden, Schadensbilder &amp; -ursachen</b> .....	<b>77</b>
3.1	Rissbildungen .....	78
3.1.1	Shattering: .....	80
3.1.2	Schadensursachen.....	86
3.1.3	Konsequenzen .....	88
3.1.4	Schäden an der Dachentwässerung .....	89
3.1.5	Der Dachrand .....	92
3.1.6	Der Einfluss angrenzender Bauteile .....	97
<b>4</b>	<b>Vom geschädigten zum funktionsgerechten Flachdach</b> .....	<b>99</b>
4.1	Instandsetzung, Sanierung oder Totalabriss .....	99
4.1.1	Der Ist-/Sollvergleich .....	101
4.1.2	Antworten, Entwicklungen, Systeme .....	115
<b>5</b>	<b>In der Praxis</b> .....	<b>119</b>
<b>6</b>	<b>Die Fachregeln und Normen für Flachdächer</b> .....	<b>120</b>
<b>7</b>	<b>Aus der Praxis berichtet</b> .....	<b>133</b>
7.1	Flachdachsanierungen – ein (un-)kalkulierbares Risiko? .....	134
7.1.1	Der Fehler steckt oft im Detail .....	134
7.1.2	Abriss und/oder Sanierung .....	134
7.2	(Teil)Sanierung ändern (Flach)Dächern einer Schule.....	135
7.3	Dachkombinationen im Blickpunkt.....	144
7.4	Kommentar.....	158

<b>8</b>	<b>Dachbegrünungen .....</b>	<b>159</b>
8.1	Grundlagen .....	159
8.1.1	Die anerkannten Regeln der Technik (aaRdT).....	160
8.2	Intensiv/Extensiv-Begrünung.....	164
8.2.1	Grundlagen/Begrünung .....	170
8.2.2	Wurzelfest mit oder ohne zusätzliche Wurzelschutzlage? .....	172
8.2.3	Die Schutzlage.....	175
8.2.4	Die Drainemente .....	175
8.2.5	Das Filtervlies.....	176
8.2.6	Die Substratschicht.....	177
8.2.7	Die Bepflanzung (Begrünung) .....	177
8.2.8	Gewerke Trennung.....	179
8.2.9	Anforderung – Detaillösung.....	181
8.2.10	Die Entwässerung.....	182
8.2.11	Anforderung – Brandschutz .....	183
8.3	Unfallschutz .....	184
8.4	Und in der Praxis ... ..	185
8.4.1	Tipps und Stolpersteine .....	185
8.4.2	Das Vorhaben: „Dachbegrünung“ .....	187
8.4.3	Die Be- und Entwässerung (von Gründächern) .....	191
8.4.4	Fazit.....	199
<b>9</b>	<b>Sonnenenergie vom Dach.....</b>	<b>200</b>
<b>10</b>	<b>Flachdächer warten, inspizieren, Instand setzen - Kosten sparen.....</b>	<b>216</b>
10.1	Muss das Flachdach gewartet werden? .....	217
10.1.1	Was fordern die allgemein anerkannten Regeln der Technik? .....	218
10.1.2	Wartung und/ oder Versicherungsschutz?.....	220
10.1.3	Wartung gleich Flachdach dauerhaft dicht? .....	222
10.1.4	Dachwartung kontra ... Gewährleistung? .....	223
10.1.5	Dachwartung und Dachinspektion? .....	227
10.1.6	Der Sicherheitscheck .....	228
10.1.7	Der Weg zum sicheren Flachdach ....	229
<b>11</b>	<b>Sicherheit.....</b>	<b>233</b>
11.1	Grundlagen .....	233
11.1.1	Anforderungen.....	233
11.1.2	Die Verordnung über Sicherheit- und Gesundheitsschutz auf Baustellen .....	234
11.1.3	Sicherheit in der Praxis.....	236
11.1.4	(Planungs-)Gewährleistung .....	237
<b>12</b>	<b>Bauwerksabdichtung .....</b>	<b>239</b>
12.1	Grundlagen .....	239
12.1.1	Allgemeines.....	239
12.1.2	Die anerkannten Regeln der Technik (aaRdT.) .....	240
12.1.3	Zu erwartende Belastungen.....	244
12.1.4	Anforderungen .....	246
12.1.5	Die Planung .....	248

12.2	Die DIN Normenreihe 18531 – 18535 (Dach + Bauwerksabdichtung).....	259
12.2.1	DIN 18531 (07/2017) Abdichtung von Dächern sowie von Balkonen, Loggien und Laubengängen .....	260
12.2.2	Die DIN 18532 (07/2017) Abdichtung von befahrbaren Verkehrsflächen aus Beton.....	265
12.2.3	DIN 18533 (07/2017) Abdichtung von erdberührten Bauteilen .....	272
12.2.4	DIN 18534 (07/2017) Abdichtung von Innenräumen .....	274
12.2.5	DIN 18535 (07/2017) Abdichtung von Behältern und Becken.....	284
12.2.6	DIN 18195 (07/2017) Abdichtung von Bauwerken – Begriffe.....	288
12.3.	In & aus der Praxis .....	301
12.3.1	Befahrende, begrünte, hoch beanspruchte Abdichtungsflächen mit hohem Fehlerpotenzial .....	301
12.3.2	Balkone – mäßig beanspruchte Abdichtungsflächen mit hohem Fehlerpotential .....	316
12.3.3	Flachdächer auf Garagen mit unterschiedlichen Anforderungen? .....	324
12.4	Ausführungen und Abdichtungen mit besonderen Beanspruchungen – Sonderfälle oder Standards in der Praxis - .....	329
12.5	Schutz der Abdichtung .....	333
12.5.1	Beanspruchung durch Schutzschichten .....	333
12.5.2	Ein bewährtes System? .....	334
12.5.3	Kann auf einen Schutz verzichtet werden? .....	336
12.5.4	Damit der erste Spatenstich nicht gleich der letzte wird. ....	336
12.5.5	Schutzbelag mit Folgen ... das darf nicht sein (und das muss nicht sein) .....	337
12.6	Vor und nach der Ausführung – Grundlegendes.....	338
12.6.1	Gewährleistungsverlängerung.....	338
<b>13</b>	<b>Zum Schluss – Wissenswertes .....</b>	<b>339</b>
13.1	Anerkannte Regeln der Technik – ... technische Regeln oder? Kritische Betrachtungsweise von (Fach)Publikationen, Regelwerken, technischen Regeln und den darin enthaltenen Aussagen.....	339
13.1.1	ABC der Bitumenbahnen – Fachregel für Abdichtungen (Flachdach-Richtlinien).....	339
13.1.2	Beschreibung klassischer Dachkonstruktionen .....	341
13.1.3	Windlast.....	343
	<b>Literatur / Quellen .....</b>	<b>346</b>



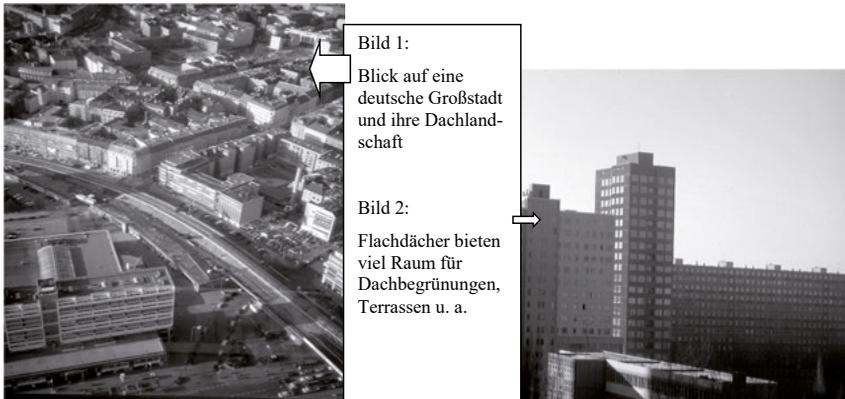
# 1 Flachdächer und Abdichtungen

---

## 1.1 Der Ruf des flachgeneigten Daches

Das Flachdach hat entgegen den Möglichkeiten, die es bietet, einen ungerechtfertigt schlechten Ruf.

Hat es doch im Industrie-, aber auch Verwaltungs- und Wohnungsbau, eine lange Tradition, und ist es doch aus meiner Sicht die wirtschaftlichste Art, ein Gebäude nach oben abzuschließen und die darunter liegenden Räume gegen die Witterung, klimatische Veränderungen etc. zu schützen.



Dies ist leicht zu begründen, z. B. mit folgenden Fakten:

- kein Wohnraumverlust, keine schrägen Decken
- je nach Konstruktion und Ausführung eine vielseitig nutzbare Fläche, z. B. als Dachgarten, Lagerfläche, Dachterrasse etc.

Entgegen dem hierzulande anhaltenden Trend zur Dachbegrünung werden Flachdächer in anderen Ländern viel mehr genutzt, z. B. als Tennisplatz, Schulhof (gesehen bei einer Schule in Barcelona) u. a. m.

Auch eine Wartung ist bei einem gering geneigten Dach selbstverständlich viel einfacher als bei einem z. B. um 30 Grad geneigten, eingedeckten Dach.

Selbstverständlich ist das Dachsichtenpaket, die Unterkonstruktion, gemäß der zu erwartenden Belastungen, also auch der Nutzung, des Daches abzustimmen.

## 1.2 Grundlagen des flachgeneigten Daches

### 1.2.1 Das Flachdach genau betrachtet

Das Dach ist eines der höchst beanspruchten Bauteile im Hochbau.

Die vorrangigen Aufgaben des Flachdaches sind der Schutz der sich darunter befindlichen Räumlichkeiten und Bauteile vor der Witterung. Dazu zählt neben dem Schutz vor Feuchte auch der Schutz vor Wärme und Kälte. Beim genutzten Dach kommen Aufgaben wie die Aufnahme von Materialien, Fahrzeugen oder z. B. einer Dachbegrünung hinzu.

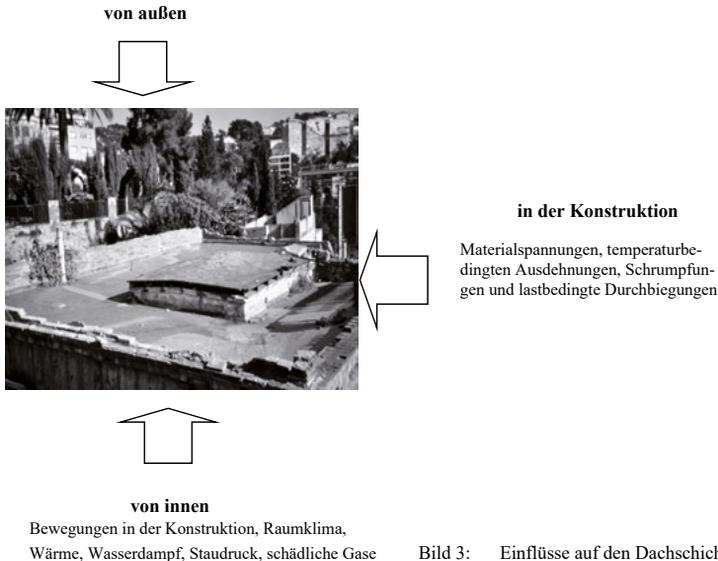
Dementsprechend vielfältig sind auch die Belastungen, die bei einer Planung, einer Auswahl der Materialien und Systeme zu berücksichtigen sind, wie z. B.:

- Belastungen aus der Nutzung (Schwingungen, Begehen, Befahren etc.)
- Belastungen aus der Witterung (Schnee, Hagel, Eis, Regen etc.)
- Belastungen aus dem unterschiedlichen Verhalten der Materialien (Metall, Bitumen, Kunststoff etc.)

### Abdichtung von Flachdächern

#### **Einflüsse auf den Dachsichtenaufbau:**

Temperaturen, Niederschläge, Eis- und Tauwasser, Wind, Ozon, UV-Strahlung, Mikroorganismen, Rauchgase, mechanische und chemische Einwirkungen, Schall, Flugfeuer, strahlende Wärme, Nutzungen, Bewuchs, Verschmutzungen, Verkrustungen



Bei der Dachbegrünung sind hier noch mikrobiologische Belastungen, der Wurzelangriff, z. B. beim Wasseranstau, die Belastung aus dem stehenden Wasser etc. zusätzlich zu den vorgenannten Faktoren zu berücksichtigen.



Bild 4: Extensive Dachbegrünung auf dem Flachdach einer Schule im Rheinland

### 1.2.2 Anforderungen

Wen wundert es da, dass für die unterschiedlichen Abdichtungsflächen, wie Parkdecks, benutzte und ungenutzte sowie begrünte Flachdächer, Bauwerksabdichtungen u. a. m., verschiedene Normen und Richtlinien sowie Herstellervorschriften gelten, die durch baurechtliche Bestimmungen aus der Musterbauordnung (MBO), den Landesbauordnungen (LBO), den Richtlinien der Fachverbände, z. B. der Fachregel für Abdichtungen, den DIN-Normen, wie z. B. den DIN Normen 18531 – 18535 der Flachdach- und Bauwerksabdichtung – sowie den Material- und Herstellervorschriften ergänzt werden.

All diese Regeln und Richtlinien, Normen und Empfehlungen unterliegen außerdem ständigen Anpassungen und stellen vielfach nur eine Empfehlung dar, deren Richtigkeit objektbezogen zu prüfen, ggf. auf der Grundlage dieser individuell anzupassen ist.

Die aktuelle Fassung der im Jahr 2017 erschienene Neufassung der DIN 18531 unterscheidet sich, erst einmal in der Aufnahme des Teils 5 (vorher Teile 1 – 4, nicht genutzte Flachdächer), der sich mit der Abdichtung von Terrassen, Balkonen, Laubengängen – genutzten Abdichtungsflächen beschäftigt.

Begrifflichkeiten, wie Anforderungsklassen, und -kategorien haben sich geändert. Es bleibt aber, anders als in der Flachdachrichtlinie bei der Klassifizierung der Flachdächer, in K1 & K2, welche bereits bei der Planung der Flachdächer anzugeben ist.

K1-Dächer = Standardausführung, und

K2-Dächer = höherwertige Ausführung

Die Einstufung erfolgt, abhängig von den Temperaturbelastungen an der Oberfläche, zwischen hoch temperaturbelasteten und gering temperaturbelasteten, sowie hoch mechanisch belasteten und gering mechanisch belasteten, wobei es sich bei Letzteren meist um Dachflächen mit einem schweren Oberflächenschutz handelt.

Zu unterscheiden sind genutzte und nicht genutzte Abdichtungsflächen, zum Beispiel an Flachdächern, Balkonen, Loggien, Dachterrassen, die auf der Grundlage der Fachregeln für Abdichtungen bzw. DIN 18531 zu planen und auszuführen sind und Bauwerksabdichtungen, z. B. an befahrenen, wie auch Abdichtungen im erdberührten Bereich, Nassräumen, Behältern, etc. die, je nach Lage auf der Grundlage der DIN 18192 – 18535 als Bauwerksabdichtungen zu planen, und auszuführen sind.

Der bauliche Brandschutz unterscheidet darüber hinaus Flachdächer mit einer Größe bis (DIN 4102, u. a.) und größer als 2.500 m<sup>2</sup>. Große Flachdächer sind, ggf. auf der Grundlage der DIN 18234 (IndustriebauRTL), brandarm, in ihrer Brandlast reduziert auszuführen.

Hinzu kommen Brandschutzabschottungen in den Sicken von Stahltrapezprofilblechen (Tragschale) und ggf. weitere Anforderungen, die hier nicht weiter aufgeführt werden.

Nicht jeder Planer, jeder Verarbeiter kennt diese Anforderungen, ist in der Lage, den Anforderungen, die an ein für viele Jahre funktionsgerechtes Dach gestellt werden, gerecht zu werden. Nicht jeder, an einer Flachdachsanieerung Beteiligte analysiert die vorhandenen Schadensbilder, auf deren Grundlage die erforderlichen Maßnahmen richtig zu koordinieren bzw. das passende Dachsystem anhand dieser Faktoren zuzuordnen ist. Die Konsequenz, die sich daraus abzeichnet ist, dass die Zahl der Gutachter und Gutachten steigt und die Baukammern der Gerichte vielfach auf Monate und Jahre ausgelastet sind. Das muss nicht sein.

Dies haben fachlich versierte Planer und fachkompetente Dachdecker- und Abdichtungsfirmen bereits bei vielen, vorrangig bei zu sanierenden Dächern, aber auch bei Neubaumaßnahmen und anderen Maßnahmen unter Beweis gestellt.

### 1.2.3 Planung

Schäden an Flachdächern treten vielfach dort auf, wo in Unkenntnis der vorhandenen Konstruktion, der zu erwartenden Einflüsse, mit mangelnder Kenntnis der Regeln der Technik, des Standes der Technik, Reparaturen, Instandsetzungen, Arbeiten an Flachdächern ausgeführt werden.

Bei der Ausführung von Flachdächern und bereits bei einer Reparatur übernimmt der Ausführende die Verantwortung für die ihm übertragene Aufgabe, die Funktion des Flachdaches, zumindest in diesem Bereich.

Obliegt dem Ausführenden, wie es oftmals bei einer Dachinstandsetzung der Fall ist, auch die Planerfunktion, – und dies ist der Fall, wenn er, ohne dass eine externe Planung zum Beispiel in Form eines Leistungsverzeichnisses vorliegt, ein Angebot erstellt – ist er auch für die Planung verantwortlich. Er hat dann auch, soweit andere Bauteile an das Flachdach angrenzen, deren Zustand in Hinsicht auf ein funktionsfähiges Bauwerk zu betrachten, zu bewerten oder auf der Grundlage des § 4 VOB gegen die Ausführung Bedenken anzumelden.

Bei jedweder Arbeit am Flachdach sind die Forderungen/Angaben der geltenden Gesetze, auf Gesetzen beruhender Verordnungen, technischer Richtlinien, der anerkannten Regeln der Technik, die Vertragsbedingungen, eventuell auch Sondervereinbarungen sowie die Richtlinien der Hersteller der einzubauenden Materialien zu berücksichtigen.

Das BGB fordert: Die Leistung muss die ihr zgedachte Funktion dauerhaft erbringen.

Grundlagen der Tätigkeit am Flachdach sind dabei:

### *1.2.3.1 Gesetze und Verordnungen (Beispiele)*

- Landesbauordnung
- Energieeinspargesetz – Energieeinsparverordnung (EnEV)
- Baustellenverordnung
- Chemikaliengesetz – Gefahrstoffverordnung – technische Richtlinien für Gefahrstoffe (TRGS)
- Arbeitsschutzgesetz
- Arbeitssicherheitsgesetz
- kommunale Verordnungen wie die Stadtbauverordnung, der Bebauungsplan, die Baugenehmigung

### *1.2.3.2 Eingeführte technische Bestimmungen (ETB) – Beispiele*

Diese können Gesetze, Normen, Fachregeln sein z. B.:

- DIN 1055 – Lastannahmen
- DIN 4108 – Brandschutz
- DIN 4109 – Schallschutz

### *1.2.3.3 Anerkannte Regeln der Technik (Beispiele)*

Dies können Normen, Fachregeln, selten auch Herstellerrichtlinien sein:

- DIN 18531 – Dachabdichtungen
- DIN 18195 – Bauwerksabdichtung (nur noch Begriffsbestimmung)
- Fachregel für Abdichtungen

Normen, z. B. DIN-Normen, – soweit diese eingeführte technische Bestimmungen (ETB) und/oder anerkannte Regeln der Technik sind oder vertraglich vereinbart wurden.

- DIN EN 13707 Bitumenbahnen für Dachabdichtungen
- DIN 13163 – Polystyrol-Hartschaum,
- und andere sein

#### *1.2.3.4 Vorschriften von Berufsverbänden*

- Fachregel für Abdichtungen
- Fachregel für Metallarbeiten
- Merkblatt für Wärmeschutz
- Produktdatenblätter

#### *1.2.3.5 Rangfolge der Bedingungen bei öffentlichen Angeboten*

*VOB / B § 1 (2)*

(1) Die auszuführende Leistung wird nach Art und Umfang durch den Vertrag bestimmt. Als Bestandteil des Vertrags gelten auch die allgemeinen technischen Vertragsbedingungen für Bauleistungen (VOB/C).

(2) Bei Widersprüchen im Vertrag gelten nacheinander:

1. die Leistungsbeschreibung,
2. die besonderen Vertragsbedingungen,
3. etwaige zusätzliche Vertragsbedingungen,
4. etwaige zusätzliche technische Vertragsbedingungen,
5. die allgemeinen technischen Vertragsbedingungen für Bauleistungen,
6. die allgemeinen Vertragsbedingungen für die Ausführung von Bauleistungen.

#### *1.2.3.6 Vorschriften/Regeln der Unfallversicherungsträger*

Diese betreffen den Arbeitsschutz im Allgemeinen. Sie basieren auf dem Arbeitsschutzgesetz, dem Arbeitssicherheitsgesetz, spezifizieren und ergänzen die dort aufgestellten Forderungen.

Ein Verstoß gegen diese kann mit Ordnungsgeldern und mit einem Verbot der, bzw. Auflagen zur Weiterführung der Arbeiten geahndet werden.

Berufsgenossenschaftliche Vorschriften (DGUV)

#### *1.2.3.7 Der Vertrag*

Ein Vertrag muss nicht zwingend schriftlich vereinbart werden.

In Deutschland besteht, in Bezug auf die Form und den Umfang des Vertrages, eine Gestaltungs- und Formfreiheit.

So kann ein Vertrag zustande kommen, wenn die Partei A (z. B. ein Dachdecker, möglichst schriftlich) der Partei B ein Angebot unterbreitet und die Partei B dieses (möglichst schriftlich) bestätigt. Wurden zu den Vertragsbedingungen keine Angaben gemacht, so gilt das BGB. (Laut BGB kann man den Vertrag anfechten, z. B. wegen Irrtums u. a., wenn die Leistung nicht zu diesem Preis ausgeführt werden kann, wenn es die angebotenen Materialien in dieser Form mit diesem Leistungsumfang nicht gibt, u. a.).

Ein Vertrag, der gegen die Regeln von Sitte und Anstand, gegen geltende Gesetze verstößt, kann unwirksam sein, kann angefochten und aufgehoben werden.

Nach diesseitigem Rechtsverständnis kann ein Vertrag auch zustande kommen, wenn die Leistung (z. B. Dachplanung, im Rahmen der kostenlosen Erstellung einer Dachplanung, in Form eines Angebotes) kostenfrei erfolgt. Der Planer haftet für die Richtigkeit.

Der Inhalt wird durch die Vorgaben des Bürgerlichen Gesetzbuches (BGB), durch die Verdingungsordnung für Bauleistungen (VOB), soweit Letztere vertraglich vereinbart wurde, sowie die gültige Rechtsprechung geregelt.

Die Grundlage für eine Beauftragung seitens öffentlicher Auftraggeber, dazu gehören der Bund, die Länder, die Kommunen sowie Körperschaften des öffentlichen Rechts, ist die VOB.

### *1.2.3.8 Zusätzliche Vertragsbedingungen*

Diese sind sowohl in den Vorbemerkungen als auch im Leistungstext zu finden. Dazu gehören vielfach Ausführungsfristen, oftmals verbunden mit einer Vertragsstrafe, die zu zahlen ist, wenn diese durch den Auftragnehmer ursächlich nicht eingehalten werden.

Weisungsbefugnisse, zum Beispiel in welchem Umfang die/der vom Bauherrn eingesetzte(n) Architekt(en), Bauleiter, Sicherheits- und Gesundheitskoordinator(en), vertretend für den Bauherrn, die Art und den Umfang der beauftragten Leistung beeinflussen dürfen. Welche Leistungen wie auszuführen sind und gegebenenfalls welche Materialien wie einzubauen sind.

### *1.2.3.9 Weitere Verträge*

In der Regel werden nach dem Abschluss des Vertrages zwischen der Partei A (zum Beispiel Bauherr) und der Partei B (zum Beispiel Dachdecker) weitere Verträge mit Subunternehmern, Lieferanten (zum Beispiel Materialhersteller) geschlossen.

## 1.2.4 Grundlagen – Konstruktionen

Unterlagen für den Dachaufbau:

Anforderungen an die Unterlage (tragende Konstruktion):

- Gefälleausbildung zu den Abläufen (durchgehend)
- sauber, eben, trocken, fest haftend und tragfähig
- Begrenzung der Durchbiegung –  $K1 = l < 300\text{tel}$ ,  $K2 = l < 500\text{tel}$

Man unterscheidet:

- monolithische (schwere) Dächer – z. B. – aus Ortbeton
- Leichtbauweise (leichte Dächer) – z. B. – Fertigteile aus Gas- oder Bimsbeton
  - Holzschalung, Spanplatten, aus Stahltrapezprofilblechen, Aluminiumblechen etc.
  - Spannbetonfertigteilen

#### *1.2.4.1 Das nichtbelüftete Dach*

Das ist die in Deutschland meist angewandte Dachkonstruktion, wobei sich der gesamte Dachaufbau auf der tragenden Dachschaale befindet. Die tragende Dachschaale ist meistens auch die Geschossdecke.

Die Beanspruchungen an diese Gesamtkonstruktion Dach sind hoch, da hier Temperaturdifferenzen (Oberflächentemperatur im Sommer  $\geq + 80 \text{ }^\circ\text{C}$  / Innen  $+ 20 \text{ }^\circ\text{C}$ ), bei normal genutzten Gebäuden von  $\geq 60 \text{ }^\circ\text{C}$  auftreten können.

Das Dachschichtenpaket hat hier als ein mehrschichtiges Bauteil die Aufgaben:

- den Wärme-/Kälteverlust zu minimieren (behagliches Wohnklima; Energieverlust)
- das unterschiedliche, oftmals konträre Dehnungs- bzw. Schrumpfungsverhalten der Baustoffe oberhalb und unterhalb des Dachschichtenpaketes auszugleichen

Dazu kommen noch Spannungen aus der Belastung und der unterschiedlichen Dimensionsstabilität der einzelnen Baustoffe (z. B. Polystyrol/PS, Polyvinylchlorid/PVC, ...).

Durch einen kraftschlüssigen Verbund zum Untergrund (z. B. bei einer vollflächigen Verklebung), werden die auftretenden Spannungen von unten nach oben (z. B. aus der Nutzung, u. a. Erschütterungen) oder von oben nach unten (z. B. bei Windsog) weitestgehend ungebremst, von unten nach oben, also über die Dachtragschaale an das Dachschichtenpaket weitergegeben und ggf. durch das Verhalten und die Dicke der Lagen (Achtung: einlagige Gefälledämmung!!!) verstärkt/potenziert.

Weitere direkte Beanspruchungen ergeben sich aus der Nutzung der Innenräume, wie z. B. der Nutzungsfeuchte, beim Neubau verstärkt durch die Baufeuchte.

Abhängig von dem Diffusionsverhalten der tragenden Schale, wenn eine dampfdichte Dampfsperre nicht vorhanden ist, kann der im Innenraum entstehende Wasserdampf ungehindert durch diese in das Dachschichtenpaket eindringen und dort kondensieren.

Dabei ist darauf zu achten, dass die Dampf- wie auch die Luftsperrschicht dicht an allen Bauteilen und an den An- und Abschlüssen angeschlossen wird. Probleme können u. a. auch nach Jahren im Zuge der Nutzungsänderung in einem Gebäude auftreten. Überschätzt wird dabei nach meiner Erfahrung die Funktion der sogenannten „Dampfbremse“, i. d. R. bestehend aus einer PE-Folie, die vorrangig beim Leichtdach auf die Stahltrapezprofilblech-Dachschaale aufgelegt wird.

Soweit eine Verklebung der Überlappungen geplant ist, muss diese auf den Obergurten der Stahltrapezprofilbleche erfolgen. Nicht selten sind mechanische Beschädigungen durch Durchtritt, Beschädigungen und nicht dichte Anschlüsse vorhanden.



Bild 5: Dampfbremse?? Nicht ausreichend verklebte Naht!

Das Dachschichtenpaket ist je nach Aufbau und Art der Funktionsschichten durch das jahreszeitlich bedingte Wechseln des Diffusionsstromes (Warm zu Kalt) in der Lage, geringfügige Mengen an Tauwasser einzulagern und wieder abzugeben.

Die DIN 4108 (Wärmeschutz im Hochbau) gibt hier einen max. Wert von bis zu  $1000 \text{ g/m}^2$  vor. Bei einer übermäßigen, dauerhaften Tauwassereinlagerung kann dieses System kippen, und es kommt zu einem erhöhten Wärmedurchgang (stufenweiser Verlust der Dämmeigenschaften), zu einer Durchfeuchtung des Dachschichtenpaketes, Blasenbildung, innenseitige Schäden durch austretendes (Tau)Wasser, etc.

Auch Wasserablagerungen (Pfützenbildung), feuchtigkeitsbindende Schichten (Kies, feuchter Begrünungsaufbau) behindern das Ausdiffundieren der Feuchtigkeit nach außen.

Auf dem Papier, in Werbebroschüren, lässt sich so einiges darstellen, was letztendlich in dieser Form auf Dächern und Baustellen, wenn überhaupt, nur mit einem hohen Aufwand und unter ständiger Kontrolle möglich ist!!!

Vorteile des nichtbelüfteten Daches sind:

- eine einfache bauphysikalische Systematik,
- eine geringe Aufbauhöhe,
- geringere Materialkosten (nur 1 Schale),
- eine einfachere Kontrolle der Funktionsschichten.

Achtung: Bei Dachkonstruktionen mit einer zusätzlich unterseitig abgehängten Deckenkonstruktion ist, wenn die Luftschicht zwischen der Wohnraumdecke und der Dachschaale nicht zirkuliert, der gesamte Aufbau inkl. der Wohnraumdecke, bauphysikalisch zu betrachten. Dabei kann es, je nach dem Aufbau der Wohnraumdecke, zu einer Taupunktverlagerung kommen. Die Luft zwischen der tragenden Schale und der Deckenkonstruktion sollte zirkulieren können, da sonst eine Taupunktverlagerung, eine Tauwasserbildung (z. B. durch kalte Flanken, Rohre, Schrauben, etc.) nicht auszuschließen ist.

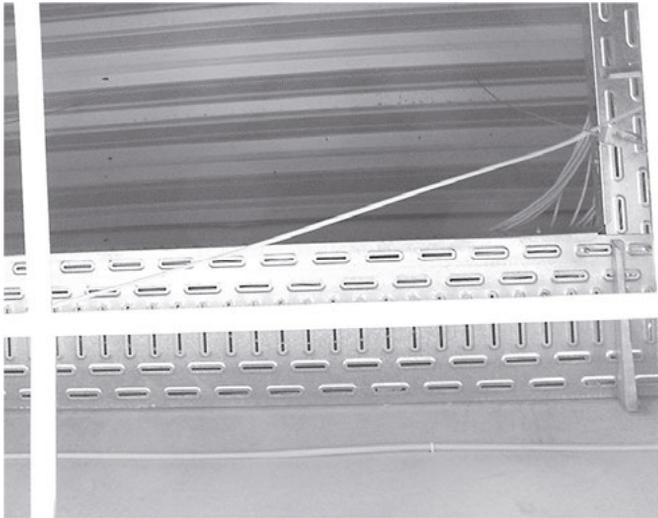


Bild 6: Blick in den Hohlraum: abgehängte Decke – Dachschaale  
Vorsicht: Tauwasserbildung möglich!

## 1.2.4.2 Das belüftete Dach

Basiert grundlegend auf der Annahme, dass die von der Innenraumluft aufgenommene Feuchtigkeit mittels Wasserdampfdiffusion durch die Deckenkonstruktion dringt. Ist darauf keine dampfdichte Dampfsperre verlegt oder weist die Deckenkonstruktion keinen hohen Sperrwert auf, so kann diese in die daran angrenzende Wärmedämmung eindringen. Diese wird von der darüber zirkulierenden Luftschicht aufgenommen und an die Außenluft abgegeben.

Dazu bedarf es natürlich eines ausreichenden Luftwechsels zwischen den beiden Schalen, da die hier vorhandene Luftschicht, abhängig von der Temperatur nur in begrenztem Maß in der Lage ist, Feuchtigkeit aufzunehmen bzw. zu binden.

Die Grundlagen dafür sind u. a. ausreichende Be- und Entlüftungsöffnungen, deren Abstand i. d. R. auf der Grundlage der DIN 4108, bei einer Dachneigung bis 5 Grad 10,00 m nicht überschreiten sollte.

Eine ausreichende Lüftungshöhe sollte an allen Stellen des zu belüftenden Zwischenraumes vorhanden sein.

Vorteile des belüfteten Daches sind:

- der mechanische Schutz der Wärmedämmung (gering belastet)
- keine Wechselwirkungen zwischen der Wärmedämmung und der Abdichtung.



<u>AUFBAU/System</u>
Tagschale/Leichtbetonfertigteile
Pfetten/Binder aus Stahlbeton
Luftraum
Wärmedämmung aus Mineralfaser
Leichte Deckenkonstruktion
Innenraum

Bild 7: Blick in ein 2 schaliges Dach – ohne Belüftung

### 1.3 Von der Unterkonstruktion bis zur Abdichtung

#### 1.3.1 Die Funktionsschichten des (nichtbelüfteten) Daches

- *Die tragende Schale*

Die tragende Schale ist besonders bei verklebten Dachaufbauten entscheidend für die Funktion des gesamten Dachschichtenpaketes verantwortlich.

Die z. B. durch Windsog, Materialspannungen, ein Begehen, durch Aufbauten, z. B. Gebäudetechnik etc. auftretenden Kräfte, sind sicher in die tragende Konstruktion abzuleiten.

Wie bereits erwähnt, können je nach Art und Belastung der tragenden Schale zusätzliche Belastungen aus dieser für das Dachschichtenpaket entstehen. Auf der anderen Seite kann aber auch eine mangelnde Gefällegebung, großflächig stehendes Wasser, sich negativ als Überlast auswirken. Die Folgen können irreversible Verformungen sein, durch die sich mehr Wasser sammelt, bis hin zum Einsturz durch Überbelastung. Beispiele gibt es dafür in der Praxis.

Bei Ortbetonschalen ist darauf zu achten, dass die als Tragschale für den Dachaufbau fungierende Fläche klebefähig und frei von möglicherweise Beschädigungen an der Dampfsperre auslösenden Faktoren ist.

Beim Einbau der Dachabläufe ist sicherzustellen, dass der Beton beim Abbindeprozess das Gully Element nicht nach oben drückt. Eine Beschwerung während der Abbindezeit kann dabei helfen, dass der Gully ein Tiefpunkt bleibt und das Niederschlagswasser abläuft.

Bei Beton-, Gasbeton- und Bimsbetonfertigteilen ist zu prüfen, ob diese mit einer gespannten Bewehrung versehen sind und eine ggf. erforderliche mechanische Fixierung ohne eine Schädigung der Konstruktion (Vorsicht bei HP-Schalen!) möglich ist.

Die Haftfähigkeit kann durch werkseitige Beschichtungen, u. a. Schalölrückstände, Staub, u. a. beeinträchtigt werden.

Bei Holzschalen ist darauf zu achten, dass ggf. schädliche, aggressive Tränk- oder Holzschutzmittel nicht in das Dachschichtenpaket eindringen können.

Bei Stahltrapezprofilblechen und anderen Metallprofilen ist darauf zu achten, dass diese mit einem werkseitigen Korrosionsschutz (z. B. allseitige Kunststoffbeschichtung) versehen sind.

Da die Kunststoffbeschichtungen nicht ausreichend hitzebeständig sind, wird i. d. R. eine Kaltverklebung (der folgenden Lage) oder eine mechanische Fixierung durchgeführt.

*Achtung:* Der Dachdecker hat vor Beginn der Arbeiten den Untergrund auf seine Tauglichkeit zu prüfen und bei erkennbaren Mängeln beim Bauherren (+ beim Architekten) Bedenken anzumelden.

Besonders bei werkseitig beschichteten Blechen ist darauf zu achten, dass

- diese ein ausreichendes Gefälle besitzen (Ausnahme: zus. Gefällegebung, z. B. -dämmung),
- der Korrosionsschutz ausreichend vorhanden ist (Achtung bei Beschädigungen),
- der Untergrund für die vorgesehenen Verlegeart geeignet ist (z. B. Verklebung),
- evtl. erforderliche ständige Absturzsicherungen eingebaut sind,
- die Durchbiegung begrenzt wird (K1 < 1 300tel, K2: < 1 500tel).

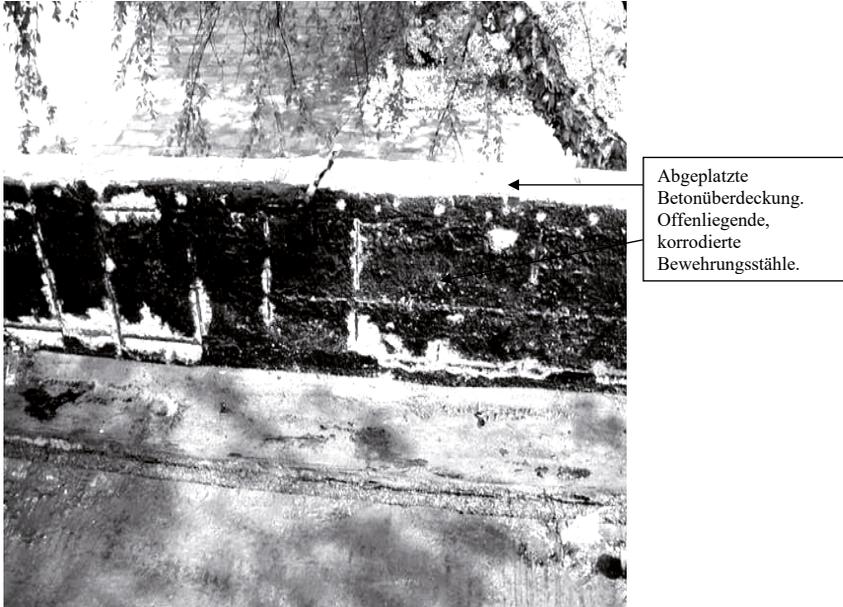


Bild 8: Der nach dem Abriss der Abdichtung sichtbare Untergrund weist deutliche Schäden, Abplatzungen und Korrosionsschäden auf und ist nicht mehr ausreichend haftfähig. Vor der erneuten Abdichtung muss eine Betoninstandsetzung erfolgen.

- *Der Haftgrund:*

Der Voranstrich ist Haftvermittler zwischen dem Dachsichtenpaket und der Unterkonstruktion und dient darüber hinaus zur Staubbinding.

Er wird sowohl im Bürstenstreich- als auch im Spritzverfahren mit Rollen aufgebracht und muss nach dem Auftrag ausreichend ablüften. Der Auftrag ist genau zu dosieren, da ein zu geringer Auftrag (Feiertage – Lücken) u. U. zu einer nicht ausreichenden Verklebung (Windsogsicherheit) führen kann. Ein zu hoch dosierter Auftrag kann, besonders bei Fertigteilen, zu einem Abfließen in den Innenraum, aber auch zu langen Ablüftezeiten führen. Letztere haben zur Folge, dass die Lagesicherheit erst nach der Beanspruchung, ggf. nach einer Lageverschiebung eintritt.

Bei nagelbaren Untergründen muss, bei beschichteten Untergründen kann, bei der Verwendung von geeigneten Kaltklebern, auf einen Voranstrich verzichtet werden.

Bei Sanierungen (bituminös) sollte generell ein Voranstrich als Haftvermittler verwendet werden.

### *Arten von Haftvermittlern:*

In der Regel werden dünnflüssige, stark lösungsmittelhaltige Bitumenmassen verwendet.

Je nach System und Herstellerangaben können für Sonderprodukte, stark porige und saugfähige Untergründe auch spezielle (ggf. dickflüssige oder angereicherte) Vorstrichmassen erforderlich sein

- *Luftsperr*

Die EnEV fordert eine Luftdichtheit der äußeren Umfassungsfläche, die sowohl durch eine luftdichte Schale als auch durch den Einbau von Luftdichtheitsschichten erzielt werden kann. Eine solche Luftdichtheit kann durch die tragende Schale, wie auch durch bestehende Schichten und Lagen (Ausgleichsschicht, Dampfsperre), hergestellt werden. Wichtig ist, dass alle Fugen und Nähte, die Übergänge, Durchbrüche und die An- und Abschlüsse dauerhaft dicht daran abgeschlossen werden.

Durch spritzbare Dichtungsmassen hergestellte „Fugenversiegelungen“ gelten, nach EnEV wie auch nach der DIN 4108-100, als nicht dauerhaft dicht. Ausführungsbeispiele sind in der DIN 4108 zu finden.

Anmerkung: Durch das Eindringen von „warmer & feuchter Innenraumluft – Konvektion – wird i. d. R. deutlich mehr „Feuchtigkeit“ in das Dachschichtenpaket eingetragen als durch Diffusion.

- *Ausgleichsschicht*

Die Ausgleichsschicht ist die erste bahnenförmige Schicht im Dachschichtenpaket und kann je nach Art und Verlegung bereits als Behelfsabdichtung (z. B. wenn auf eine Dampfsperre, als Behelfsabdichtung/1. Lage verzichtet wird) dienen.

Sie dient durch ihre lose/teilflächige, ggf. flexible Verklebung ausgleichend, kann geringe Spannungen/Rissbildungen überwinden, aus dem Untergrund auftretende – geringfügige – Spannungen, deren Auswirkungen mindern.

In der Regel wird beim Einbau einer Dampfsperre (lose/teilflächig verklebt verlegt) aus rationalen Gründen (Material- und Lohnkosten – da Multifunktionslage) auf diese verzichtet.

In diesem Fall sollten, besonders bei Fertigteilen, über die Auflagerfugen, Stöße, etc. einseitig fixierte Schlepstreifen verlegt werden. Um eine übermäßige Beanspruchung des Materials, durch zu erwartende Bewegungen zwischen an das Dach anschließende (z. B. Fassade/Attika), diese durchdringende, starre Baukörper auszuschließen sind die zu erwartenden Spannungen ausgleichende, ggf. eine Schlaufenbildung, ein zweiteiliger Anschluss vorsehen.

Die Ausgleichsschicht soll außerdem:

- Schwind- und Spannungsrisse überbrücken
- Rauigkeiten ausgleichen

### *Arten der Ausgleichsschicht:*

Je nach Art und Aufbau des Dachschichtenpaketes, des gewählten Systems und der Beanspruchung (z. B. Durchtrittsicherheit, Behelfsabdichtung etc.) z. B.:

- Ölpapiere (unter Estrich, Gussasphalt, etc.)
- Vliese (als Trennlagen bei mech. Fixierung, etc.)
- Bitumenbahnen (unterseitig bestreut, punkt- oder streifenweise aufgeklebt, lose verlegt, mit unterseitiger Vlieskaschierung, Sonderbahnen, etc.)
- Kaltselbstklebebahnen (KSK-Bahnen) mit unterseitigen Kanälen

... oder, eine punkt- bzw. streifenweise verklebte Dampfsperre aus einer Bitumenbahn...!

Anmerkung: Besser noch eine wärmeaktivierbare Dampfsperre mit werkseitig vorgegebenen Lüftungskanälen und unter-, wie auch oberseitigen Thermstreifen, zur Verklebung der Wärmedämmung!

#### *Verlegearten der Ausgleichsschicht:*

- lose oder punktweise Verklebung einer geeigneten Dampfsperre (i. d. R.)
- Lochglasvliesbahn (lose verlegt mit nachträglicher Verklebung – Anm.: Ist Geschichte!!)
- bituminöse Bahn mit einer unterseitigen groben Besandung – Anm.: Ist Geschichte!!)
- lose, z. B. als Trennlage (z. B. Vliese, Ölpapier, etc. unter Auflast, z. B. bei Terrassen)
- genagelt (bei Holzuntergrund)

Anmerkung: Leider werden noch immer nicht ausreichend reißfeste Bahnen als Ausgleichsschicht verlegt. Somit ist der nächste Sturmschaden vorprogrammiert!

Der Hersteller hat, lt. FLD-RTL die Klebefähigkeit, Lagesicherheit für die von ihm produzierten kaltselbstklebenden bzw. thermisch zu aktivierenden Bahnen anzugeben.

#### • *Die Dampfsperre:*

Die Dampfsperre verhindert die Wasserdampfdiffusion im Dachschichtenpaket. Eine Wasserdampfdiffusion, also der Transport von Wassermolekülen, findet von der warmen zur kalten Seite, durch das Bauteil Dach hindurch statt. So erfolgt die Diffusion in unseren Breitengraden, im Winter von innen nach außen; im Sommer kann diese, je nach Außentemperatur, auch von außen nach innen erfolgen.

Achtung: Anders ist dies, z. B. bei Kühlhäusern, soweit diese nicht thermisch von der Außenhülle getrennt sind.

Eine Dampfsperre sollte immer, besonders aber bei erhöhten Belastungen (relative Luftfeuchtigkeit  $\geq 60\%$ ), über Nassräumen (Duschen, Bädern) und bei Räumen mit entsprechender Nutzung (öff. Bädern, Wäschereien, papierverarbeitende Industrie, u. a.) angeordnet werden.

Besonders bei der papierverarbeitenden Industrie, aber auch dort, wo die Dampfsperre chemischen Belastungen ausgesetzt ist, sind diese so auszuwählen, dass sie dauerhaft resistent sind oder durch Abschottungen, Absaugungen vor einem Zersetzen geschützt werden.

In einem mir bekannten Fall hat sich die Dampfsperre aus Bitumen und einer Aluminiumbandeinlage nach wenigen Jahren komplett zersetzt. Besonders kritisch war hier die Kombination aus Wärme und chemischen Dämpfen an einem papierverarbeitenden Betrieb.

Auf nicht trittfesten Untergründen sollte die DS aus einer Bahn mit einer trittfesten Einlage (z. B. Gewebeeinlage) bestehen.

Die Dampfsperrbahn kann, wenn die Nähte dicht verschlossen werden, als Behelfsabdichtung dienen (z. B. über die Schlechtwetterzeit, je nach Qualität bis zu 3 Monaten). Dabei ist bei bewohnten Gebäuden zu beachten, dass es zu einem erhöhten Wärmedurchgang, zu einem Auskühlen der darunter befindlichen Räume ohne eine Wärmedämmung kommen kann.

*Vorsicht bei einem Untergrund aus Gasbeton*, hier muss der rechnerische Nachweis des Tauwasserausfalls über den Einsatz einer Dampfsperre oder ggf. eine stärkere Wärmedämmung entscheiden.

*Anforderungen an die Dampfsperre:*

Eine Dampfsperrbahn soll einen Sperrwert (Wasserdampfäquivalente Luftschichtdicke) von  $\geq 100$  Meter erbringen.

Dieser Sperrwert errechnet sich wie folgt:

$$S_d = \mu \cdot S \\ \geq 100 \text{ m}$$

$S_d$  : Wasserdampfäquivalente Luftschichtdicke (kurz Sperrwert, **Sa-Wert**)

$\mu$  : Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl (Mü-Zahl)

$S$  : Werkstoffdicke (für Berechnungen in Meter)

Diffusionsoffene Materialien (Abdichtungen) haben einen niedrigen Sperrwert!

Soll die Dampfsperrbahn als Notabdichtung fungieren, dann ist sie gemäß den zu erwartenden Beanspruchungen auszuwählen und fest haftend auf den Untergrund aufzukleben.

Die Nähte und An- und Abschlüsse sind dicht zu schließen.

*Arten der Dampfsperre:*

- Bitumen(schweiß)bahnen mit einer Metallbandeinlage (Al, CU, etc.), \*1
- Bitumenbahnen ohne Metalleinlage,
- Verbundfolien, z. B. PE-kaschierte Aluminiumbänder (z. B. bei loser Verlegung, mech. Fixierung, etc.)

\*1 Dabei handelt es sich um Bitumenbahnen mit einer normalen und einer zusätzlichen Trägereinlage, letztere, i. d. R. aus einem Metallband, die nach Herstellerangaben als Dampfsperrern eingesetzt werden dürfen (Kaltbiegeverhalten, Spannungen, etc.).



Bild 9:

Verklebung einer Dampfsperre mit einem Adhäsivkleber auf einem Stahltrapezprofilblech.

Einfacher geht es mit kaltselfstklebenden Dampfsperrbahnen!

Bei einer Kaltverklebung ist darauf zu achten, dass die Klebeflächen dafür geeignet sind (keine PE-Folie, etc.)

... oder eine punkt- bzw. streifenweise verklebte Dampfsperre ...!!

Anmerkung: Besser noch eine KSK-Dampfsperre, mit werkseitig vorgegebenen Lüftungskanälen und oberseitigen Thermstreifen, zur Verklebung der Wärmedämmung!

Bei der Verklebung des Dämmstoffes ist dabei zu beachten, dass der Untergrund nicht „zu starke“ Höhenunterschiede aufweisen darf, da sonst die aufgebrauchte Klebeschicht nicht für eine Lagesicherung ausreicht!!

*Verlegeart von Dampfsperren:*

- lose verlegt (z. B. bei Auflast, mech. Fixierung)
- punkt- oder streifenweise verkleben (Kaltkleber, -bänder, etc.)
- punkt- oder streifenweise aufschweißen
- auf eine Ausgleichsschicht vollflächig aufschweißen
- im Naht(Unterdeckungs-)bereich genagelt

Die Verklebung (Lagesicherung) und der dampfdichte Nahtverschluss erfolgen je nach Art und System durch eine homogene Verschweißung oder eine Verklebung (z. B. mit Klebebändern). Bahnen mit organischen Trägern sind ungeeignet.

Der Hersteller hat, lt. FLD-RTL, die Klebefähigkeit, Lagesicherheit für die von ihm produzierten Kaltselfstklebenden, bzw. thermisch zu aktivierenden Bahnen anzugeben.

Als Behelfsabdichtung muss diese mindestens punktwise verklebt, die Nähte verschweißt werden

- Behelfsabdichtung

Wenn Dampfsperren die Funktion einer Behelfsabdichtung übernehmen sollen, müssen diese, auch dann wenn KSK Bahnen eingesetzt werden, für den geplanten Einsatzzeitraum, den aus

dem Bauablauf zu erwartenden Belastungen geeignet sein. Entsprechend dieser, wie auch dem Schutzziel angepasst (Dachsanierung auf Schuppen oder Rechenzentrum) sollen diese, unter Berücksichtigung der erforderlichen Detailanforderungen geplant und ausgeführt werden. Brandlastreduzierte Dampfsperren sind für die Ausführung von Behelfsabdichtungen nicht geeignet. Nähte von kaltselbstklebenden Bahnen für Behelfsabdichtungen müssen im Schweißverfahren gefügt werden.

In der Praxis hat sich gezeigt, dass die Hersteller von Bitumenbahnen die Dauer der „freien Bewitterung“ einschränken können. Bei einer Überschreitung kann der Ersatz erforderlich sein! Eine regelmäßige Überprüfung wird empfohlen.

- *Die Wärmedämmung:*

Der Mensch leidet unter längeren, übermäßigen Temperaturwechseln, zu hoher Feuchtigkeit, etc.

Aus diesem Grunde ist ein gesundes und behagliches Wohnklima für die Gesundheit des Menschen unabdingbar.

Das Dach soll neben der Funktion: Schutz vor eindringender Feuchtigkeit auch dieses vom Menschen nach seinen Bedürfnissen manipulierte Raumklima sichern und Energieverluste weitestgehend vermeiden.

Die Wärmedämmung (ob zusätzlich aufgebracht oder durch entsprechendes Bausystem integriert) übernimmt gleich mehrere Aufgaben und Funktionen, die, wie bereits der Name erahnen lässt, mit der Wärme (Kälte), also auch mit Temperaturunterschieden, zu tun hat.

*Anforderungen an Wärmedämmungen:*

- Ein gesundes, behagliches Raumklima sichern
- Temperaturen mindern (Temperaturunterschiede, Spannungen)
- Tauwasserbildung im Innenraum verhindern (Schimmel, Ausblühungen, etc.)
- Energieverluste minimieren (Immissionen = Umweltschutz)
- Brandhemmend?
- etc.

ggf. weitere „spezifische“ Anforderungen

- hydrophob (Wasserabweisend?)
- geringe thermische Längenänderung – ohne Spannungen?
- Nager-/Ameisenbeständig?
- hoch druckbelastbar?
- brandhemmend (z. B. bei Hochhausdächern erf.)?
- etc.

Beim Flachdach dürfen nur genormte oder bauaufsichtlich zugelassene Dämmmaterialien verwendet werden, die mindestens der Baustoffklasse B2 (normal entflammbar), entsprechen. Aus brandschutztechnischen Gründen kann, ggf. muss, so z. B. bei Hochhäusern (s. LBO) ein nicht brennbarer Dämmstoff – Baustoffklasse A1 (nicht brennbar), bei anderen Flachdächern ggf. in

Teilbereichen (Brandabschottungen, Brandabschnitte, z. B. vor aufgehenden Fassaden) vorgeschrieben sein.

### *Arten der Wärmedämmstoffe:*

Man unterscheidet Dämmmaterialien u. a. nach den Grundmaterialien, ihrer Rohdichte (Belastbarkeit), ihrer anrechenbaren Wärmeleitfähigkeit(sgruppe), ihrem Einsatz am Bauwerk, gemäß DIN Anforderungen, ihrem Brandverhalten – das sind die Standardangaben.

z. B. Polystyrol-Hartschaum, nach DIN EN 13163 – DAA, dm, B2

Polystyrol-Hartschaum	= Materialbezeichnung (oder Schaumglas, Mineralfaser, o.a.)
DIN EN 13163	= europäische Materialnorm für Polystyrol-Hartschaum
DAA	= Anwendungsgebiet = Außendämmung von Dach und Decke, vor Bewitterung geschützt, Dämmung unter Abdichtung
dm	= mittlere Druckbelastbarkeit für nicht genutzte Dächer mit Abdichtungen

Aber auch Faktoren wie Dimensionsstabilität (Schrumpf, Schüsseln), Feuchtigkeitsaufnahme, Verhalten beim Brand (Schadstoffe), bei Feuchtigkeitsbelastung, Recycelbarkeit, der Energieeinsatz zur Herstellung (Ökobilanz), das Gewicht, die angebotenen Formate, mögliche werkseitig angebotene Kombinationen mit Abdichtungsmaterialien, Beschichtungen und natürlich der Preis spielen eine bedeutende Rolle.

Erhöhte Anforderungen (bauaufsichtliche Zulassung) werden von Dämmstoffen verlangt, die der freien Bewitterung ausgesetzt werden (z. B. beim UK-Dach).

Tabelle 1 – Wärmedämmung

<b>Art</b>	<b>Kurz</b>	<b>Farbe</b>	<b>Rohdichten</b>	<b>Formate</b>
Expandierter-Polystyrol-Hartschaum	EPS	weiß	20 - 30	<b>1, 2, 3, 4, 5, 6,</b>
Extrudierter-Polystyrol-Hartschaum	XPS	blau, grün...	25 - 30	<b>1, 2,</b>
Polyurethan-Hartschaum	PU	gelb	30	<b>1,2, 3, 4, 5, 6,</b>
PIR	PIR	gelb		<b>1,2, 3, 4, 5, 6,</b>
Mineralfaser	MIN	gelb	100 - 150	<b>1,4, 5, 6,</b>
Schaumglas	SG	grau		<b>1, 4, 5</b>

Erklärung der Formate:

1 = Plattenware, 2 = mit Stufenfalz, 3 = mit Nut- und Feder, 4 = Gefälleplatten,

5 = Kaschierungen (Bahnen/Bitumen) möglich, 6 = als Roll- oder Klappbahnen

Eine Variantenvielfalt bei den verwendeten Baustoffen erleichtert das Arbeiten vor Ort und verhindert (z. B. durch seitliche Verbindung) den ungehinderten Wärmedurchgang und somit eine Kältekontraktion der Abdichtungslagen.

Mit der Europäisierung der Normen für Baustoffe, hier Dämmstoffe, haben sich auch die Prüfkriterien, die Kennzeichnungen, geändert. Eine wesentliche Unterscheidung liegt in dem nun anzugebenen Anwendungszweck, beim Flachdach DAA oder DUK, der Belastungsgruppe dm, dh, ds, dx (siehe Tabelle 2) und dz – nur beim durchlüfteten Dach.

Tabelle 2 – Dämmstoffe für nicht belüftete Dächer nach DIN 4108-10

Stoffe	Norm	Kurzzeichen	Druckfestigkeitsklassen	Baustoffklasse *
PolystyrolHartschaum (EPS)	DIN EN 13163	DAA	dm	B1 / B2
			dh	
Mineralwolle (MW)	DIN EN 13162	DAA	-	A1 / A2
Polyurethan (PUR/PIR) Polyiso-Hartschaum	DIN EN 13165	DAA	dh	B1 / B2
			ds	
Polystyrol Extruderschaum (XPS)	DIN EN 13164	DUK	dh	B1
			ds	
			dx	
Phenolharz-Hartschaum (PF)	DIN EN 13166	DAA	-	B1 / B2
Schaumglas (CG)	DIN EN 13167	DAA	dh	A1
			ds	
			dx	
Expandiertes Perlite (EPB)	DIN EN 13169	DAA	ds	A2 / B1 / B2
Expandiertes Kork (ICB)	DIN EN 13170	DAA	-	
Holzfaser (WF)	DIN EN 13171	DAA	dh	B1 / B2
			ds	

\* nach DIN 4102-1

#### Legende Tabelle

- DAA = Außendämmung von Dach oder Decke, vor Bewitterung geschützt, Dämmung unter Abdichtungen  
 DUK = Außendämmung des Daches, der Bewitterung ausgesetzt (Umkehrdach)  
 dm = mittlere Druckbelastbarkeit für nicht genutzte Dächer mit Abdichtungen  
 dh = hohe Druckbelastbarkeit für genutzte Dachflächen, Terrassen  
 ds = sehr hohe Druckbelastbarkeit für Industrieböden, Parkdecks  
 dx = extrem hohe Druckbelastbarkeit für hochbelastete Industrieböden, Parkdecks

Werkseitige Vorfertigung (z. B. aufkaschieren der Dampfdruckausgleichsschicht/1. Abdichtungslage) verringern die Gesamtkosten und erhöhen die Sicherheit.

Der Hersteller hat, lt. FLD-RTL die Klebefähigkeit, Lagesicherheit für die werkseitig aufgetragenen Bahnen/Kaschierungen anzugeben.

Achtung: Bei nicht genutzten Flächen sollten Wartungswege, z. B. für technische Anlagen, in der Planung berücksichtigt werden. Insbesondere bei der Verwendung von Mineralfaserdämmungen als Unterlage für die Abdichtung sind zusätzliche Maßnahmen zur Lastverteilung zu ergreifen (Quelle FLD-RTL 2016).

Achtung: Bei Dämmplatten aus expandiertem Polystyrol (EPS) können infolge herstellungsbedingter Längenänderungen (Schrumpf) Fugen auftreten, die im Rahmen der Planung und Ausführung nicht absehbar sind. Es empfiehlt sich die Verwendung von Platten mit Stufenfalz (Quelle FLD-RTL 2016).

Achtung: Werden Dämmschichten über der Abdichtung angeordnet (Umkehrdächer), die damit direkter Feuchtigkeitseinwirkung ausgesetzt sind, müssen entsprechend geeignete Werkstoffe, z. B. Polystyrol-Extruderschaum XPS, verwendet werden. Bei diesem Dämmsystem sind die bauaufsichtlichen Auflagen zu beachten. Wesentliche Punkte sind:

– Schichten oberhalb der Wärmedämmung müssen diffusionsoffen sein

Anmerkung: UK-Dach und Dachbegrünung, verwilderter Plattenbelag mit Spontanbegrünung, gefällelos???

*Verlegearten der Wärmedämmungen:*

- grundsätzlich im Verband
- vollflächig-, punkt- oder streifenweise verklebt
- mechanisch befestigt (außer Schaumglas)
- lose verlegt (mit Auflast)

Bei UK-Dächern darf nur extrudiertes Polystyrol verwendet werden (s. UK-Dach)!

Achtung: Dämmstoffe sind generell trocken zu lagern und einzubauen.

Grenzen abzudichtende Flächen an transparente oder stark reflektierende Fassadenflächen, können diese Flächen durch hohe Temperaturen beansprucht werden. Wärmedämmstoffe aus expandiertem Polystyrol (EPS) sollen wegen der begrenzten Temperaturbeständigkeit nicht vor transparenten oder stark reflektierenden Fassadenflächen eingesetzt werden (FLD-RTL 2016).

*Lagesicherung der Wärmedämmung:*

Die Lagesicherheit wird durch eine z. B. streifenweise Verklebung mit geeigneten Kaltklebern, einer mechanischen Fixierung oder einer schweren Auflast erbracht.

Bei einer Dachneigung  $\geq 3^\circ$  sind i. d. R. zusätzliche Maßnahmen (z. B. Stützbohlen, standfeste Kleber, u. a.) erforderlich.

Man unterscheidet im Wesentlichen folgende Befestigungsmethoden:

- a) Die vollflächige Verklebung mit Heißbitumen (z. B. bei SG, PU, PIR, MIN)
- b) Die streifenweise Verklebung mit:
  - Heißbitumen (z. B. bei SG, PS, PIR, (MIN))
  - PU-Klebern (z. B. bei PS, PIR)
- c) Die lose Verlegung mit anschließender Auflast (Kies, Platten, Estrich, Begrünung, etc.)
- d) Die mechanische Fixierung mit Befestigungselementen (außer Schaumglas)
- e) Sonstige Verklebungsarten (Thermstreifen bei Sonderbahnen, etc.)

## zu a)

Die vollflächige Verklebung mit Heißbitumen ist nur bei geschlossenen, festen Untergründen anzuwenden. Die SG-Platten sind darüber hinaus so in Heißbitumen einzuschwimmen, dass dieser an der oberen Stoßkante austritt. Dann ist nach den Herstellerangaben der Deutschen Foamglas eine Dampfdichtigkeit auch ohne das Aufbringen einer Dampfsperre gegeben.

Papierkaschierte PU-Platten sollten, nach meiner Erfahrung, vollflächig mit Heißbitumen verklebt werden (sonst ist ein Schüsseln möglich!).

Auf beweglichen Untergründen und bei temperaturempfindlichen Dämmstoffen (z. B. PS) ist Heißbitumen aufgrund seiner mäßigen Eigenschaften (geringe Flexibilität, u. a.) nicht zu verwenden.

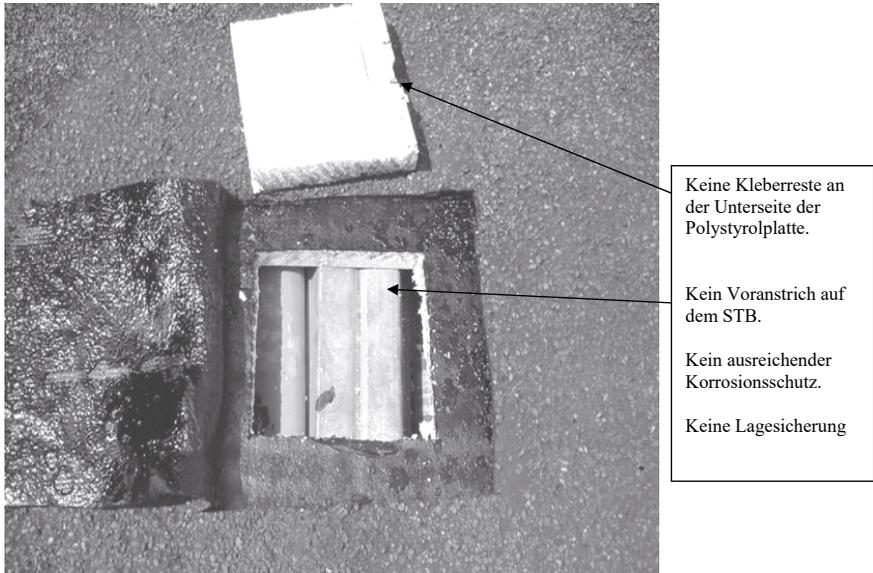


Bild 10: Blick in ein Dachsichtenpaket, im Rahmen eines Sicherheitschecks.  
Ein Voranstrich, ein Korrosionsschutz auf den Stahltrapezprofilblechen, eine Verklebung/Lagesicherung des Dachsichtenaufbaus, ist nicht vorhanden

## zu b)

Die streifenweise Verklebung mit Kaltklebern ist eine vielfach praktizierte Methode, die z. T. durch ihre einfache Anwendbarkeit und ihre relative Witterungsunabhängigkeit überzeugt hat. Die Gefahr hier besteht darin, dass es kaum eine Kontrolle gibt, ob und in welchem Umfang der Kleber reagiert hat und ob und in welchem Umfang eine Verklebung, eine Lagesicherung stattgefunden hat!

– z. B. Adhäsivkleber:

Bei den sogenannten Adhäsivklebern handelt es sich um pastöse, lösungsmittelhaltige Kaltklebmassen auf Bitumenbasis. Die Klebmasse wird punkt- oder streifenweise mit einem Auftragegerät nach Herstellervorschrift aufgebracht. Die eigentliche Verklebung erfolgt durch das Ausdiffundieren der Lösungsmittel, zeitversetzt nach dem Auftrag.

Vorteil: Der Dämmstoff lässt sich auch nach dem Einlegen in den Kleber nachträglich noch andrücken.

Nachteil: Durch nachträgliche Bewegungen (Arbeiten auf dem Dach) kann sich der Dämmstoff wieder verschieben (Fugenbildung). Verlegebedingte Fugen können sich nachträglich durch Dämmstoffwanderung schließen.

Der Kleber muss nach dem Auftrag ausreichend ablüften, bevor der Dämmstoff eingelegt wird (Herstellangaben lesen!!!).

Starke Lösungsmittel, in Adhäsivklebern können Dämmstoffe angreifen.

Der Kleber ist stark temperaturabhängig fest – pastös!

Eine genaue Dosierung und ggf. Platzierung ist erforderlich.

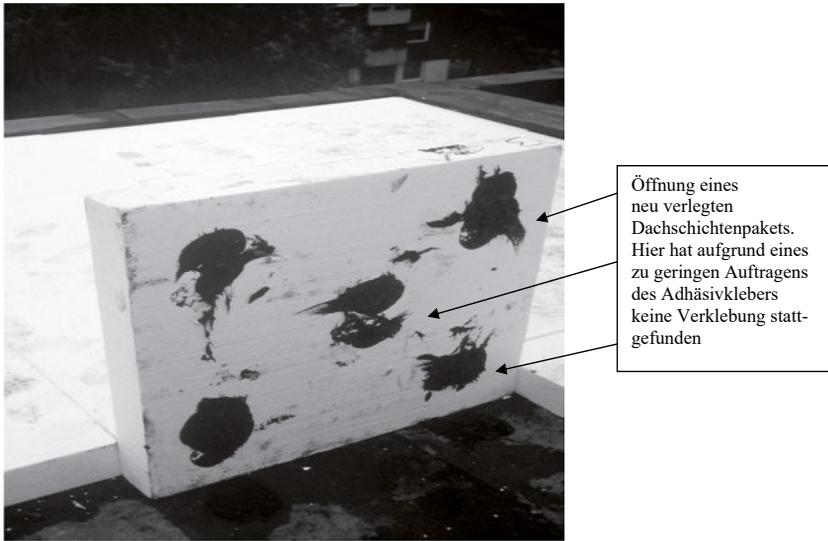


Bild 11: Mangelhafte Verklebung der Wärmedämmung

Außer Dämmstoffe können auch untergeordnete Lagen (Ausgleichsschicht, Dampfsperre, 1. Abdichtungslage) streifenweise verklebt werden.

Bei jeder Verklebung sollen der Untergrund und der Dämmstoff trocken sein, da eingeschlossene Feuchtigkeit zu einer Erhöhung des Wärmedurchgangs und zu einer Blasenbildung oberhalb der Wärmedämmung führen kann.

Anmerkung: Es gibt außer dem (billigen) stark lösungsmittelhaltigen Adhäsivkleber nun auch Kleber mit polymeren Zusätzen, bei denen das plasto-elastische Verhalten erhalten bleibt (auch zum Versiegeln geeignet).

z. B.: PU-Kleber:

Bei den PU-Klebern handelt es sich, wie der Name schon erkennen lässt, um Kleber auf Polyurethanbasis, die entweder aus Kleinstgebinden (Dosen) oder mit Kanistern und speziellen Auftragswagen in mehreren Spuren gleichzeitig auf die Dachfläche aufgebracht werden. Im Gegensatz zum Adhäsivkleber reagiert der PU-Kleber durch die Aufnahme von (Luft-) Feuchtigkeit und schäumt auf. Der Kleber kann so „geringe“ Unebenheiten überwinden.

Vorteil: Leichte Verarbeitbarkeit auch bei leicht feuchten Untergründen, Überbrückung geringer Unebenheiten, kein großer Gerätepark und keine anschließenden aufwendigen Säuberungsarbeiten

Gute Verbindung auch zu spröden (festen) Sanierungsuntergründen

Nachteile: Bei kleinen Gebinden = viel Verpackungsmüll (Sondermüll)

Schlechte Kontrolle, ob der Kleber wirklich aufschäumt, ggf. (bei niedriger Luftfeuchtigkeit) ist eine zusätzliche Befeuchtung erforderlich.

Der Kleber hat eine eingeschränkte Elastizität. Bei hohen Beanspruchungen kann es zum Bruch in der Klebeschicht kommen.

Die Enden (z. B. der Rollbahnen) müssen i. d. R. beschwert werden (schäumen hoch).

Achtung: Es gibt diese PU-Kleber in unterschiedlichen Qualitäten, mit unterschiedlichem Verhalten – Herstellervorschriften beachten! Besonders bei „vorhandenen“, verwitterten Untergründen sollte der Hersteller vor dem Einsatz zu Rate gezogen, die Abzugswerte ggf. durch das Anlegen von Probeflächen geprüft werden.

Bei allen Kaltklebern mit zeitversetzter Verklebung (Nachverklebung) sind vorab Klebeversuche zu machen, um z. B. Ablüftezeiten, die von der Temperatur abhängig sind, zu ermitteln und so eine einwandfreie, funktionierende Verklebung zu ermöglichen.



Unzureichender, unplanmäßiger Kleberauftrag. Der PUR-Kleber hat keinen Kontakt zur PS-Platte. Keine Lagesicherung.

Bild 12: Blick in ein „neu verlegtes“ Dachschichtenpaket. Keine ausreichende Lagesicherung.